



CHALMERS



VÄGEN TILL ATT BLI KLIMATNEUTRAL Aktuella strategier och kompensationsåtgärder inom anläggningsprojekt

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

JOHAN FRANSSON
ERIK NORDGREN

VÄGEN TILL ATT BLI KLIMATNEUTRAL

Aktuella strategier och kompensationsåtgärder inom anläggningsprojekt

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

JOHAN FRANSSON

ERIK NORDGREN

Institutionen för Energi och Miljö
Avdelningen för Miljösystemanalys
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2018

VÄGEN TILL ATT BLI KLIMATNEUTRAL
Aktuella strategier och kompensationsåtgärder inom anläggningsprojekt

*Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

JOHAN FRANSSON
ERIK NORDGREN

© JOHAN FRANSSON, ERIK NORDGREN 2018

Institutionen för Energi och Miljö,
Chalmers tekniska högskola 2018

Institutionen för Energi och Miljö
Avdelningen för Miljösystemanalys
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
Fransson, J och Nordgren, E

Chalmers Reproservice
Göteborg, Sverige 2018

VÄGEN TILL ATT BLI KLIMATNEUTRAL

Aktuella strategier och kompensationsåtgärder inom anläggningsprojekt

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

JOHAN FRANSSON

ERIK NORDGREN

Institutionen för Energi och Miljö

Avdelningen för Miljösystemanalys

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Göteborg som stad och kommun är just nu mitt uppe i stora förändringar vad gäller infrastrukturen. Byggnationer som det västsvenska paketet medför både utsläpp och materialanvändning under produktionstiden. I detta arbete har vi utrett utsläpp inom återvinning och transport för en stadsväg. Med hänsyn till dessa aktiviteter, både deras klimatpåverkan och kostnad, har förslag på rimliga kompensationsåtgärder tagits fram. I syfte att se hur Skanska ligger till i utvecklingen mot klimatneutralitet har även ett antal miljöcertifieringar granskats. På detta sätt kan certifieringarnas påverkan på projekt utvärderas och jämföras, såväl individuellt som emot Skanskas eget miljöverktyg, Gröna kartan.

För att genomföra undersökningen har vi använt följande metod: litteraturstudie med fokus på faktakällor och kommunala miljökonsekvensbeskrivningar, intervjuer med Skanska anställda och utomstående kunniga inom ämnet samt beräkningar för koldioxidutsläpp, koldioxidupptag och kostnad.

Utifrån dessa miljö- och ekonomibaserade beräkningar och undersökningar har olika resultat tagits fram. Tabellen i materialet som jämför certifieringarna med Skanska visar på att Gröna kartan beaktar allt i undersökningen när det kommer till byggrelaterade kategorier, dock tappar den när det kommer till sociala och ekosystemrelaterade ämnen.

Både byte av drivmedel och återvinning av massor på byggplatsen har påvisats vara bra lösningar gällande utsläpp. Vidare kom undersökningen fram till att återvinning av massor i projektet också är ekonomiskt gynnsamt, då många kostnader undviks. Beräkningar i rapporten visar också att kompensationsåtgärder som att plantera träd inte har någon stor påverkan vad gäller klodioxidupptag under vägens livstid

Nyckelord: global uppvärmning, materialåtervinning, miljöcertifieringar, hållbart bränsle, klimatprogram, miljökonsekvensbeskrivning, hållbarhet

THE ROAD TO BECOMING CLIMATE NEUTRAL

Strategies and compensatory measures in construction projects

Diploma Thesis in the Engineering Programme

Building and Civil Engineering

JOHAN FRANSSON

ERIK NORDGREN

Department of Energy and Environment

Division of Environmental Systems Analysis

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Gothenburg, as a town but also a municipality, are right now in the middle of drastic changes regarding infrastructure. Projects like Västlänken will contribute with both emissions and use of materials under its production time. In this diploma thesis, emissions from recycling and transportation for a city road will be investigated. Concerning these activities, both their climate influences and expenses, reasonable proposals for compensation measures have been made. A number of environmental certifications were also reviewed in order to see how Skanska is performing in the development towards climate neutrality. By doing this the certifications impact on projects can be evaluated, and then compared, both individually and against Skanska's own environmental tool, Gröna kartan.

To perform this study we used the following method: literature study with focus on facts sources and environmental impact assessments, interviews with Skanska employees and other external sources together with calculations on carbon dioxide emissions, carbon dioxide uptake and costs.

From these environmental and economically based calculations and surveys a result have been produced. The chart in the study that compares the environmental certifications to Gröna kartan shows that Gröna kartan takes everything in to account when it comes to construction related categories. However, it is not as complete in the social and ecosystem related aspects.

Both change of fuel and recycling of masses on site shows to be good solutions concerning emissions. The study also demonstrates that recycling of masses in projects is economically beneficial, since many costs are avoided. Calculations also show that trees as a compensation measure doesn't have a big impact in terms of carbon dioxide uptake during the lifetime of the road.

Keywords: Global warming, recycling, environmental certifications, sustainable fuel, climate program, environmental impact assessment, sustainability

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
<i>DIPLOMA THESIS IN THE ENGINEERING PROGRAMME</i>	III
ABSTRACT	III
INNEHÅLL	V
FIGURFÖRTECKNING	VII
FÖRORD	VIII
ORDLISTA	IX
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsning	2
1.4 Så här genomförde vi studien	3
2 KLIMATÅTGÄRDER OCH STADSVÄGAR I GÖTEBORG	4
2.1.1 FN s klimatprogram	4
2.1.2 Göteborgs stads arbete med klimatfrågor	4
2.1.3 Göteborgs klimatpåverkan	5
2.1.4 Göteborgs klimatprogram	6
2.1.5 Strategier för ett klimatneutralt infrastrukturnät i Göteborg	8
2.2 Livscykelanalys	9
2.2.1 Livscykeln för en väg	10
2.2.2 Olika sorters vägar	12
2.3 Klimatkompenserande åtgärder och vägens livscykel	12
2.3.1 Klimatkompenserande ekosystemtjänster	14
2.3.2 Bränsle och logistik i anläggningsfasen	15
2.3.3 Återvinning av material i driftsfasen	17
2.4 Roller i byggbranschen	18
2.5 Verktyg i planering och byggande	19
2.5.1 Klimatkalkyl	19
2.5.2 EPD	20
2.5.3 Miljömärkning av vägar och hus	21
2.6 Skanska	26
2.6.1 Vårt Sätt Att Arbeta	26
2.6.2 Klimatmål	27
2.6.3 Interna verktyg	27
3 METOD	30
3.1 Litteraturstudier	30
3.2 Data och ekvationer	30
CHALMERS , Energi och Miljö, Examensarbete	V

3.2.1	Beskrivning för jämförelsetabell	30
3.2.2	Beräkningsdata för utsläpp och upptag av koldioxid	31
3.2.3	Beräkningsdata för utsläpp av anläggningsmaskiner	36
3.3	Beräkningsdata för utsläpp och kostnad vid masshantering	36
3.4	Studiebesök och intervjuer	40
4	RESULTAT	41
4.1	Certifieringar	41
4.2	Kompensationsåtgärder	42
4.2.1	Plantering av träd	42
4.2.2	Alternativa drivmedel	43
4.2.3	Återvinning av Massor	46
4.3	Resultat från intervjuer	47
4.3.1	Trafikkontoret i Göteborg	47
4.3.2	Göteborgs Stads Parkering AB	48
5	ANALYS	49
5.1	Skanskas miljömål i förhållande till Göteborgs vision	49
5.2	Beställare kontra entreprenör	50
5.3	Klimatkompenserande åtgärder	52
5.3.1	Återvinning av massor	52
5.3.2	Olika typer av drivmedel	53
5.3.3	Upptag av koldioxid genom plantering av träd	54
5.4	Miljöcertifieringar	55
5.5	Vilka kriterier kan Gröna kartan kompletteras med	56
6	SLUTSATSER	58
7	STYRKOR OCH SVAGHETER	60
8	REFERENSER	61
9	BILAGOR	68

Figurförteckning

Figur 1- Jämförelse av utsläpp i Göteborg mot resterande Sverige	6
Figur 2 - Kategorier i Göteborgs klimatprogram.....	7
Figur 3 – Livscykelanalys.....	10
Figur 4 - En vägs livscykel kopplat till byggprocessen.....	11
Figur 5 - Exempel på livscykel för enskilda råvaror.....	12
Figur 6 - Utsläpp i samband med byggnation av olika vägtyper, värden tagna från (Statens väg och transportforskningsinstitut, 2010), illustrerad av författarna.	12
Figur 7 - Kompensationstrappan, bild baserad på fakta från (Göteborgs Stad, 2008) illustrerad av författarna	13
Figur 8 – Skadelindringshierarkin, bild baserad på fakta från (Naturvårdsverket, 2016) illustrerad av (Fransson & Nordgren, 2017)	14
Figur 9 - Utsläpp i koldioxidekvivalenter per kilometer för olika drivmedel (Energimyndigheten, 2016)	16
Figur 10 - Användning av olika drivmedel i Sverige (Energimyndigheten, 2016)	17
Figur 11 - Steg i byggprocessen.....	19
Figur 12 – Hållbarhetsstyrning, baserad på fakta från (Sweden Green Building Council, 2017), illustrerad av författarna.....	20
Figur 13 Skanskas Gröna Kartan (Skanska, 2017).....	28
Figur 14- Karta över Friggagatan (Google, 2017).....	32
Figur 16 - Sammanställning av utsläpp och upptag av koldioxid	42
Figur 17 - Jämförelse av utsläpp av koldioxid mellan olika drivmedel för en lastbil	43
Figur 18 - Jämförelse av utsläpp av koldioxid mellan olika drivmedel för en grävmaskin	44
Figur 19 - Jämförelse av utsläpp av koldioxid mellan olika drivmedel för en dumper.....	45
Figur 20 - Jämförelse av utsläpp och kostnad vid återvinning av massor	46

Förord

Detta examensarbete är skrivet för institutionen Bygg- och Miljöteknik på Chalmers tekniska högskola och ses som en avslutande del i utbildningen på byggingenjörsprogrammet. Totalt omfattar arbetet 15 högskolepoäng, och har pågått från januari 2017 fram till juni samma år. Arbetet genomfördes i samarbete med Skanska Väg och Anläggning Väst.

Först och främst vill vi rikta ett stort tack till Skanska för att vi fick skriva examensarbetet där. Mer specifikt vill vi också tacka vår handledare, Fredrik Olsson, samt övriga anställda för värdefullt stöd och hjälp men också visat intresse och avsatt tid genom hela arbetet. Vi vill även tacka vår handledare på Chalmers, Anna Nyström Claesson, för både tid, engagemang och värdefull feedback som hon bidragit med för att förbättra vårt arbete.

Göteborg juni 2018

Johan Fransson

Erik Nordgren

Ordlista

Klimatneutralitet – Innebär ett netto noll tillskott av klimatutsläpp med hänsynstagande till livscykelperspektivet.

Miljökonsekvensbeskrivning – Utredning som görs vid risk för miljöbelastande konsekvenser från ett byggprojekt. Genomförs för att ta reda på hur ett specifikt område kan påverkas.

Mellanlagringsplats – Yta som entreprenören antingen kan använda för förvaring eller där massor kan renas på egen hand innan det körs till deponi.

Slutdeponi – Permanent deponering av avfall på avgränsad plats, som är reserverad för detta ändamål.

Deponiavgift – Avgift som deponin tar för att ta emot material. Skiljer sig beroende på typ av material och föroreningsgrad.

Tredjepartsbedömare - En utomstående bedömare.

HVO – Hydrerad vegetabilisk olja

RME – Rapsmetylester

EPD, "*Environmental Product Declaration*" - *Miljövarudeklaration*

1 INLEDNING

År 2015 kom ” the Paris Agreement”, denna överenskommelse har som mål att stärka det globala samarbetet för att undvika en ökning av den globala uppvärmningen. Vid överenskommelsen sattes mål för hur mycket utsläppen skall minskas, där varje land ansvarar för att ta fram sin egen strategi för att uppnå målet. Sverige har därför upprättat en klimatstrategi med mål som skall uppnås. Utifrån dessa mål ställs krav på städer och kommuner (Regeringskansliet, 2017).

Göteborg är just nu inne i en period där staden står inför stora förändringar vad gäller infrastrukturen. I och med att det västsvenska paketet påbörjas kommer bland annat flera vägbyggnadsprojekt att påbörjas. Paketet kommer att bidra till att det blir lättare att ta sig fram genom staden och det kommer att ge en bättre och smidigare kollektivtrafik (Trafikverket, Göteborgs Stad, Göteborgsregionens kommunalförbund, Region Halland, Västra Götalandsregionen, 2017). De byggnationer som det västsvenska paketet medför kommer att bidra till utsläpp och användning av material under byggprocessen men även till utsläpp och föroreningar under dess verkanstid som väg.

Att bygga en väg är en process som i huvudsak består av tre delar. Projekterings-, bygg- och driftfasen. I var och en av dessa faser finns det processer som i allra högsta grad påverkar miljön. De kan exempelvis påverka beroende på hur väglinjen dras genom den befintliga miljön och att vägen utifrån det stör den biologiska mångfalden i området. Det kan också bero på antalet tunga maskiner som används och vad för bränsle dessa drivs av samt i vilken utsträckning man väljer att återvinna och hantera material som redan finns i närområdet. Under driftfasen bidrar vägen, genom att bara finnas till, till avgasutsläpp från belastande trafik. Den bidrar även genom att material som används i väggroppen slits och bryts ned och att dessa nedbrutna partiklar förs genom vind och regn ut i naturen där det kan vara skadligt för djur och växtlighet.

I samband med byggnation av flerbostadshus och kontorsbyggnader kan företag och dess byggnationer idag belönas med olika miljöcertifieringar, bland annat GreenBuilding, BREEAM och LEED. Dessa miljöcertifieringar är ett sätt för företag att visa att man jobbar för miljön och att profilera sig som ett miljötänkande företag ute på marknaden (Sweden Green Building Council, 2017).

Vid vägbyggnation är det som tidigare nämnt många delar av processen som påverkar miljön både direkt (maskiner och material) och indirekt (användning). Dock är miljöcertifiering utav anläggnings och infrastrukturprojekt inte alls lika etablerat som inom husbyggnad. Genom att införa liknande system för anläggningsprojekt skulle miljöfrågorna inom anläggningsidan få ett större fokus, där beställare kan sätta krav på ett miljöfokuserat byggande (Sweden Green Building Council, 2017).

Under de senaste åren har flera miljöcertifieringssystem tagits fram och syftet är att vara ett system för hållbarhetsbedömningar, värdering och utmärkelser inom mark- och anläggningsarbeten (CEEQUAL ltd., 2014).

Som byggsektorn ser ut i Sverige idag så bidrar den med hela 17 procent av Sveriges totala årliga utsläpp av växthusgaser, vilket motsvarar lika mycket som alla personbilar i hela landet. Om väg- och anläggningsprojekt granskas enskilt tillför den i sin tur 60 procent utav byggindustrins totala utsläpp. En stor del av denna klimatpåverkan kommer från fossila bränslen, vilket gör detta till en otroligt viktig punkt i arbetet med effektiviserande åtgärder. Detta kan vara att bland annat öka användningen av alternativa bränslen och effektivisera sin masshantering i projektet (Skanska, 2017).

Detta examensarbete kommer att jämföra och diskutera hur de olika certifieringarna kan påverka och driva anläggningsprojekt mot att bli klimatneutrala. Det kommer även att diskutera och analysera vilka åtgärder som är mest effektiva, både ur miljö- och kostnadssynpunkt, att genomföra för att nå klimatneutralitet. Fokus har även lagts på att studera klimatneutralitet, främst till följd av att Skanska har lagt upp mål om att bli klimatneutrala till år 2050, men även för att det passar speglar Göteborgs klimatmål och klimatprogram.

1.1 Bakgrund

Kommande år står Göteborg som stad och kommun inför stora förändringar vad gäller infrastrukturen. I och med att det västsvenska paketet påbörjas kommer bland annat flera vägbyggnadsprojekt att påbörjas. Paketet kommer att bidra till att det blir lättare att ta sig fram genom staden och det kommer att ge en bättre och smidigare kollektivtrafik (Trafikverket, Göteborgs Stad, Göteborgsregionens kommunalförbund, Region Halland, Västra Götalandsregionen, 2017). De byggnationer som det västsvenska paketet medför kommer att bidra till utsläpp och användning av material under byggprocessen men även till utsläpp och föroreningar under dess verkanstid som väg.

1.2 Syfte

Rapportens syfte är att utvärdera klimatkompenserande åtgärder i en stadsvägs livscykel. De frågeställningar som vi använder oss av är

- Vilka åtgärder har mest klimatkompenserande nytta socialt och ekonomiskt
- Hur bidrar miljöcertifieringar till ökad klimatkompensation
- Hur skall Skanskas Gröna Kartan utvecklas för att inkludera klimatkompensation

1.3 Avgränsning

Rapportens geografiska avgränsning innebär att endast projekt inom Göteborgs kommun behandlas. Exjobbet skrivs för Skanska Väg och Anläggning Väst som främst är verksamma inom göteborgsregionen. Arbetet fokuserar på en vägs byggprocess, det vill säga projektering, produktion och underhåll.

Avgränsningarna bygger på att miljöcertifiering och kompensationsåtgärder förekommer i dessa tre faser.

1.4 Så här genomförde vi studien

Arbetet har avgränsats till att bara hantera stadsväg och byggprocessens tre faser ur ett livscykelperspektiv. I studien genomfördes en litteratursökning och viss faktabaserad datainsamling. För att stödja resultat och slutsatser har intervjuer hos entreprenör och beställare utförts.

Arbetet med miljöcertifieringarna avgränsas till fem olika internationella verktyg, GreenRoads, BREEAM, Envision, CEEQUAL och SUNRA. Drivmedlen begränsas till tre olika sorters diesel. En sort helt utan annan inblandning, en med 7 % RME samt HVO diesel. Detta val gjordes då alla tre är vanligt förekommande i byggbranschen, vilket anses ge en mer exakt bild av förbättringen vid eventuellt byte av drivmedel.

I undersökningen av trädens upptagningsförmåga av koldioxid som en klimatkompenserande åtgärd, jämförs utsläppen från anläggningsmaskinerna under produktionen gentemot den mängd koldioxid som träden kan förväntas ta upp under livslängden. Arbetet med materialåtervinning avgränsas till att enbart titta på förorenade jordmassor, med vetskapen om att hanteringen av asfalt och betong kan bidra stort i strävan mot klimatneutralitet.

2 Klimatåtgärder och stadsvägar i Göteborg

2.1.1 FN s klimatprogram

I december 2015 ägde Förenta Nationernas klimatkonferens rum i Paris. Konferens var den största samlingen av världsledare någonsin. De samlades för att diskutera effekterna av människans olika aktiviteter som sker på jorden. Mötet ledde fram till ett avtal som alla världens länder förbinder sig till och de avser att alla länder ska bidra till en minskning av växthusgaser på jorden (Regeringskansliet, 2017). Gaserna koldioxid, lustgas, metan, fluorerande kolväten, perfluorkarboner och svavelhexafluorid är de som går under samlingsnamnet växthusgaser (Göteborgs Stad, 2014).

Det förväntade målet för avtalet var att den globala uppvärmningen skulle begränsas till under 2 grader fram till 2100. Målet överträffas av Parisavtalet som om det följs bedöms innebära en ökning av den globala uppvärmningen med 1,5 grad. Avtalet trädde i kraft årsskiftet 2015/2016 och binder alla världens länder, målet och kravet för avtalet är att alla länder ska börja arbetet för att minska utsläppen senast 2020 (United Nations, 2017).

För att nå målet om att de globala utsläppen av växthusgaser ska ner till noll fram till 2100 skall länderna ha ett gemensamt system för att redovisa resultat. Fattiga länder ska få hjälp att kunna begränsa sina utsläpp och anpassa sina samhällen till ett nytt och förändrat klimat. Stödet till dessa länder kan bestå av olika saker så som finansiering och fri tillgång till ny teknik. Målet utgår först och främst från att länder ska minska sina utsläpp på hemmaplan, långt utvecklade länder kan dock uppfylla sina åtaganden genom att finansiera och leda klimatprojekt i fattigare länder (Regeringskansliet, 2017).

Avtalet går ut på att alla länder själva skall upprätta en klimatplan, i klimatplanen sätter landet upp mål som gör att FNs mål blir nåbart. Tanken är att klimatplanen vart femte år skall ses över för att på så sätt öka ambitionsnivån för länderna (United Nations, 2017). Ur klimatplanen tas ett klimatprogram fram, det är en plan för hur arbetet skall ske för att nå klimatmålet. Målet i programmet kan uppmana till effektiviseringar i produktion och affärsutveckling som driver utvecklingen av ny teknik framåt (Göteborgs Stad, 2017).

2.1.2 Göteborgs stads arbete med klimatfrågor

Utsläpp av växthusgaser som dagligen görs genom mänskliga processer ligger på väldigt höga nivåer. Konsekvenserna av utsläppen är att den naturliga växthuseffekten ökar. Ökningen av den naturliga växthuseffekten gör forskare eniga om att människans aktiviteter i allra högsta grad bidrar till den pågående uppvärmning av jordklotet som just nu sker (Världsnaturfonden WWF, 2017). Den globala uppvärmningen är orsaken till smältande glaciärisar och till följd av detta ökade havsnivåer och blottade markytor. Uppvärmningen bidrar också till uppkomsten av extrema vädersituationer, vilka ödelägger samhällen under sin framfart. Eftersom förändringarna som sker inte bara är märkbara på den globala nivån finns det risk för att oväntade och extrema väder mer frekvent kommer att drabba städer som Göteborg (Världsnaturfonden WWF, 2017).

Inför klimatförändringarna som Sverige kan komma att utsättas för har regeringen utfört undersökningar av det svenska samhällets sårbarhet, i försök att bedöma kostnader för skador från dessa förändringar och vad skadorna skulle kunna innebära. Till följd av ökande nederbörd både under vår, höst och vinter skulle större delen av landet få problem med fler översvämningar samt havsnivåhöjning, jordskred, kusterosion och dammsäkerhet. Med en temperaturökning tilltar också risken för spridning av smittämnen, mikroorganismer och parasiter, vilket inte bara påverkar människors hälsa utan även kvalitén på råvatten täkterna. Detta är nära kopplat till skreden, då smittämnen som förekommer i jorden kommer att flyttas på ett annat sätt, och kan då förorena närliggande täkter, badvatten och bevattningsvatten. Vidare skulle Sverige också introduceras till nya sjukdomar som innan inte har funnits här. Utöver ovanstående hade skogstillväxten ökat avsevärt, varav anpassning hade krävts för att bevara biologisk mångfald (Regeringskansliet, 2007).

I en statlig utredning från 2005 fastslog Edman att bilen, biffen och bostaden är drivkraften för de ökade klimatförändringarna. Utredningen visade på ökad klimatpåverkan från transport, material och boende. Rapporten bidrog till att många ville hushålla med oljeförbrukning genom att byta till andra energisystem som pellets och bergvärme (Regeringskansliet, 2005). Edmans utredning vidareutvecklades av Världsnaturfonden baserat på människors konsumtion och klimatpåverkan. Utvecklingen ledde fram till ytterligare två bidragande kategorier. Orsakerna till människans bidragande delas nu in i 5 kategorier vilka är Butiken, bilen, biffen, bostaden och börsen (Världsnaturfonden WWF, 2017).

Butiken – behovet av att köpa nyproducerade saker, som kläder, skor och teknik, är en växande del av den klimatpåverkan som vi människor gör.

Bilen – behandlar de transporter som krävs för ett fungerande samhälle

Biffen – i samband med den stora efterfrågan på kött, är det stora utsläpp inom skogs- och jordbrukssektorn.

Bostaden – för att hålla våra bostäder varma om vintern och svala om sommaren går det åt mycket energi. Denna energi kommer ofta från väldigt utsläppsintensiva industrier.

Börsen – pengar som banker och pensionsfonder förvaltar åt konsumenter placeras i bolag som handlar med fossila bränslen som kol, olja och gas.

2.1.3 Göteborgs klimatpåverkan

Göteborg är Sveriges näst största stad med sina dryga 550 000 invånare (Ekonomifakta, 2017). Det är en företagstät kommun med stor variation av företag, allt från mindre verksamheter till stora industrier. Göteborgs hamn är Skandinavien största och bidrar till ett stort antal transporter på vatten och land (Göteborgs Hamn, 2017). Med det stora antalet industrier finns det en stor utmaning att minska utsläppen av växthusgaser och den påverkan som Göteborgs Stad har på miljön.

För att underlätta jämförelser mellan gaserna räknas de om till vad motsvarande mängd koldioxid, kallat koldioxidekvivalenter (Göteborgs Stad, 2014). I Göteborg

har vi stora koldioxid utsläpp jämfört med övriga Sverige, under 2011 släpptes 2,5 miljoner ton koldioxidekvivalenter ut i Göteborg. Av dessa 2,5 miljoner tonen var hela 93 procent koldioxid (Figur 1). De stora utsläppen av koldioxid beror till stor del på hamnen och dess transporter. I övriga Sverige var 79 procent koldioxid, andra växthusgasutsläpp var lustgas och metan, de har större dominans i andra delar av Sverige på grund av jordbruk (Göteborgs Stad, 2014).

UTSLÄPP I GÖTEBORG		UTSLÄPP I SVERIGE	
KOLDIOXID	93%	KOLDIOXID	79%
LUSTGAS	3%	LUSTGAS	11%
METAN	2%	METAN	8%
ÖVRIGA	2%	ÖVRIGA	2%

Figur 1- Jämförelse av utsläpp i Göteborg mot resterande Sverige

2.1.4 Göteborgs klimatprogram

”Göteborgs Stad ska vara en föregångare och visa att det är möjligt att leva gott utan att bidra till negativ klimatpåverkan”

Göteborgs Stad har satt som mål att vara i täten av städer för att hitta lösningar och åtgärder för att hantera klimatproblemen. Göteborgs klimatstrategiska program som ligger till grund för Göteborgs långsiktiga klimatarbete har syftet att vägleda politiker, tjänstemän och aktörer i Göteborgs Stad för framtida investeringar. Klimatprogrammet innehåller mål och strategier som tagits fram i samarbete mellan flera kommunala förvaltningar, bolag och forskare och skall hjälpa Göteborg att nå en hållbar utsläppsnivå av växthusgaser till år 2050 (Göteborgs Stad, 2014).

Klimatprogrammet sträcker sig från 2020 till 2050 och innehåller 9 strategimål som sträcker sig till år 2030. De 9 olika målen behandlar olika områdesinriktningar inom miljöarbetet och skall vara en mätsticka inför delmålen år 2035. Då staden vill kunna se och utvärdera resultat från det åtgärdsarbetet. Delmålen kommer att ge en indikation på hur staden lyckats och vad som måste förbättras för att nå de bestämda målen för år 2050 (Göteborgs Stad, 2014).

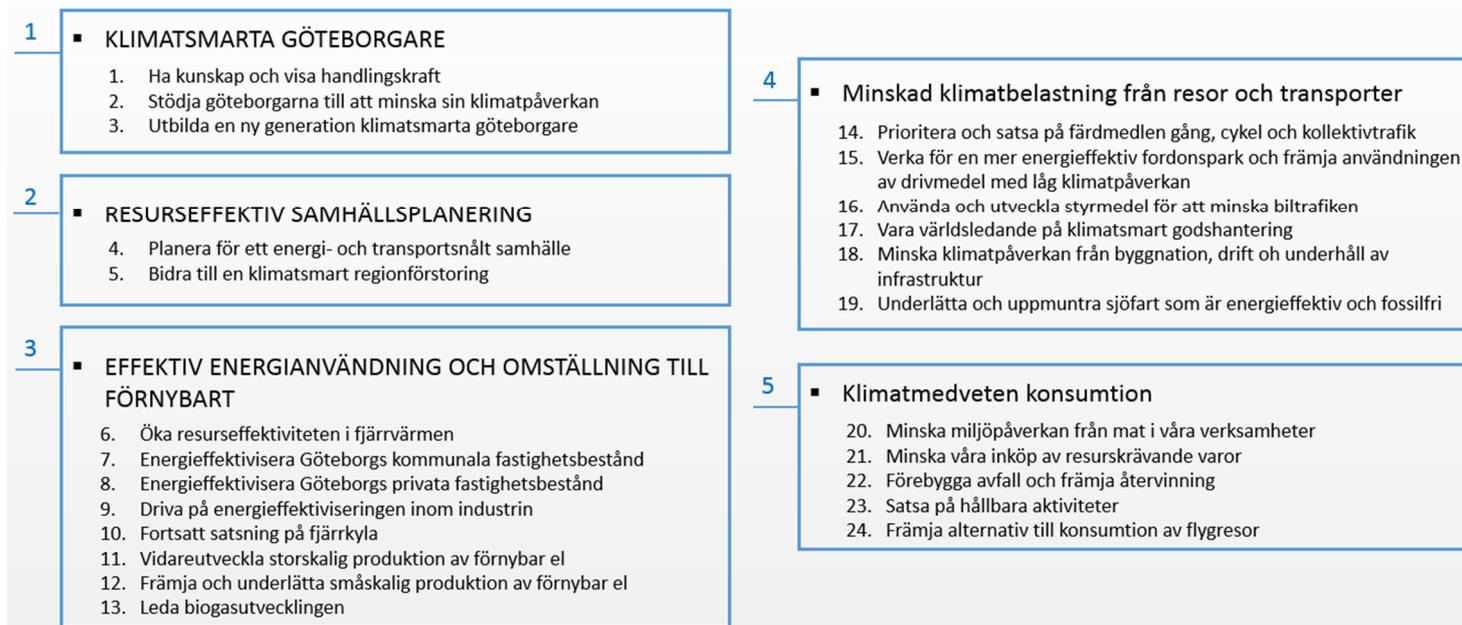
I klimatprogrammet finns en tydlig ansvarsfördelning mellan kommunens nämnder och styrelser som har uppgiften att omsätta strategierna till konkreta åtgärder. Eftersom strategierna är omfattande har mer än en nämnd eller styrelse satts som ansvarig för samma område, detta för att flera aktörer kan bidra till att åtgärderna genomförs. De åtgärder som tas fram med klimatprogrammet som grund skall införas i den handlingsplan som skall upprättas (Göteborgs Stad, 2014).

Det är planerat att strategimålen skall följas upp med treårsintervall, intervallet är valt för att det är mycket resurskrävande att varje år göra undersökningar och

utvärdera resultat och dels för att åtgärderna kan ha en viss fördröjning. Det är Miljö- och klimatanmänden som ansvarar för att uppföljning av mål och åtgärdsarbete sker i enlighet med vad klimatprogrammet säger. Uppföljningarna är en viktig del i att skapa kunskapsunderlag för samordning och budgetering inom klimatprogrammet (Göteborgs Stad, 2014).

Det finns stor sannolikhet för förändringar av de förutsättningar klimatprogrammet har som grund. Det kan därför bli aktuellt att revidera klimatprogrammet allteftersom arbetet fortskrider, till exempel när ny kunskap och teknik finns tillgänglig men också om oförutsedda förändringar i miljön inträffar, exempelvis ökade temperatur eller extrema vädersituationer (Göteborgs Stad, 2014).

De övergripande strategierna är inte specificerade åtgärder utan visar strategiska områden. Göteborgs Stads klimatprogram för åtgärder innehåller 24 strategier fördelade över 5 olika kategorier. För att nå de mål krävs mer än kommunens engagemang i frågan. Det är därför viktigt med delaktighet från näringslivet och invånarna i Göteborgs Stad. De 5 olika kategorierna (Figur 2) behandlar därför frågor som även rör invånare och aktörer i staden (Göteborgs Stad, 2014).



Figur 2 - Kategorier i Göteborgs klimatprogram

Klimatsmarta göteborgare – Staden skall genom kunskap och kloka handlingar inspirera och uppmuntra stadens invånare att förändra sina vanor till ett mer klimatsmart beteende. För att minska stadens klimatpåverkan behövs det att alla i staden är med och bidrar, genom styrmedel och tekniska lösningar skall staden göra det enkelt att leva gott utan att belasta klimatet.

Resurseffektiv samhällsplanering – I en växande göteborgsregion är en stor förutsättning för att staden skall utvecklas hållbart låga växtgasutsläpp. Staden behöver därför utnyttja infrastrukturen så effektivt som möjligt, hur samhället planeras skapar ramar för ett transportsnålt samhälle.

Effektiv energianvändning och omställning till förnybart – Ett steg i att minska klimatpåverkan är att minska den totala energianvändningen och byta ut de fossila energikällorna mot förnybara. Med mycket industrier och ett väl utbyggt fjärrvärmennät finns det goda förutsättningar till att ställa om inför framtiden.

Minskad klimatbelastning från resor och transporter – Som ett stort transportnav med Göteborgs Hamn som centrum har Göteborgs Stad en viktig roll i utmaningen att minska transportens utsläpp av växthusgaser.

Klimatmedveten konsumtion – Både den offentliga och privata sektorn behöver göra en omställning där det är viktigt med fokus på ökad klimathänsyn i upphandling och konsumtion. Många utav dagens slit och släng-produkter behöver ersättas av mer materialsnåla och återanvändbara produkter. Lokala aktiviteter och upplevelser ska bli attraktivare i jämförelse med långa resor och annan konsumtion.

2.1.5 Strategier för ett klimatneutralt infrastrukturnät i Göteborg

Området strategimål 4 "Koldioxidutsläpp från Göteborgs vägtransporter skall minska med minst 80% till år 2030 jämför med år 2010". Berör stadsvägar eftersom att transportsektorn står för ca 33 % av koldioxidutsläppen som sker i Göteborg är det av viktigt med förändringar inom området. För att uppnå målet om 80 % lägre koldioxidutsläpp visar undersökningar att det kommer krävas en minskning av biltrafiken med 25 % och detta oberoende av eventuella befolkningsökningar (Göteborgs Stad, 2014).

Även kategorin "Minskad klimatbelastning från resor och transporter" behandlar strategimål som kan göra utvidgningen av infrastrukturnätet mer klimatsmart (Göteborgs Stad, 2014).

Strategimål 14, "*Prioritera och satsa på färdmedlen gång, cykel och kollektivtrafik*", där trafikplaneringen utgår från fotgängare, cyklister och kollektivtrafik som skiljer sig från tidigare planering där bilen varit i fokus. För att göra andra färdmedel än bilen mer attraktiva för de kortare vardagsresorna, därför krävs ett sammanhängande cykelnät som gör det lätt för cyklisterna, tydliga stråk för fotgängare och en väl utbyggd kollektivtrafik som gör det lätt för människor att förflytta sig (Göteborgs Stad, 2014).

Strategimål 18, "*Minska klimatpåverkan från byggnation, drift och underhåll av infrastruktur för transport*", innebär att staden vill minska den direkta och indirekta klimatpåverkan från byggande, drift och underhåll av dagens transportsystem. Genom strategin vill staden öka sin kunskap om vilka material som används vid byggnation och drift av infrastrukturen. För att kunna ställa krav på hur entreprenörer skall jobba med klimatsmarta lösningar, materialval, arbetsmetoder och maskiner. För att minska transporterna inom byggnation

skall staden erbjuda mellanlagringsplatser där entreprenörer kan lagra och rena sina förorenade massor, ett mycket bättre alternativ än att skicka alla massor direkt till deponi (Göteborgs Stad, 2014).

För att genomföra denna strategi gäller det att staden formulerar upphandlingarna med ett tydligt fokus på klimatet, vilket kommer att gälla för både projektering och byggnation. Certifieringssystem och utsläppskrav kommer att bli en av flera metoder för att öka miljökraven för framtida vägbyggen inom göteborgsområdet. Strategin är tänkt att leda till minskade utsläpp och fokus på att välja mer resurseffektiva material i byggnadsprocessen (Göteborgs Stad, 2014).

I januari 1999 introducerades en ny miljölagstiftning, då 16 upphörande lagar behövde ersättas, och benämns som Sveriges miljöbalk. Miljöbalkens mål är att eftersträva en hållbar utveckling genom att bidra med övergripande lagar och krav som tar hänsyn till all miljöpåverkan. Dessa bestämmelser gäller alla, oavsett om det handlar om den enskilda individen eller verksamhetsutövare så som företagare och industrier. Av miljöbalkens fem grundstenar inriktar sig tre på att bevara värdefulla natur- och kulturmiljöer, där både biologisk mångfald och mark, vatten samt fysisk miljö täcks in (Naturvårdsverket, 2015).

Skyddsåtgärder något som exploitören är skyldig till att utföra och funktionen de har är att bevara befintliga funktioner och värden. Till skillnad från kompensationsåtgärderna som har i uppgift att återskapa värden och funktioner som går förlorade vid exploatering. Reglerna har uppkommit på grund av att kompensationsåtgärder inte ska överanvändas. Hade inte kraven funnits kunde kompensation använts som en ursäkt för att underlätta sitt eget arbete istället för att kompensera upp för ett försvunnet värde (Göteborgs Stad, 2008).

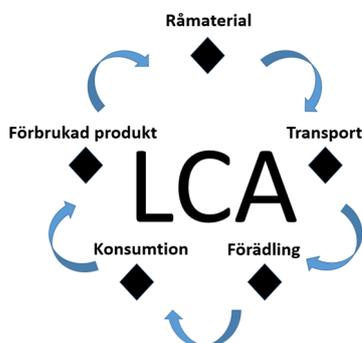
Olika platser har också olika funktion och värde. En miljökonsekvensbeskrivning skall göras om det finns risk för miljöbelastande konsekvenser från ett projekt. Miljökonsekvensbeskrivningar genomförs för att ta reda på hur ett område kan påverkas. Det är även viktigt att skilja på mänsklig-, ekologisk- och tekniska funktioner då denna utförs (Göteborgs Stad, 2008).

2.2 Livscykelanalys

Efterhand som samhällen har blivit mer medvetna om miljöfrågor och miljöproblem har det också blivit mer intressant att undersöka helheten istället för delprocesserna, och vidare har livscykelperspektivet som metod vuxit fram (Naturvårdsverket, 1999). Vanligtvis används en LCA som komplement till olika styrsystem gällande miljö och hållbarhet, och ger generellt inga exakta svar på egen hand. Exempel på sådana system kan vara miljömärkning och miljöledning (Sveriges Lantbruksuniversitet, 2017).

Livscykelanalys, eller *Life Cycle Assessment* (LCA), är ett verktyg för att skapa en helhetsbild av den totala miljöpåverkan som sker under en produkts livscykel. Med andra ord beskrivs produktens liv från råvaruutvinning, inklusive tillverkningsprocesser och användning, till avfallshantering. Hänsyn tas även till

alla transporter och all energiåtgång i mellanleden. Detta innebär att det i samtliga steg finns faktorer som borde uppmärksammas när man står inför valet att jämföra en produkt med en annan. På så vis kan den produkt med minst totala klimatpåverkan väljas ut. Generellt brukar detta kallas att följa flödena från "vaggan till graven" (Naturvårdsverket, 1999).



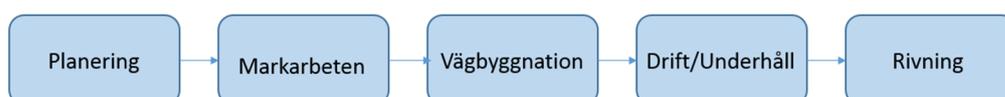
Figur 3 – Livscykelanalys

2.2.1 Livscykeln för en väg

Vägar kan skilja sig åt avsevärt utifrån flera olika faktorer, och ingen är identisk med en annan. I första hand blir omgivningen avgörande, då variationer på trafiksituationer, klimat och terräng påverkar vilken uppbyggnad vägen får i förhållande till materialåtgång och materielinnehåll. När ett sådant val görs medför det även att underhåll av vägen kommer skilja sig helt beroende på tidigare urval. På grund av detta kan det vara problematiskt att tillämpa en analysmodell som passar olika sorters vägar, och därför används livscykelanalysen i delprocesser för att enklare kunna studera de olika delarna (Swedish Environmental Research Institute, 2001).

En vägs livscykel sett ur byggperspektivet (Figur 4) inleds med projektering och planering, där fokus läggs på arbetsmoment som ger vägen rätt placering och konstruktion. Utöver det byggt tekniska är biologiska och ekologiska egenskaper också en viktig fråga som tas upp. Efter det tar byggnationen sin början. När vägen väl är färdigställd och öppnas för användning initieras drift och underhållningsarbetet, där det bland annat ingår skötsel av vinterväghållning, diken, beläggningsarbeten samt arbeten i vägkroppen. Den här fasen kommer sedan pågå den tiden som vägen nyttjas, hur mycket som görs beror till stor del på klimat och trafikbelastning (Swedish Environmental Research Institute, 2001).

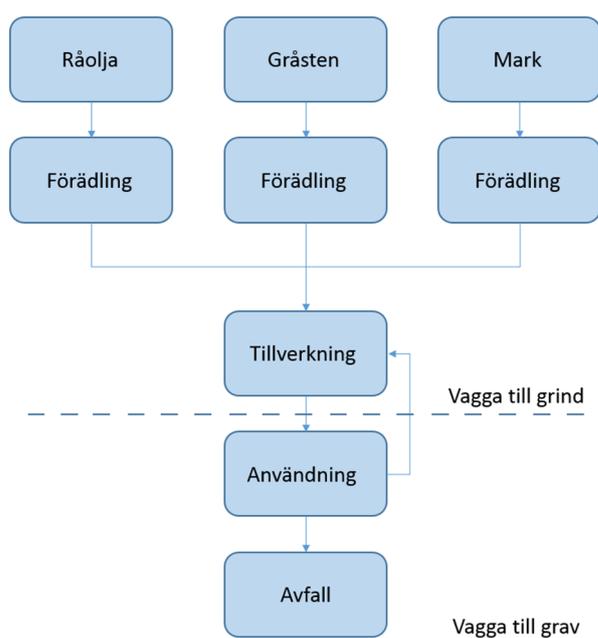
För de flesta konstruktioner är det sista steget i livscykeln antingen demontering eller renovering, men för en väg sker det ofta kontinuerligt underhåll och material byts succesivt ut. Detta gör att vägen kan leva vidare utan något specifikt slutdatum. I dimensioneringsskedet brukar det däremot handla om en livslängd mellan 20-40 år. På grund av det kontinuerliga underhållet kan det därför antas att inget eller ytterst lite av den ursprungliga vägen återstår efter livslängdens slut (Swedish Environmental Research Institute, 2001).



Figur 4 - En vägs livscykel kopplat till byggprocessen

En livscykelanalys framtagen av byggföretag fokuserar oftast bara på kriteriet vagga till grind (Figur 5) vilket innebär att företaget inte behöver ta hänsyn till användning och underhåll av vägen. För att nå klimatneutralitet måste ansvaret öka och hela livscykeln för de material som används måste beaktas. En komplett livscykelanalys skall enligt SETAC:s standard innehålla fyra specifika delar:

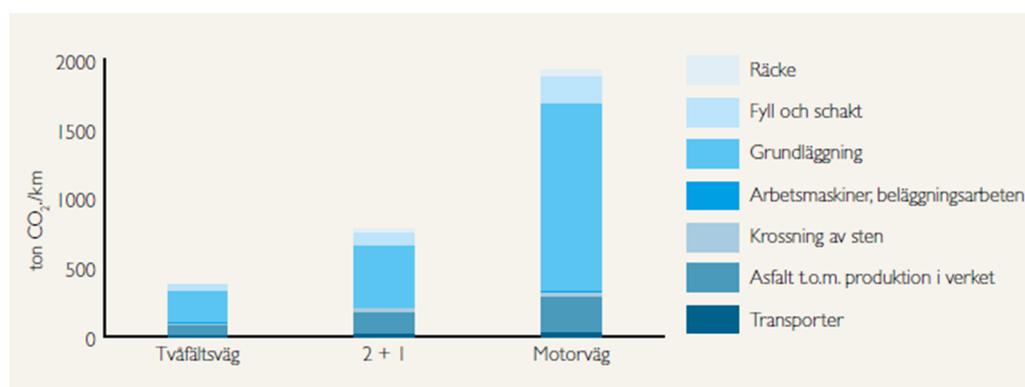
- **Målbeskrivning och avgränsning** – Metoder och avgränsningar beskrivs och motiveras, samt att målsättningen fastställs.
- **Inventeringsanalys** – Handlar om att både ta reda på vilka flöden som finns genom att exempelvis skapa ett flödesdiagram, samt att bedöma hur stora dessa flöden är. Här är det återigen viktigt att de data som tas fram är lämplig, både ur geografisk samt tidsmässig synpunkt.
- **Analys och värdering av klimatpåverkan** – Denna del kan ytterligare delas in i tre underkategorier, klassificering, karakterisering och värdering. I den första underkategorin, klassificeringen, bestäms de miljöpåverkningar som in- och utflödena skulle kunna vara orsak till. Flödena delas därefter in i något som kallas effektkategorier. Karakteriseringen fokuserar på att summera ihop de olika flödenas bidrag som ligger inom samma effektkategori. Dessa kategorier jämförs sen mot varandra med insikt i hållbarhets krav och mål, och det är detta som kallas värdering.
- **Analys och utvärdering av potentiella förbättringar** – Resultatet tolkas och en analys genomförs. Den måldefinition som sattes i början ska även uppfyllas (Swedish Environmental Research Institute, 2001).



2.2.2 Olika sorters vägar

Livscykeln för stadsvägar skiljer sig mot lands- och motorvägar. En motorväg anläggs på bar och oanvänd åkermark jämfört med en stadsväg som ofta byggs på tidigare väg. Detta beror vanligen på att det i centrala staden helt enkelt inte finns någon plats för att bygga nya gator på.

En annan jämförelse är till exempel skillnaden i klimatpåverkan mellan en stadsväg och motorväg. Det går att se att det sker avsevärt högre klimatpåverkan från ett motorvägsbygge jämfört med en tvåfältsväg (Figur 6), som en stadsväg vanligen är. Den stora skillnaden mellan de båda beror till stor del på grundläggningen vid motorvägsbygge. Det finns även andra parametrar som fyllning och schaktning, krossning av sten och uppsättning av räcken som spelar in vid byggnation av större vägar. Detta beror på att en motorväg har högre hastighetsbegränsning och mycket tunga transporter. Den höga hastigheten och trafikmängden bidrar också till att kraven på säkerhet och underbyggnad är högre vid byggnation av en motorväg än vid en stadsväg (IVA och Sveriges Byggindustrier, 2014).



Figur 6 - Utsläpp i samband med byggnation av olika vägartyper, värden tagna från (Statens väg och transportforskningsinstitut, 2010), illustrerad av författarna

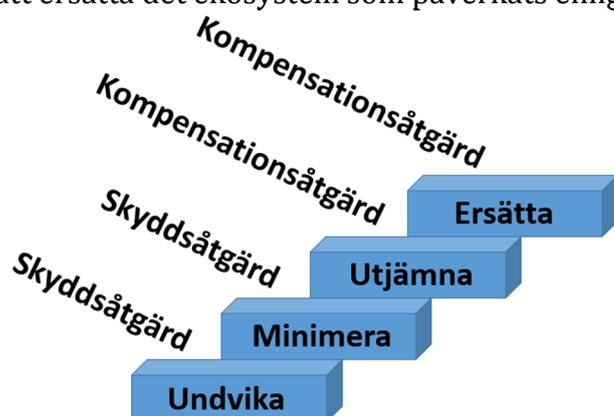
2.3 Klimatkompenserande åtgärder och vägens livscykel

Inom anläggningsbranschen finns det processer som transporter, tillverkning av material och arbetsredskap som innebär växthusgasutsläpp. Processerna är också ofta viktiga moment i projekt, exempelvis vid exploatering av nya områden där schakt och transport av jordmassor är oundvikligt. De kan därför inte helt uteslutas ur byggprocessen för att minska påverkan på klimatet. Om klimatneutralitet ska vara nåbart måste därför kompensationsåtgärder utföras. (Naturvårdsverket, 2016). Miljöbalken menar, från proposition (1997/98), att kompensationsåtgärder ska ses som "En skyldighet att utföra eller bekosta särskilda åtgärder för att kompensera det intrång i allmänna intressen som verksamheten medför" (Göteborgs Stad, 2008).

Att använda kompensationsåtgärder har blivit allt vanligare i Sverige men även internationellt. I Nederländerna införde de redan 1998 krav på ekologisk kompensation då intrång sker på skyddade områden. Liknande de krav som nu även ställs i Sverige, det finns dock ingen lagstiftning som hanterar

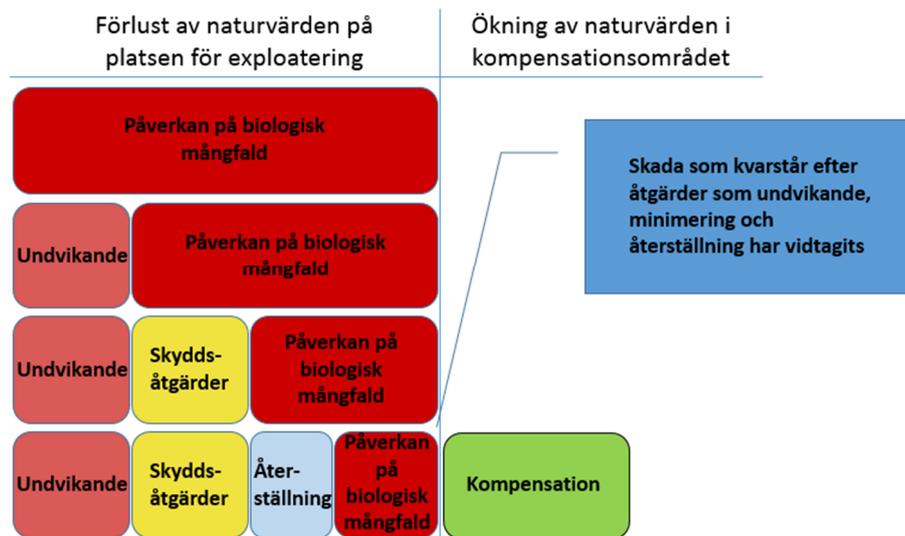
kompensationsåtgärder vid exploatering av områden utan skydd av miljöbalken (Göteborgs Stad, 2008).

Kompensationsåtgärder skall vara en sista utväg för att undvika påverkan på miljön. I första hand ska entreprenören alltid undvika eller på annat sätt minimera påverkan genom att vidta skyddsåtgärder. Om detta visar sig omöjligt ska eventuell kompensation ses över. Detta redovisas i en modell som är kallad "kompensationstrappan" (Figur 5) där första steget är att undvika negativ påverkan på miljön genom att vidta skyddsåtgärder. Steg två är att i största mån minimera den möjliga påverkan. Då intrång och påverkan på miljön sker säger steg tre att påverkan måste utjämnas genom kompensationsåtgärder. I värsta fall kan påverkan vara så stor på området att skyddsåtgärden kan komma att vara att ersätta det ekosystem som påverkats enligt steg fyra (Ruud Cuperus, 1999).



Figur 7 - Kompensationstrappan, bild baserad på fakta från (Göteborgs Stad, 2008) illustrerad av författarna

Exempel på kompensationsåtgärder för att utjämna eller ersätta befintliga ekosystemtjänster kan vara till exempel att anlägga och restaurera våtmarker, ta hänsyn till småvatten som tar emot vägdagvatten, anlägga passager för land och vatten levande djur. Genom förebyggande skyddsåtgärder som att byta bränsle och effektivisera materialåtervinning kan miljöpåverkan till följd av utsläpp minimeras. Skadelindringshierarkin (Figur 8) visar att det endast är undvikande som inte påverkar den biologiska mångfalden och att skyddsåtgärder och återställning har påverkan som måste kompenseras för.



Figur 8 – Skadelindringshierarkin, bild baserad på fakta från (Naturvårdsverket, 2016) illustrerad av (Fransson & Nordgren, 2017)

2.3.1 Klimatkompenserande ekosystemtjänster

En ekosystemtjänst är en produkt eller tjänst som människan erhåller från naturen. En ekosystemtjänst kan vara allt från jordbruk som erhåller spannmål eller träråvaror till tjänster som att pollinera växter, reglera klimatet samt rena luft och vatten (Naturvårdsverket, 2017). Skogen är en stor aktör för välbefinnandet av jordens klimat då träd och växter hjälper till med att, bland många andra saker, ta upp och binda koldioxid under tiden de växer. På grund av detta finns det inget annat ekosystem på land som utgör ett sådant enormt kolförråd som norra halvklottets skogsbälten (Naturskyddsföreningen, 2016). Ett moget träd kan ta upp cirka 21 kg koldioxid per år (American Forests, 2017).

Utöver koldioxidupptagning bidrar även träden med andra viktiga ekosystemtjänster, som enligt Svenska Miljöinstitutet kan arrangeras i fyra grupper:

Försörjande tjänster kallas också för producerande tjänster, och menar att träden bidrar med exempelvis biobränsle, timmer eller dricksvatten.

Stödjande tjänster kan vara effekter på markbördighet, fotosyntes samt att träden fungerar som biogeokemiska kretslopp.

Under **reglerande tjänster** ligger koldioxidupptagningen, men även kolinlagring, förbyggande av stormskador och vattenreglering.

Kulturella tjänster behandlar de mer sociala aspekterna så som mental och fysisk hälsa, estetiska värden samt vardagsrekreation och träningsaktiviteter (SkogsSverige, 2017).

Grönområde kan ha många olika betydelser och uppfylla diverse funktioner. Oftast ligger fokus på de ekologiska samt de sociala och hälsomässiga aspekterna, men de har även viktig teknisk funktionalitet till exempel grönområden. Som förutom luftrening tar hand om dagvatten men även bidrar med bullerdämpning (Göteborgs Stad, 2008).

Grönområden kan även ha en viss betydelse för omgivningen, mycket beroende på vilken plats den ligger på. Skulle den vara lokaliserad mitt i centrala staden har den som regel ett oerhört högt värde, då likartade miljöer inte är vanliga i närmiljön. Om detta ställs emot att ha ett liknande grönområde på landsbygden så skulle fortfarande funktionen vara densamma, men det är inte lika värdefullt eftersom det oftast finns flera grönområden runt om i omgivningen (Göteborgs Stad, 2008).

Kompensationsåtgärder ska därför ligga nära i tid, plats och värde. Med andra ord ska kompensationsåtgärden ske så snart som möjligt, i närheten och samtidigt ersätta det som har tagits bort med hänsyn till värde. Problemet som uppstår om inte detta följs är att bedömningen om kompensationen är rimlig i jämförelse med ingreppet blir mycket svårare (Göteborgs Stad, 2008).

2.3.2 Bränsle och logistik i anläggningsfasen

Inom anläggningsbranschen är det fastställt att transporter och maskiner av olika slag utgör en stor del av den totala klimatpåverkan i ett projekt.

Transporterna kan reduceras genom att planera väl och skapa en god logistikplan och genom att maskinförarna försöker köra miljövänligt. Eco Driving som det kallas är ett resurssnålt sätt att köra som bidrar till minskade koldioxidutsläpp men även en minskad bränslekostnad. I slutändan är det ändå drivmedlet som kommer att göra störst skillnad, genom att byta ut energikällan hos maskiner kan utsläppen minskas. Idag finns det alternativa drivmedel för bilar och maskiner. För tunga redskap och maskiner finns det alternativ som RME-diesel med upp till 50 procent inblandning av förnyelsebar råvara, HVO diesel som är 100 procent förnybar och el, som även den vid rätt tillverkning kan vara 100 procent förnyelsebar. Ett biobränsle har samma egenskaper som ett fossilt bränsle men är tillverkat från råvaror som sockerrör eller skogsavfall (Preem, 2016).

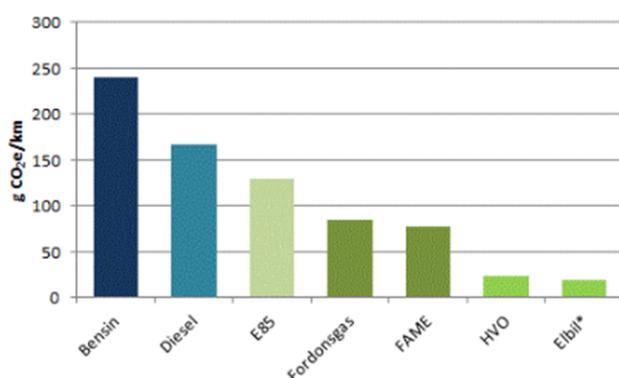
Hydrerad vegetabilisk olja, mer känt som HVO, är en biodiesel som produceras via vätebehandling av vegetabiliska oljor. Utöver växtolja kan även animaliska fetter från bland annat slaktavfall bidra till framställningen av HVO (ecoBRÄNSLE, 2017). Innehållet i biobränslet består av enbart hållbara och förnybara råvaror, vilket leder till att tillverkaren inte ersätter ett miljöproblem med ett annat. Till en början nyttjades exempelvis palmolja, denna har nu valts bort då den bidrog till illegal avverkning av regnskogen (Preem, 2017). HVO är kemiskt identisk med fossil diesel, vilket gör att den kan blandas med diesel i olika grader. Denna biodieselprodukt kan också helt ersätta fossil diesel i dieselmotorer, så om motorn går på diesel kan den köra på HVO utan att något behöver bytas ut eller ändras. Dock kan godkännande från fordonsleverantören krävas, då gällande dieselstandard inte helt är tillgodosedd. Vad som dessutom skiljer dessa dieselprodukter åt är att HVO inte är skadligt för vattenlevande organismer, samt att den är biologiskt nedbrytbar. Växthusgasutsläppen minskar

med hela 90 procent (Figur 9), där procentandelen kan variera beroende på vilka råvaror som används (ecoBRÄNSLE, 2017).

Rapsmetylester, fortsatt kallat RME, är en biodiesel som tillverkas av rapsolja. Framställningen sker genom omförestring, vilket är en kemisk process där glycerolen i rapsoljan ersätts med metanol. Internationellt benämns biodiesel FAME, som då är en grupp av ämnen där även RME ingår. FAME i sin tur står för fettsyrametylestrar (Svensk Raps AB, 2017).

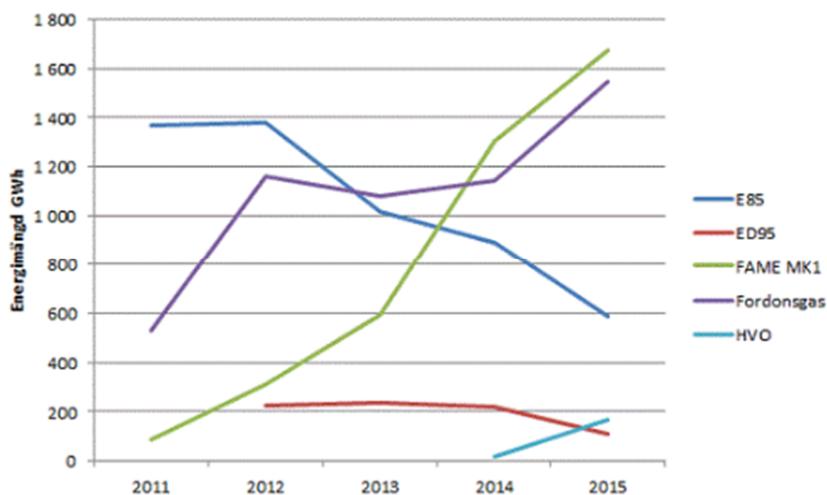
Det är en stor skillnad mellan HVO och RME, den förstnämnda går att använda rent i vanliga dieselmotorer. Om RME ska användas till 100 procent måste därför antingen ett separat distributionssystem byggas eller så måste fordonet ha en speciell motor, och detta är inte det mest kostnadseffektiva sättet. Som lösning på detta låg inblandas istället biodiesel, och till följd av det behöver inte systemet modifieras i maskinen (Svensk Raps AB, 2017).

För tillfället är det tillåtet att blanda in 7 procent biodiesel, och så har det varit sen den 1 maj 2011 enligt standard från EU. Tidigare var bara en 5-procentig inblandning tillåten. Om diesel eller bensin hade ersatts helt med RME, i en specialanpassad motor, minskar koldioxidkvivalentutsläppen med 70-80 procent (Svensk Raps AB, 2017).



Figur 9 - Utsläpp i koldioxidkvivalenter per kilometer för olika drivmedel (Energimyndigheten, 2016)

Efterhand som HVO blivit vanligare i Sverige har en enorm råvarupotential upptäckts. Detta är en restprodukt från skogsindustrin, som tillkommer när fibrerna i träet används till pappersmasseproduktionen. När fibrerna avlägsnas återstår en vätska, som kallas tallolja, och denna tar skogsindustrierna tillvara på. Talloljan utvinns ur det som kallas för svartlutet, vilket är ett samlingsnamn på det som förekommer i kådan. Oljan behöver sedan genomgå en process där den arbetas om till råtalldiesel, och denna produkt kan sedan vätebehandlas för att få ut slutprodukten HVO (Preem, 2017). Priset på vanligt fossil diesel och HVO diesel skiljer sig knappt åt. Om drivmedelspriserna undersöks på en vanlig bensinstation i Sverige, i detta fall Preem, så kostar de båda dieselsorterna i stort sett samma. 2017-05-11 låg drivmedelspriserna på 13.80 kr för Diesel utan någon inbladning och på 14.00 kr för HVO-Diesel. Att kostnaderna är så pass lika gör att användningen av biodiesel (Figur 10) kan öka vilket resulterar i att koldioxidutsläppen då minskar (Preem, 2017).



Figur 10 - Användning av olika drivmedel i Sverige (Energimyndigheten, 2016)

Skanska Sverige tillsammans med Volvo CE har inlett ett utvecklingsprojekt i samarbete med Energimyndigheten, Linköpings universitet samt Mälardalens högskola. Målet är att ta fram effektiva och energisnåla arbetsmaskiner för anläggningsbranschen. Till förklaring för varför Skanska deltar i projektet säger Andreas Sunesson, projektledare från Skanskas sida; "Projektet ligger i linje med Skanskas mål att minska användningen av fossila bränslen, förbättra arbetsmiljön och ligga i teknisk framkant" (SKANSKA, 2017).

HX1 är en typ av förarlös dumper som vid förprogrammering kör utvalda vägsträckor där utsläppen kan minskas med upp till 95% (SKANSKA, 2017). En hjullastare är också under utveckling den kallas LX1 och är en seriehybrid. Detta innebär att drivlinan går på elmotorer, hydrauliken är eldriven, vilket kräver en betydligt mindre dieselmotor (Volvo, 2017). En hjullastare i den här storleken hade i vanliga fall minst behövt en 14 liters motor, men LX1 klarar sig med 3,6 liter (Larsson, 2016). Volvo testar även grävmaskiner och transportband som är anslutna till elnätet, detta för att fullborda det eldrivna arbetsplatsystemet. Eldrivna entreprenadmaskiner leder till renare, effektivare och tystare arbete (Volvo, 2017).

2.3.3 Återvinning av material i driftsfasen

Att återvinna material till nyproduktion är en av de mest effektiva åtgärderna för att minska energianvändningen och på så sätt minimera klimatpåverkan (Återvinningsindustrierna, 2017). Inom anläggningsbranschen är jordmassor, asfalt och betong lämpliga material för återanvändning. Då jordmassorna kan vara förorenade, asfalt innehålla rester från tjärprodukter och betong kan vara armerat måste materialen genomgå åtgärder för att bli funktionsdugliga. När materialen renats och kvaliteten säkerställt är de lämpliga att återanvända i anläggningsprojekt där till exempel vägar, parkeringar eller hus skall byggas (Persson-Engberg, Strid, & Torring, 1999).

Massor kan beskrivas som överblivet material, exempelvis grus, jord eller lera, vilket uppkommit vid rivnings- eller exploateringsarbeten (Bernhardsson,

2017). Schaktmassor är dock inte ett definierat begrepp utan kan innehålla en mängd olika typer av avfall. De kan även vara av olika kvalitet gällande storlek och föroreningar (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2010).

Områden där materialet i marken klassas som miljöfarligt till följd av föroreningar behöver dock enligt (Bernhardsson, 2017) inte nödvändigtvis vara helt oanvändbart. Till och börja med får materialet en miljöfarlighetsklass. Utefter denna klassning tar sedan en deponi emot materialet mot en avgift som beror på föroreningsgraden. Vidare berättar (Bernhardsson, 2017) att här behöver inte allt material gå till tipp, utan viss återvinning kan göras själv. Det är krossmaterialet som varierar i storlek som kan utvinnas på plats, då de miljöfarliga ämnena sitter bundna i de mindre partiklarna av sand, grus och lera.

För att sortera ut de grövre fraktionerna används ett galler som kan släppa igenom material på 0-40 mm. Fraktioner större än 40 mm kan då sorteras ut ovanpå gallerstolparna, och genom detta kan upp till 70 procent av det ursprungliga materialet som skulle till deponi återanvändas (Bernhardsson, 2017).

Arbetet som sedan utförs på deponierna är att de tar emot miljöfarliga massor och renar dessa. De renade massorna säljs därefter som nytt material och de miljöfarliga ämnena skickas till slutdeponi (Bernhardsson, 2017). Om massorna skulle innehålla någon form av förorening så finns det tre olika föroreningsgrader som avgör vilken typ av avfall massorna bedöms som,

- A. Självklar föroreningssituation – en verksamhet där kemikalieanvändningen är definierad samt att massorna är väl undersökta.
- B. Oklar föroreningssituation – flera verksamheter, blandad användning av kemikalier samt att massorna inte är väl undersökta.
- C. Massorna innehåller ämnen vars användning är förbjuden (Länsstyrelsen Jönköping, 2004)

2.4 Roller i byggbranschen

Inom byggbranschen arbetar man mycket med kundanpassning och samproduktion. Varje uppdrag kan se olika ut och det kan därför vara svårt att effektivisera processer likt tillverkningsindustrierna. Detta är en av anledningarna till att byggbranschen ofta kopplas ihop med stora miljöeffekter som till exempel utsläpp av koldioxid (Konkurrensverket, 2014).

Till följd av stora offentliga investeringar inom anläggning och infrastruktur är ungefär 4 av 10 offentliga upphandlingar inom anläggningssektorn där stora beställare är Trafikverket och kommunala trafikkontor (Konkurrensverket, 2014).

Beställare som exempelvis Trafikverket har valt att satsa på projekt där en "renodlad beställarroll" anammats. Grunden för detta sätt att arbeta är att skapa förutsättningar till en ökad innovation och produktivitet samt överlämna ett större åtagande till leverantörerna. Genom detta sätt att arbeta skapar beställaren även förutsättningar för ökad konkurrens i projekt, där nytänkande företag kan slå sig in i anbudsskedet (Trafikverket, 2016).

I byggprocessen (Figur 11) är beställaren den person/organisation som fattar beslutet att starta ett projekt, beställaren sätter upp de projektspecifika kraven och kan på så sätt styra projektet. Genom att klart formulera mål och leda styrgruppens arbete kan beställaren i stora drag vara med och påverka parametrar som rör miljön redan i planeringsskedet, Steg 1 i byggprocessen. Beställaren bör fundera över konsekvenser och effekter som projektet kan komma att leda till, och utifrån dessa ställa krav för utsläpp, återvinning och andra miljöfrågor.

Under produktionen av en väg, steg 2 och 3, är det entreprenören ansvarar för att det uttalade målen från steg 1 skall uppnås. Det kan vara att återvinna jordmassor och andra material eller minska utsläppen från arbetsredskap med hjälp av alternativa drivmedel.

Vid drift och underhåll samt rivning, steg 4 och 5, behöver beställare och entreprenör utvärdera hur material i vägens uppbyggnad kan återvinnas för fortsatt bruk. Det kan till exempel vara att använda gammal asfalt för att tillverka ny.



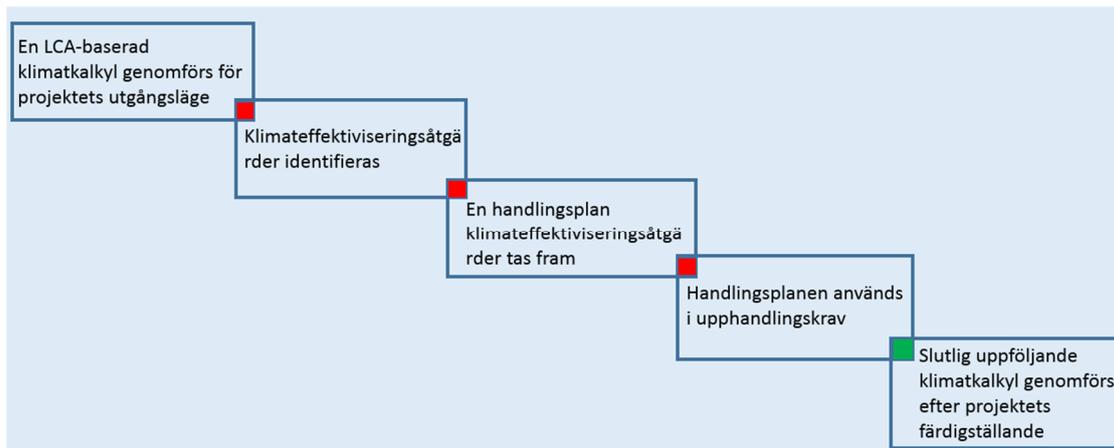
Figur 11 - Steg i byggprocessen

2.5 Verktyg i planering och byggande

2.5.1 Klimatkalkyl

Inom anläggningsbranschen ökar medvetenheten angående projektens resursförbrukning och bidrag till utsläpp av växthusgaser, som tillkommer från bland annat användandet av fossila bränslen, betong, stål och bitumen. På grund av detta enorma utnyttjande kan företag ur koldioxidsynpunkt vinna på att hitta lösningar som skulle innebära minskad användning eller alternativa utföranden (Sweden Green Building Council, 2017).

Till följd av detta pågår utveckling av metoder för att kunna följa upp mängden utsläpp som verksamheten bidrar med, och på så sätt driva projekt mot en ökad hållbarhet, där klimatkalkyler är exempel på en sådan metod. Denna förändringsprocess sker både för beställare men också för entreprenörer. Exempel på hur hållbarhetsstyrningen stegvis kan se ut i ett projekt kan ses i figuren nedan (Sweden Green Building Council, 2017).



Figur 12 – Hållbarhetsstyrning, baserad på fakta från (Sweden Green Building Council, 2017), illustrerad av författarna

Det finns tre specifika punkter som beskriver vad klimat kalkyler ska nyttjas för:

- Beslutsunderlag
- Underlag vid målstyrning, redovisning och rapportering
- Verktyg för att jobba systematiskt med klimat- och energieffektivisering inom infrastruktur (Trafikverket, 2016).

Många företag har sina egna utarbetade klimat kalkyler, men det finns även flera verktyg ute på marknaden. Trafikkontoret som exempel har utvecklat en version som är tillgänglig för alla, och som är anpassad för uträkningar kring energianvändning och klimatbelastning. Dessa uträkningar är gjorda för att kunna användas vid både byggnation, drift och underhåll (Sweden Green Building Council, 2017).

2.5.2 EPD

En EPD, eller ”*Environmental Product Declaration*”, är ett besiktningssintyg med information kring produkters miljöpåverkan. Då intyget är livscykelbaserat tas hänsyn till hela produktens process, från vagg till grav (The International EPD System, 2017). Vidare innebär det inte att en produkt är miljömässigt gynnsam bara för att en EPD existerar för den. Deklarationens syfte är enbart att förse jämförbara förklaringar om produkten, för att enkelt kunna bedöma en specifik produkts miljöprestanda (The International EPD System, 2017).

EPD är baserad på standarden ISO 14025 och är en miljövarudeklaration. Denna standard pekar ut att huvudmålet med miljödeklarationer är att informationen angående miljöprestandan ska leda till ökad tillgång och efterfrågan av produkter som har mindre påverkan på miljön. Ett viktigt verktyg för att nå detta mål är att använda EPD:er i upphandlingarna (The International EPD System, 2017). Om en EPD används korrekt har det även visats att den uppfyller ett antal principer som måste gälla vid offentlig upphandling enligt svensk lagstiftning:

- Lika behandling
- Öppenhet
- Icke-diskriminering
- Proportionalitet
- Ömsesidigt erkännande

2.5.3 Miljömärkning av vägar och hus

För att kunna gradera byggnationer ur ett hållbart, ekonomisk, miljömässig och socialt perspektiv finns det olika sorters miljöcertifieringar. Certifieringar finns och används i stor utsträckning för husbyggnationer, det finns även för mark- och anläggningsarbeten men används inte i samma utsträckning. De specifika hållbarhetscertifieringssystemen som finns för vägbyggnadsprojekt har olika inriktningar och fokus, men i det stora hela ska dem gemensamt bidra med att driva utvecklingen av anläggningsbranschen mot en ökad hållbarhet och ett hållbart tänkande (Sweden Green Building Council, 2017). De certifieringar som globalt försöker uppnå detta syfte, och som är mest aktuella i nuläget med hänsyn till utveckling, är CEEQUAL, SUNRA, BREEAM, IS Rating Scheme, Envision och GreenRoads (TRAFIKVERKET, SBUF, WSP, NCC, PEAB, SKANSKA, 2013).

Tabell 1 - Sammanställning av certifieringar för vägbyggnadsprojekt

	Sammanställning certifieringar				
	GreenRoads	BREEAM Infrastructure	Envision	CEEQUAL	SUNRA
Ursprungsland	USA	Storbritannien	USA	Storbritannien	Gemensam utveckling mellan länder i Europa
Certifiering för typ av projekt	Väg	Infrastruktur	Infrastruktur	Anläggning och infrastruktur	Väg
Typ av bedömning	Tredje parts certifiering	Tredje parts certifiering	Tredje parts certifiering	Tredje parts certifiering	Ramverk
Status	Fullt utvecklad och används i USA	Delvis utvecklad för användning i Storbritannien	Delvis utvecklad för användning i USA	Fullt utvecklad för användning i Storbritannien	Utveckling pågår för ett gemensamt system inom Europa
Internationell version	Pilotprojekt för utveckling i andra länder pågår	Nej	Nej	Ja, internationella manualer finns t.ex. för Sverige	Utvecklas för gemensam användning i Europa
Betygsnivåer	Brons Silver Guld Evergreen	Pass Good Very Good Excellent Outstanding	Brons Silver Guld Platina	Pass Good Very Good Excellent	SUNRA består ej av några obligatoriska ämnesområden och därför heller ingen form av poängsättning

Ursprungslandet påverkar urval och antal kriterier som systemet tar hänsyn till. På grund av skillnader vad gäller väder och klimat skiljer sig de olika systemen åt. Det är därför viktigt att ta hänsyn till land och landets förutsättningar när systemen jämförs. System har också olika inriktningar, några är endast inriktade på vägbyggnad medan andra tar hänsyn till hela uppbyggnaden av infrastruktur. Det varierar även hur systemen tillämpas och genom att använda sig av en tredjepartsbedömare får projektets bedömning ännu en nivå. Beroende på de olika nivåerna i betygssystemen kan ett projekt bli godkänt eller få ett ganska högt betyg utan att ta hänsyn till alla kategorier. Därför bör alla projekt sträva efter att nå det högsta betyget för att visa att det finns ett helhetsperspektiv på projektet.

Tabell 2 - Poänggrundande kriterier för de direkt byggrelaterade kategorierna

		Internationella certifieringar				
		GreenRoads	BREEAM Infrastructure	Envision	CEEQUAL	SUNRA
Projektstrategi	Upphandling & inköp	✓	✓	✓	✓	✓
	Klimatanpassning	✓	✓	✓	✓	✓
Projektledning	Upprätthålla ett system för att hantera miljöfrågor	✓	✓	✓	✓	✓
Markanvändning	Förhindra föroreningar i mark	✓	✓	✓	✓	✗
Vatten	Omhändertagande av dagvatten	✓	✗	✓	✗	✓
	Minska användandet av renat färskvatten i byggprocessen	✓	✓	✓	✓	✗
Användning av Resurser	Förhindra förorening av vatten (Färskt & Havsvatten)	✓	✓	✓	✓	✗
	Användning av återvunna material	✓	✓	✓	✓	✓
	Minska bortforslingen av massor från platsen	✓	✓	✓	✗	✓
	Minimera spill & maximera utnyttjandet av materialet	✗	✓	✗	✓	✗
	Utgå ifrån ett LCA-tänk vid upphandling av material	✓	✓	✗	✓	✗
Hantering av avfall	Upprätta en plan för hantering av det avfall som uppkommer	✓	✓	✓	✓	✓
	Förutsättningar för återvinning	✓	✓	✓	✓	✗
	Farligt avfall	✗	✓	✗	✓	✓
Transporter (Effekter)	Användning av regionala material	✓	✓	✓	✗	✗
	Minimera påverkan på samhällsfunktionerna	✓	✓	✓	✓	✓

Förklaring för de övergripande kategorierna;

Projektstrategi – Kategorin fokuserar på att arbetslaget ska vara insatta i projektet, och mer specifikt ska de även bli mer delaktiga i det hållbara arbetet. Målet är att detta ska leda till förbättringar i projekten. Bedömer även på vilket sätt som beställaren anknyter sitt kontrakt till hållbarhetsagendan för anläggningsprojekt.

Projektledning – Täcker hur klimat- och hållbarhetsproblematik integreras i ledningen av infrastrukturprojekt.

Markanvändning och landskapsutformning – Hanterar frågor som påverkar land, såsom optimal landanvändning, tidigare användning av platsen, föroreningar i marken samt landskapsdesign.

Vatten – Kontrollerar att vattenmiljön skyddas, att lagkrav följs och att förbättringar för vattenmiljön görs så gott det går. Med vattenmiljön menas både färskt- och havsvatten.

Användning av resurser – Reflekterar över frågor som berör livscykelanalysen, effektivisering av materialanvändning och minskning av avfall, farliga material samt framtida rivning och återvinning.

Hantering av avfall – Tar hänsyn till förberedelser som projektet gör angående avfallshantering, minimera påverkan som farligt avfall gör och eventuella förbättringar som kan göras för avfallshanteringen på plats.

Transporter (effekter) – Fokuserar på alla transportfrågor som kan tänkas uppstå i ett projekt, vilket i första hand innefattar projektets placering i relation till transportnätet och minimering av byggt transporter. Det berör även mindre självklara påverkningar i form av arbetsstyrkans resor samt hur projektet påverkar närliggande trafik.

Vidare kan det konstateras att alla certifieringar inte tar hänsyn till alla kategorier. Exempelvis är det inte poänggrundande att ta hand om och använda dagvatten i CEEQUAL och BREEAM Infrastructure. Fortsatt väljer inte heller GreenRoads, Envision eller Sunra att ge poäng för hur materialspill kan minimeras. Utöver det ger varken Sunra eller Envision poäng för att utgå från ett livscykelräkning vid upphandling av material.

I Envision och Sunra är det inte poänggrundande att upprätta en plan för hur farligt avfall skall hanteras vid byggarbetsplatsen. Utöver det tar inte heller CEEQUAL och Sunra upp värdet av att inhandla material regionalt och på så sätt minska transporter.

Tabell 3 - Poänggrundande kriterier för de socialt relaterade kategorierna

		Internationella certifieringar				
		GreenRoads	BREEAM Infrastructure	Envision	CEEQUAL	SUNRA
Projektstrategi	Innovation	✓	✗	✓	✗	✓
Projektledning	Eftersträva samarbete & "teamwork"	✓	✓	✓	✗	✗
Samhälle	Bevara historiska & kulturella resurser	✓	✓	✓	✓	✓
	Bevara allmänna ytor	✓	✗	✓	✓	✓
Ekologi och biologisk mångfald	Beskydda platser med högt ekologiskt värde	✓	✓	✓	✓	✓
	Bevara & skydda biologisk mångfald	✓	✓	✓	✓	✓
Klimat	Minimera utsläpp & Föroreningar	✓	✓	✓	✓	✓
	Utvärdera områdets resiliens	✗	✗	✓	✓	✗
	Utvärdera och analysera långsiktig anpassningsbarhet	✓	✓	✓	✓	✓
	Utvärdera och analysera kortsiktiga hot	✓	✓	✓	✓	✓

Projektstrategi – Projektstrategin i denna tabell syftar mer till innovation i projektet med både gröna lösningar och alternativa arbetsmetoder.

Projektledning – Här eftersträvas samarbete i projektet, med syfte att bli bättre tillsammans, och på så sätt nå ett bättre resultat.

Samhälle – Omfattar bevarande- och förbättringsåtgärder för att kunna hantera kulturhistoriska tillgångar.

Ekologi och biologisk mångfald – Berör inverkan på skyddade arter och områden med ekologiskt värde, även skapande samt bevarande av livsmiljöer.

Klimat – avser i första hand utsläpp av växthusgaser, men även hur det planeras inför framtiden, både genom anpassningsbarhet och hur hot kommer hanteras.

De sociala och ekosystemrelaterade kategorierna (Tabell 3) har flera kategorier som är identiskt bedömda av alla systemen, men tre underkategorier sticker ut. Ämnet innovation har både GreenRoads, Envision och SUNRA valt att göra poänggrundande, medans BREEAM och CEEQUAL istället valt att inte ta hänsyn till detta.

Vidare i tabellen kommer eftersträvan till samarbete, där BREEAM istället har lagt sin prioritering för poäng. Likaså har Greenroads och Envision. CEEQUAL har likt tidigare valt att inte ta poäng för denna kategori, tillsammans med SUNRA.

Slutligen har certifieringarna gjort skilda bedömningar när det kommer till klimat och områdets resiliens. Envision och CEEQUAL har sett denna kategori som viktig i sina system och i arbetet mot hållbarhet, samtidigt som resterande tre har valt att inte inkludera den.

2.6 Skanska

2.6.1 Vårt Sätt Att Arbeta

Vårt Sätt Att Arbeta, även kallat VSAA, har skapats med utgångspunkt ifrån Skanskas ledningsprocesser, där även affärs- och åtgärdsplaner medräknas. Det finns även stödjande processer som kompletterar exempelvis de specifika projekt- och produktionskapitlen i kärnverksamheten (Skanska, 2017).

Miljöledningssystemet fokuserar på tre viktiga områden, kvalitet, miljö och arbetsmiljö, som sätter standarden och idealbilden för hållbarhetsarbetet. Detta underlättar också säkerhetsställandet av att regler, krav och föreskrifter på miljöområdet tillgodoses. Förutom det kan projektspecifika krav ställas som är viktiga att beakta. Med hänsyn till kraven kan en miljöplan uträttas, som ingående redogör för Skanskas olika arbetssätt (Skanska, 2017).

Vidare finns det beskrivet mer i detalj vad som gäller inom de olika områdena inom Skanska, kallat "Vårt Sätt Att Bygga". Syftet är att samla de gemensamma kunskaperna och arbetsmetoderna på ett ställe, för att enkelt göra dem kommunicerbara för projekten. För väg och anläggning finns det tre huvudområden som går under kategorin produktionsmetoder, och dessa är normallägen, säkra arbetsmetoder och gröna lösningar (Skanska, 2017).

Normallägen – Efterhand som projekt genomförs och avslutas ansamlas en erfarenhet om hur arbetsmoment ska genomföras för att få ett så effektivt och lönsamt resultat som möjligt. Dessa beprövade exempel är det som kallas för Normallägen (Skanska, 2017).

Säkra arbetsmetoder – För att kunna genomföra ett arbetsmoment på ett, enligt Skanskas krav, säkert sätt har en lägstanivå införts, vilket säkra arbetsmetoder representerar (Skanska, 2017).

Gröna lösningar – Innebär att utförandet av en aktivitet resulterar i klimatutsläpp i lägre grad gentemot om samma aktivitet skulle genomföras på ett traditionellt sätt. Förutom att detta är bättre ur ett hållbarhetsperspektiv är ofta gröna lösningar också ekonomiskt gynnsamma (Skanska, 2017).

2.6.2 Klimatmål

Skanska har tagit sig an klimatförändringarna som en utmaning och har som ambition att leda utvecklingen mot ett klimatsmart byggande. Baserat på de mål som satts upp av Förenta Nationerna har Skanska antagit ett eget mål om att nå klimatneutralitet till 2050. Detta kommer att innebära ett netto noll tillskott av klimatutsläpp, med hänsyn taget till livscykelperspektivet (Skanska, 2017).

Med målet vill Skanska nå klimatneutralitet i hela produktionskedjan, det vill säga att allt från produktion, material, transport av material och hur underleverantörer agerar skall beaktas. Målet omfattar också att bygga för ett förändrat klimat, de projekt som Skanska producerar skall vara konstruerade för att klara det oavsett om det gäller hus, vägar eller anläggningar (Skanska, 2017).

Skanska vill genom sitt mål höja kraven och lyfta arbetet med leverantörer och underentreprenörer eftersom det är vid tillverkning av material som stora delar av utsläppen sker (Skanska, 2017). Skanska har redan idag projekt inom hus och infrastruktur som har en betydligt mindre klimat- och miljöpåverkan än de lagkrav som finns. Exempelvis projekt med asfalt och betong som producerats med hjälp av biobränslen för att minska energiåtgången (Skanska, 2017).

På Skanska ser man gärna att krav på klimatåtgärder från beställare ökar. Genom ökade krav tvingas innovativt tänkande fram. I framtiden kan innovativa lösningar komma att vara en drivande faktor, då entreprenörer som inte ligger i framkant i sitt miljöarbete kommer att ha svårare att uppnå kraven i anbudet för ett projekt (Bernhardsson, 2017). Johan Gerklev, hållbarhetschef för Skanska Sverige, säger såhär om ämnet; "Kanske borde politiker till och med, i upphandlingar, helt eliminera företag som inte säger att de ska bli klimatneutrala. Varför ska de ha möjligheten att bli leverantörer i en offentlig upphandling om de inte har samma målbild som de offentliga har med att minska utsläpp". Samtidigt är det motsatt effekt för entreprenörer med fokus på miljö och hållbarhet, för mindre konkurrens leder givetvis till mer potentiella anbudsvinster (Bernhardsson, 2017). Johan Gerklev nämner dessutom hur viktig kommunikationen med politikerna är, då de måste interageras och få en förståelse om vad som måste uppnås för att nå klimatneutralitet.

2.6.3 Interna verktyg

Inom Skanska används hjälpmedel och verktyg som är framtagna för att utvärdera den miljöpåverkan som ett projekt har. Företaget använder sig till exempel av klimatkalkyler för att få en bild av hur utsläppsbilden ser ut. Genom att granska kalkylen kan material och transport som bidrar till stora utsläpp i framtiden undvikas. Tillsammans med en ekonomisk kalkyl kan rimliga åtgärder göras där hänsyn tas till både ekonomi och miljö (Skanska, 2017).

Gröna Kartan är Skanskas eget verktyg utvecklat för att definiera hur Skanskas miljöarbete ser ut. Den introducerades 2009 med förhoppningen att kunna mäta utvecklingen på väg emot ett grönt byggande, men den har även följande användningsområden (Skanska, 2017):

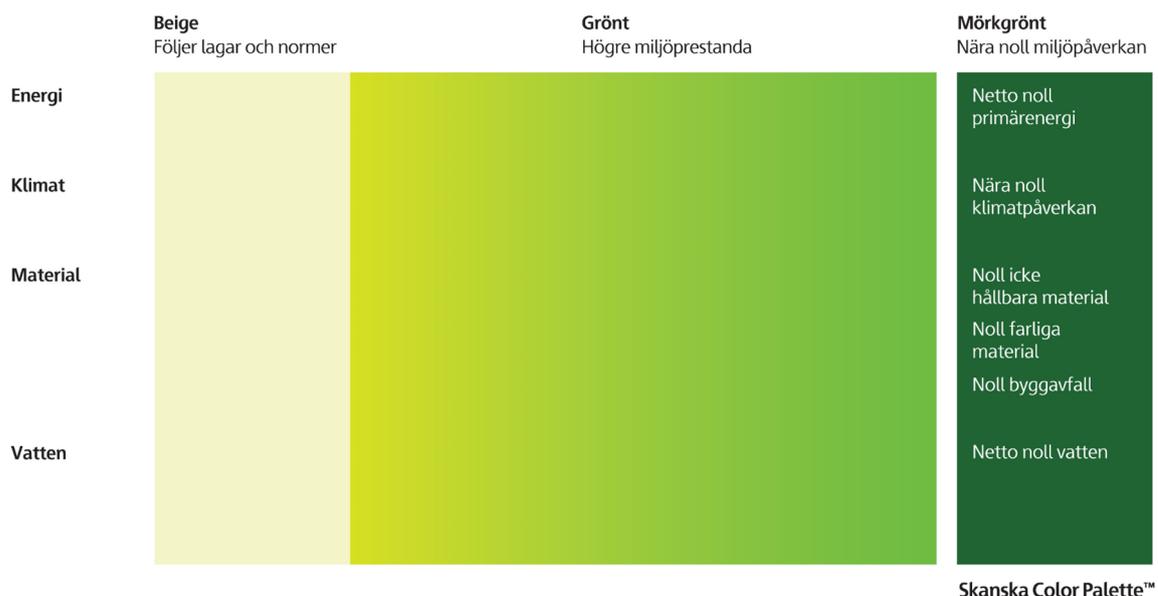
- Mått för andra villkor så som inkomst och klassningar.
- Ett strategiskt verktyg för att utveckla handlingsplaner och fastställa målsättning, vilket bidrar till ständig förbättring mot högsta klassningen i Gröna Kartan.
- Ett kommunikativt verktyg för att definiera projektens hållbarhetsfrågor samt kunna förmedla sin förbättring, utan att övervärdera prestationen.

Namnet Gröna Kartan är framtaget och relaterat till bedömningsmatrisen, som är en färgkarta med fyra fokusområden. Områdena är klimat, vatten, energi och material, inom vilka områden Skanska anser sig kunna göra störst klimatnytta (Skanska, 2017). Kartan är sedan schematiskt uppdelad i tre delar som representerar de olika färgerna beige, grönt och mörkgrönt, och det är med hjälp av dessa som en klassificering sker. För att kunna klättra i färgschemat finns det olika förbestämda milstolpar som ska nås, och dessa finns beskrivna i Gröna Kartan. Vad de olika färgerna betyder och skillnader sinsemellan ser ut som följer (Skanska, 2017).

Beige = Innebär att byggprocessen följer de föreskrifter, standarder och normer som råder, d v s inget miljö- och hållbarhetsarbete sker utöver det som är överenskommet (Skanska, 2017).

Grönt = Utöver att uppfylla föreskrifter, standarder och normer sker även arbete med Miljö- och hållbarhetsfrågor på egen hand i byggprocessen, men inte tillräckligt mycket för att nå en nära noll klimatpåverkan (Skanska, 2017).

Mörkgrönt = Beskrivs som framtidssäker. Byggprocessen har nära noll klimatpåverkan, vilket innebär att alla fyra fokusområden har genomgått en enorm förbättring. Det som är beskrivet ovan kan även ses i faktabild två nedan (Skanska, 2017).



Figur 13 Skanskas Gröna Kartan (Skanska, 2017)

Energi

Energin är en av huvudkategorierna som Skanska jobbar med på grund av utmaningarna kring effektiv energianvändning. För infrastrukturbranschen innebär detta att tillverka betong och asfalt på ett så energieffektivt sätt som möjligt. För att detta ska vara möjligt är också ett byte från diesel eller bensin till biobränslen ett måste (Skanska, 2017).

Klimat

Denna kategori inriktar sig på att, som det låter, minska byggbranschens påverkan på klimatet, där fokus ligger på koldioxidutsläpp. Till Skanskas hjälp för att uppnå detta har de drivit utvecklingen att skapa klimatkalkyler. Med resultaten ifrån dessa kan stora utsläppsposter urskiljas, vilket gör det möjligt kritisera valen och göra förbättringar, både för ekonomin och för miljön. Vanliga utsläppsposter där val kan utvärderas är mängden transporter, välja rätt material och reducera materialåtgången (Skanska, 2017).

Material

Vad det gäller material är det uppdelat i tre huvudområden; avfall, kemiska produkter samt materialval. Materialval kretsar kring att använda material som bibehåller sin funktion under byggnadens hela livslängd. Det är även viktigt att materialet är tillverkat nära arbetsplatsen, är lätt att återanvända samt att det inte består av några farliga ämnen. Men att välja rätt resurser är irrelevant ifall inte dessa används på ett effektivt sätt. Genom att ta hänsyn till detta innebär det inte bara en förbättring ur hållbarhetsperspektiv, utan det finns även ekonomiska vinster att hämta inom området (Skanska, 2017).

Vatten

Den fjärde och sista kategorin i Gröna Kartan är vattnet. Då vatten är ett globalt system, som sträcker sig längre än som kranvatten i våra kranar, är frågan så pass viktig att den står som ett eget miljömål för Skanska. Förutom att återanvända och återvinna vatten finns det en framtidsplan att utforma självförsörjande vattensystem. Detta leder inte enbart till bättre förutsättningar för Sverige utan bidrar också med hållbara lösningar till andra länder där rent vatten inte är en självklarhet (Skanska, 2017).

Beroende på användningsområde finns det skillnader gällande den mörkgröna zonen. Då avdelningarna Skanska Hus och Skanska Infrastruktur skiljer sig åt med hänsyn till milstolparna. Olikheterna rör till största delen fokusområdena energi och vatten och det har därför lett till att det finns två något olika versioner av Gröna Kartan. En av dessa avser då användning för husbyggnad och den andra för infrastrukturprojekt (Skanska, 2017).

3 Metod

3.1 Litteraturstudier

Inledningsvis utfördes en litteraturstudie där material hämtades från Chalmers biblioteks sökmotor, såväl rapporter som e-böcker och vetenskapliga artiklar. Som ett komplement till dessa faktakällor har miljökonsekvensbeskrivningar från projekt runt om i Göteborg använts, med begränsningen att projekten har genomförts från år 2000 fram tills idag. Miljökonsekvensbeskrivningarna finns att erhålla från kommunen, och läggs ut offentligt för allmänheten att ta del av. Internetkällorna har sedan studerats grundligt för att kunna samla in viktig information angående ämnet. Tillsammans med detta har handledning genomförts med kontaktperson på Chalmers respektive Skanska. Detta har gjorts med jämna mellanrum för att alla parter ska vara medvetna om vilket skede arbetet befinner sig i.

Litteraturstudien har i första hand behandlat ämnet miljö- och hållbarhetsfrågor, där fokus har legat på kompensationsåtgärder. Ingående i detta är också olika miljöcertifieringar gällande väg och anläggning. Med hjälp av samlat material och Skanskas egna miljömål inför år 2050 samt Gröna Kartan, har slutsatser dragits kring klimatneutralitet under nutidens vägprojekt. Utöver detta har enskilda aktiviteter i byggprocessen granskats mer i detalj, för att få en känsla för deras individuellt bidragande faktorer och utvecklingspotential.

Nyckelord som har använts:

- Global uppvärmning
- Kompensationsåtgärder
- Diesel, miljövänligt bränsle, HVO, elektriskt drivna maskiner
- Återvinning, materialåtervinning
- Klimatprogram, klimatpåverkan (i byggbranschen)
- Miljövarudokumentation
- Miljöcertifieringar
- Miljökonsekvensbeskrivning (MKB)
- Hållbarhet

3.2 Data och ekvationer

3.2.1 Beskrivning för jämförelsetabell

Jämförelse och utvärdering av miljöcertifieringarna sker i en tabell. För att öka förståelsen för vad som redovisas följer nedan en beskrivning såväl avseende vad specifik bedömning betyder som hur tabellen är uppbyggd med hänsyn till struktur.

- ✓ Certifieringsverktygen kommer att få en grön bock om de tar hänsyn till den aktuella bedömningskategorin.
- ✗ Skulle det utifrån vår tolkning framstå som oklart om ämnet i bedömningskategorin faktiskt är behandlat, eller om det helt enkelt inte utvärderas, får certifieringen ett rött kryss.
- ✓ Under huvudkategorin finns det kategorier som inte berörs inom certifieringen, således betyder en orange bock att det finns utvecklingspotential för bedömningssystemet.

I tabellen finns fält som visar huvudkategorierna, underkategorierna och vilka certifieringar som jämförs. För förklaring se bild nedan.

Tabell 4 - Förklaring av Jämförelsetabell för miljöcertifieringar

		Namn på Certifiering	Namn på Certifiering			
Huvudkategori	Underkategori	✓	✓	✗	✓	
	Underkategori	✗	✓	✓		

3.2.2 Beräkningsdata för utsläpp och upptag av koldioxid

För att jämföra utsläpp under byggnationsfasen mot hur en kompensationsåtgärd som att plantera träd har Friggagatan i centrala Göteborg använts som räkneexempel. Målet är att se hur träden längsmed denna gata fungerar som koldioxidupptagare och hur mycket av en miljöbesparing det egentligen är.

Beräkningar som görs baseras på följande fakta; Husplaceringar antas vara samma efter renovering som innan, vilket medför att även körbanans samt gång- och cykelbanans storlek antas bli till ytan samma både före som efter.

Beräkningarna kommer att baseras på den yta som Friggagatan utgör mellan Odinsplatsen i söder och hållplatsen svingeln i norr, sträckan mäts till 360 meter. Gatan består av en körbana med gång och cykelväg på båda sidorna, totalt blir körbana och trottoar 20 meter mellan huskropparna, vilket kan ses tydligare på figur 14 nedan.

Friggagatan

360 meter lång

40 träd, placering – gles



Figur 14- Karta över Friggagatan (Google, 2017)

På Friggagatan kommer de 40 träden att ta upp 840 kg koldioxid om året, då beräkningarna baseras på att ett träd, mellanstort till fullvuxet, kan ta upp cirka 21 kg koldioxid per år (American Forests, 2017).

Körfälten med refug i mitten och parkeringsfickor på sidorna utgör tillsammans 12 meter, resterande 8 fördelas på de två trottoarerna.

Total yta som beräkningarna kommer att baseras på är 7200 kvadratmeter. Varav 4320 kvadratmeter är körbana och 2880 kvadratmeter är trottoar.

Då det är en redan befintlig väg som beräknas byggas om görs antagandet att en del material som ligger i marken går att använda för att anlägga den nya vägen. Bilden nedan visar den typiska uppbyggnaden i en väg, och i beräkningarna för ombyggnation kommer antagande göras om att alla lager behöver göras om från grunden. Detta innebär att ytskiktet, sättgruset, slitlagret och bärlageret för ytan rivs och körs till deponi.

	Asfalt, 20-50mm
	Sättgrus, 20-50mm
	Slitlager, 50-100mm
	Bärlager, 200-300mm

Figur 15- Den typiska uppbyggnaden i en väg (Fransson & Nordgren, 2017)

För att genomföra ombyggnationen av Friggagatan krävs det följande moment:

Schakt av befintligt material i marken

- Ta upp ytskikt
 - På körbanor avser denna asfaltsbeläggning
 - På trottoar avser detta finplanerad yta med gatsten som beläggning

- Ta upp sättgrus och slitlager (svåra att skilja åt så de grävs upp tillsammans)
- Ta upp bärlager

Transport av material, från arbetsplatsen

- Använt material till ytbeläggning
 - Asfaltsbeläggning transporteras till deponi
 - Gatsten placeras på upplag, cirka 60 procent, för återanvändning, trasigt eller oanvändbart material transporteras till deponi
- Använt material till underbyggnad
 - Material transporteras till tipp

Transport av material, till arbetsplatsen

- Nytt material till underbyggnad
 - Bärlager
 - Slitlager
 - Sättgrus
- Nytt material till överbyggnad
 - Asfalt
 - Gatsten

Återfyllning av väggroppen

- Fyll och packning av bärlager
- Fyll och packning av slitlager
- Fyll och packning av sättlager

Utläggning av ytskikt

- Hantering och utläggning av gatstenar på trottoarer
- Utläggning av asfalt på körbanor

Tabell 5 – Bränsleförbrukning för olika anläggningsmaskiner

	Lastbil	Grävmaskin	Dumper	Vält	Asfaltsläggare
Bränsle förbrukning	Lastad: 5 liter/mil Olastad: 4 liter/mil	25 liter/h	15 liter/h	10 liter/h	30 liter/h

Beräkning av koldioxidupptag för träd kan ses nedan:

Koldioxidupptag om året (α) beräknas:

$$\alpha = \beta * \gamma \quad (\text{ek 1})$$

där β står för antalet träd längsmed Friggagatan och γ står för koldioxidupptagningen för ett träd i kilogram under ett år.

Typberäkning av utsläpp från en grävmaskin under ombyggnation kan ses nedan:

Antalet aktiva timmar för grävmaskinen (α) beräknas:

$$\alpha = \beta * \gamma \quad (\text{ek 1})$$

där β står för mängd hanterat material och γ står för grävmaskinens kapacitet per timma.

Bränsleåtgång för grävmaskinen (δ) beräknas:

$$\delta = \alpha * \varepsilon \quad (\text{ek 2})$$

där ε står för mängd bränsle som dras i liter per timma för grävmaskinen.

Totalt utsläpp för grävmaskinen (ζ) beräknas:

$$\zeta = \delta * \eta \quad (\text{ek 3})$$

där η står för antalet koldioxidekvivalenter per liter.

Typberäkning av utsläpp från en lastbil under ombyggnation kan ses nedan:

Antalet transporter för lastbilen (α) beräknas:

$$\alpha = \beta * \gamma \quad (\text{ek 1})$$

där β står för total vikt i ton för materialet och γ står för lastbilens kapacitet.

Total körsträcka lastad respektive olastad (δ) beräknas:

$$\delta = \alpha * \varepsilon \quad (\text{ek 2})$$

där ε står för avståndet som lastbilen behöver köra.

Bränsleåtgång för lastbilen ($\zeta_{L, \text{lastad}}$ och $\zeta_{L, \text{olastad}}$) beräknas:

$$\zeta_{L, \text{lastad}} = \delta * \eta \text{ respektive } \zeta_{L, \text{olastad}} = \delta * \theta \quad (\text{ek 3})$$

där η står för förbrukningen i liter per mil för en lastad lastbil och θ står för förbrukningen i liter per mil för en olastad lastbil.

Summering bränsleåtgång lastbil (κ) beräknas:

$$\kappa = \zeta_{L, \text{lastad}} + \zeta_{L, \text{olastad}} \quad (\text{ek 4})$$

Totalt utsläpp för lastbilen (λ) beräknas:

$$\lambda = \kappa * \mu \quad (\text{ek 5})$$

där μ står för antalet koldioxidekvivalenter per liter.

Typberäkning av utsläpp från en dumper under ombyggnation kan ses nedan:

Antalet transporter för dumpern internt på arbetsplatsen (α) beräknas:
 $\alpha = \beta * \gamma$ (ek 1)
där β står för total vikt i ton för materialet och γ står för dumperns kapacitet.

Total körsträcka för interna transporter (δ) beräknas:
 $\delta = \alpha * \varepsilon$ (ek 2)
där ε står för avståndet som dumpern behöver köra.

Bränsleåtgång för dumpern (ζ) beräknas:
 $\zeta = \delta * \eta$ (ek 3)
där η står för förbrukningen i liter per mil för en dumper.

Totalt utsläpp för dumpern (θ) beräknas:
 $\theta = \zeta * \kappa$ (ek 4)
där κ står för antalet koldioxidekvivalenter per liter.

Typberäkning av utsläpp från en vält under ombyggnation kan ses nedan:

Total yta i kvadratmeter som behöver vältras (α) beräknas:
 $\alpha = \beta * \gamma$ (ek 1)
där β står för ytan i kvadratmeter och γ står för antalet övergångar som välten gör.

Antalet aktiva timmar för välten (δ) beräknas:
 $\delta = \alpha * \varepsilon$ (ek 2)
där ε står för hur många kvadratmeter som välten klarar av per timma.

Bränsleåtgång för välten (ζ) beräknas:
 $\zeta = \delta * \eta$ (ek 3)
där η står för förbrukningen i liter per timma för en vält.

Totalt utsläpp för välten (θ) beräknas:
 $\theta = \zeta * \kappa$ (ek 4)
där κ står för antalet koldioxidekvivalenter per liter.

Typberäkning av utsläpp från en asfaltläggare under ombyggnation kan ses nedan:

Tid för en övergång med asfaltläggaren (α) beräknas:
 $\alpha = \beta * \gamma$ (ek 1)
där β står för den totala sträckan och γ står för asfaltläggarens kapacitet

Antalet aktiva timmar för asfaltläggaren (δ) beräknas:
 $\delta = \alpha * \varepsilon$ (ek 2)
där ε står för hur antalet övergångar som krävs.

Bränsleåtgång för asfaltläggaren (ζ) beräknas:
 $\zeta = \delta * \eta$ (ek 3)

där η står för förbrukningen i liter per timma för en asfaltläggare.

Totalt utsläpp för asfaltläggaren (θ) beräknas:

$$\theta = \zeta * \kappa \quad (\text{ek 4})$$

där κ står för antalet koldioxidekvivalenter per liter.

3.2.3 Beräkningsdata för utsläpp av anläggningsmaskiner

Detta görs med ändamålet att se hur utsläpp varierar från anläggningsmaskiner kopplat till olika sorters diesel. För att göra undersökningen så verklighetstrogen som möjligt har ett scenario byggts upp med hjälp av information från en arbetsledare ute i produktion. Scenariot bygger på en grävmaskin som används under produktion i en vecka. Antagande görs att maskinen går för fullt under 6 timmar om dagen av den 8 timmar långa arbetsdagen.

Den ungefärliga beräkningen av utsläpp sker avseende en 40 tons grävmaskin, denna drar ca 25 liter per timma vid aktiv körning (Bernhardsson, 2017).

De olika drivmedlen släpper ut varierande mängder koldioxidekvivalenter, både beroende på vilket sorts diesel och var i livscykeln dessa undersöks.

Ekvationerna som användes för beräkningarna kan ses nedan:

Antalet aktiva timmar på en vecka (α) beräknas:

$$\alpha = \beta * \gamma \quad (\text{ek 1})$$

där β står för antalet aktiva timmar på en dag och γ står för antalet arbetsdagar.

Bränsleåtgång för maskinen (δ) beräknas:

$$\delta = \alpha * \varepsilon \quad (\text{ek 2})$$

där ε står för mängd bränsle som dras i liter per timme.

Totalt utsläpp under processen (ζ) beräknas:

$$\zeta = \delta * \eta \quad (\text{ek 3})$$

där η står för antalet koldioxidekvivalenter per liter.

3.3 Beräkningsdata för utsläpp och kostnad vid masshantering

Liknande ovan undersöks masshantering på plats kontra deponi för att urskilja olikheter ur utsläppssynpunkt. Men här kommer även den ekonomiska aspekten att tas hänsyn till, genom att granska kostnaden av de olika processerna. Beräkningarna kommer att bygga på ett scenario där massor väljs att siktas på plats för att sedan återvinnas istället för att skicka alla massor till deponi.

Tabell 5 - Beräkningsdata för utsläpp och kostnader vid masshantering

	Lastbil	Grävmaskin	Dumper	Sikt
Kapacitet	30 ton/lass	4,5 ton/skopa (3 m ³)	15 ton/lass	250 ton/h
Bränsleförbrukning	Lastad: 5 liter/mil Olastad: 4 liter/mil	25 liter/h	15 liter/h	25 liter/h
Kostnad	Bränslekostnad transport 13,80 kr/liter Deponiavgift 50 kr/ton	630 kr/h	420 kr/h	
Avstånd	Avstånd till deponi är 4 mil		Intern körning till lagringsplats 500 meter	

Att sikta på plats tar 3 minuter/skopa och i beräkningen antas att 70 procent av massorna återanvänds och att 30 procent går till deponi. Total mängd massor som behandlas i projektscenariot antas vara 300 ton.

Beräkning av utsläpp från transport av massor till deponi kan ses nedan:

Antalet transporter lastbilen behöver genomföra (θ) beräknas:

$$\theta = \kappa / \lambda \quad (\text{ek 4})$$

där κ står för andelen massor i ton som behandlas i projektet och λ står för lastkapaciteten som maskinen har.

Total körsträcka lastad respektive olastad (μ) beräknas:

$$\mu = \theta * \pi \quad (\text{ek 5})$$

där π står för avståndet som maskinen behöver köra.

Bränsleåtgång för maskinen (lastbil) ($\delta_{L, \text{lastad}}$ och $\delta_{L, \text{olastad}}$) beräknas:

$$\delta_{L, \text{lastad}} = \mu * \rho \quad \text{respektive} \quad \delta_{L, \text{olastad}} = \mu * \varsigma \quad (\text{ek 6})$$

där ρ står för förbrukningen i liter per mil för en lastad lastbil och ς står för förbrukningen i liter per mil för en olastad lastbil.

Summering bränsleåtgång lastbil (σ) beräknas:

$$\sigma = \delta_{L, \text{lastad}} + \delta_{L, \text{olastad}} \quad (\text{ek 7})$$

Tidsmässig användning av sikt (τ) beräknas:

$$\tau = \kappa / \lambda \quad (\text{ek 8})$$

Bränsleåtgång för maskinen (sikt) (δ_s) beräknas:
 $\delta = \tau * \varepsilon$ (ek 9)

Bränsleåtgång för maskinen (grävmaskin) (δ_G) beräknas:
 $\delta = \tau * \varepsilon$ (ek 10)

Bränsleåtgång för maskinen (dumper) (δ_D) beräknas:
 $\delta = \tau * \varepsilon$ (ek 11)

Summering av total bränsleåtgång under processen (φ) beräknas:
 $\varphi = \sigma + \delta_s + \delta_G + \delta_D$ (ek 12)

Totalt utsläpp under processen (ζ) beräknas:
 $\zeta = \varphi * \eta$ (ek 13)

Beräkning av kostnad från transport av massor till deponi kan ses nedan:

Bränslekostnad lastbil (ψ) beräknas:
 $\psi = \sigma * \omega$ (ek 14)
där ω står för kostnad per liter för drivmedlet.

Kostnad att lämna massorna på deponin (A) beräknas:
 $A = \kappa * B$ (ek 15)
Där B står för kostnaden per ton som deponin tar i avgift för att ta emot materialet.

Total kostnad under processen (C) beräknas:
 $C = \psi + A$ (ek 16)

Beräkning av utsläpp från återvinning av massor på byggarbetsplatsen kan ses nedan:

Antalet interntransporter dumpern behöver genomföra (D_1) beräknas:
 $D_1 = \kappa / \lambda$ (ek 17)

Total körsträcka lastad respektive olastad (μ) beräknas:
 $\mu = D_1 * \pi$ (ek 18)

Bränsleåtgång för maskinen (dumper) (δ_D) beräknas:
 $\delta_D = \mu * E$ (ek 19)
där E står för mängd bränsle som dras i liter per mil.

Antal skopor det tar för grävmaskinen att lasta allt material i sikten (F) beräknas:
 $F = \kappa / \lambda$ (ek 20)

Tidsåtgången då grävmaskinen lastar material till sikten (G) beräknas:
 $G = F * H$ (ek 21)

där H står för tiden det tar att fylla och tömma en skopa.

Bränsleåtgång för maskinen (grävmaskin) (δ_G) beräknas:

$$\delta_G = G * \varepsilon \quad (\text{ek 22})$$

Andel massor i ton som ska köras tillbaka och återanvändas med dumpern (I) beräknas:

$$I = \kappa * J \quad (\text{ek 23})$$

där J står för den procentuella andel av de totala massorna som går att återvinna.

Antalet interntransporter dumpern behöver genomföra efter siktningen (D_2) beräknas:

$$D_2 = I / \lambda \quad (\text{ek 24})$$

Total körsträcka lastad respektive olastad efter siktningen (K) beräknas:

$$K = D_2 * \pi \quad (\text{ek 25})$$

Bränsleåtgång för maskinen (dumper) efter siktning (δ_{D2}) beräknas:

$$\delta_{D2} = K * E \quad (\text{ek 26})$$

Andelen förorenade massor som måste köras till deponi (L) beräknas:

$$L = \kappa * M \quad (\text{ek 27})$$

där M står för den procentuella andelen av de totala massorna som är förorenade.

Antalet transporter lastbilen behöver genomföra (θ) beräknas:

$$\theta = L / \lambda \quad (\text{ek 28})$$

Total körsträcka lastad respektive olastad (μ) beräknas:

$$\mu = \theta * \pi \quad (\text{ek 29})$$

Bränsleåtgång för maskinen (lastbil) ($\delta_{L, \text{lastad}}$ och $\delta_{L, \text{olastad}}$) beräknas:

$$\delta_{L, \text{lastad}} = \mu * \rho \quad \text{respektive} \quad \delta_{L, \text{olastad}} = \mu * \varsigma \quad (\text{ek 30})$$

Summering bränsleåtgång lastbil (σ) beräknas:

$$\sigma = \delta_{L, \text{lastad}} + \delta_{L, \text{olastad}} \quad (\text{ek 31})$$

Summering av total bränsleåtgång under processen (φ) beräknas:

$$\varphi = \delta_D + \delta_G + \delta_{D2} + \sigma \quad (\text{ek 32})$$

Totalt utsläpp under processen (ζ) beräknas:

$$\zeta = \varphi * \eta \quad (\text{ek 33})$$

Beräkning av kostnad för att sikta materialet på byggarbetsplatsen kan ses nedan:

Kostnad grävmaskin (N) beräknas:

$$N = O * P \quad (\text{ek 34})$$

där O står för kostnaden per timma för grävmaskinen och P står för antalet timmar den används.

Kostnad dumper (Q) beräknas:
 $Q=R * P$ (ek 35)
där R står för kostnaden per timma för dumpern.

Bränslekostnad lastbil (ψ) beräknas:
 $\psi=\sigma * \omega$ (ek 36)

Kostnad att lämna massorna på deponin (A) beräknas:
 $A=L * B$ (ek 37)

Total kostnad under processen (C) beräknas:
 $C=N + Q + \psi + A$ (ek 38)

3.4 Studiebesök och intervjuer

Genom samarbetet med Skanska har intervjuer ordnats inom Väg och Anläggningsavdelningen. Detta har medverkat till en djupare förståelse och mer information angående anläggningsarbeten, både översiktligt och mer specifikt.

Totalt utfördes fyra intervjuer, varav två av dessa var med anställda på Skanska. De andra två intervjuerna var med representanter från beställarsidan. Vid intervjuerna på Skanska låg fokus på materialåtervinning och hur man kan jobba för att återvinna. Men också om miljöcertifieringar, mer specifikt CEEQUAL, och hur hållbarhet hanteras ur en entreprenörs perspektiv.

Agendan för båda beställarintervjuerna var lika, med syfte att få perspektiv på hur beställarna uppfattar entreprenörernas klimatarbete. Vi efterfrågade också mer specifikt vilka krav som beställs från beställarens sida och hur detta påverkar entreprenörens arbete och ageranden.

Intervjuerna förbereddes med frågor, för att få ut så mycket som möjligt från denna. Vissa frågor användes i flera intervjuer för att få ett bra perspektiv, medan andra var mer specifikt inriktade på ett område. Frågeformulären bifogas i bilagor F, G, H och I. Intervjuerna spelades in med hjälp av mobil eller dator, för att senare kunna lyssna tillbaka och hämta information. Intervjuer tog mellan 60-75 minuter.

Efter intervjuerna gjordes en återkoppling till besöket. Detta utfördes så kort efter kontakten som möjligt, då informationen fortfarande var aktuell i minnet. Återkopplingen bestod av att skriva ner det som sades under intervjun, med hjälp av ljudfilen och andra anteckningar som togs.

Utöver detta tog vi kontakt med sju deponier via mail, med frågor angående bränsleförbrukning för sikten på en deponi samt deponiavgifter. Svar återkom från tre av deponierna, men bara ett av svaren tog upp det som eftersöktes och detta var ifrån SUEZ Recycling AB. Mailet var skickat från Anders Borgmark.

4 Resultat

4.1 Certifieringar

I tabellen nedan kommer GreenRoads, BREEAM Infrastructure, Envision, CEEQUAL, SUNRA att jämföras emot varandra. Gemensamt för alla är att de är internationella verktyg för certifiering av vägar och infrastruktur, och mot dessa kommer Skanskas egna miljöverktyg Gröna kartan ställas. Detta kommer ge oss möjligheten att se hur Skanska ligger till i sitt miljöarbete gentemot existerande system, samt kunna föreslå förbättringar för Gröna kartan.

Vi har valt att dela upp huvudkategorierna i två olika tabeller. En tabell som jämför de direkt byggrelaterade aspekterna för de olika certifieringssystemen. Den andra tabellen jämför hur de olika systemen behandlar de sociala och ekosystemrelaterade parametrarna.

Vid denna jämförelse är det huvudkategorierna som samlat får ett betyg utifrån de utvärderade underkategorierna. Då Skanskas specialframtagna Gröna Kartan för anläggningsprojekt inte är publikt material visar denna jämförelse potentiella utvecklingsmöjligheter under huvudkategorierna istället för att peka på direkta brister i underkategorierna.

Gul bock i tabell 8 och 9 innebär därför områden där det finns möjlighet för utveckling av certifieringen.

Tabell 6 - Sammanställning över direkt byggrelaterade kategorierna

	Internationella certifieringar					Skanskas egna miljöverktyg
	GreenRoads	BREEAM Infrastructure	Envision	CEEQUAL	SUNRA	Gröna Kartan – I kombination med VSAA
Projektstrategi / Projektledning	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Markanvändning	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vatten	✓	👉	✓	👉	👉	✓
Användning av resurser	👉	✓	👉	👉	👉	✓
Hantering av avfall	👉	✓	👉	👉	✓	✓
Transporter och dess effekter	✓	✓	✓	👉	👉	✓

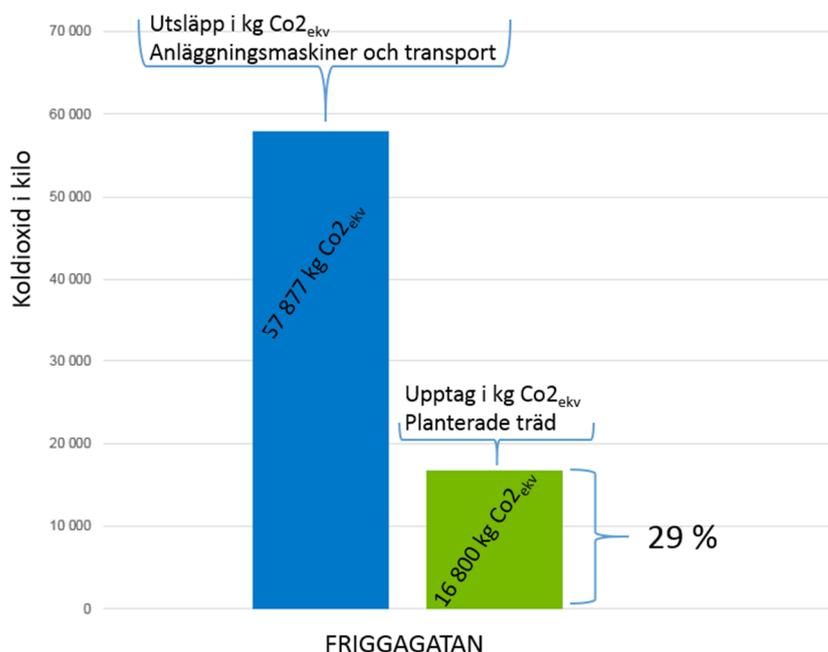
Tabell 9 - Sammanställning över sociala och ekosystemrelaterade parametrar

	Internationella certifieringar					Skanskas egna miljöverktyg
	GreenRoads	BREEAM Infrastructure	Envision	CEEQUAL	SUNRA	Gröna Kartan – I kombination med VSAA
Projektstrategi / Projektledning	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Samhälle	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ekologisk och biologisk mångfald	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Klimat	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4.2 Kompensationsåtgärder

4.2.1 Plantering av träd

Att ett träd tar upp koldioxid under sin livstid är ett faktum. Men hur stor kompensationsåtgärd är det egentligen och kan utsläppen från trafik på stadsvägar kompenseras upp genom att plantera träd utmed dem. I följande resultat påvisar vi hur stor procent av utsläpp som faktiskt kan tas upp av trädplantering.



Figur 15 - Sammanställning av utsläpp och upptag av koldioxid

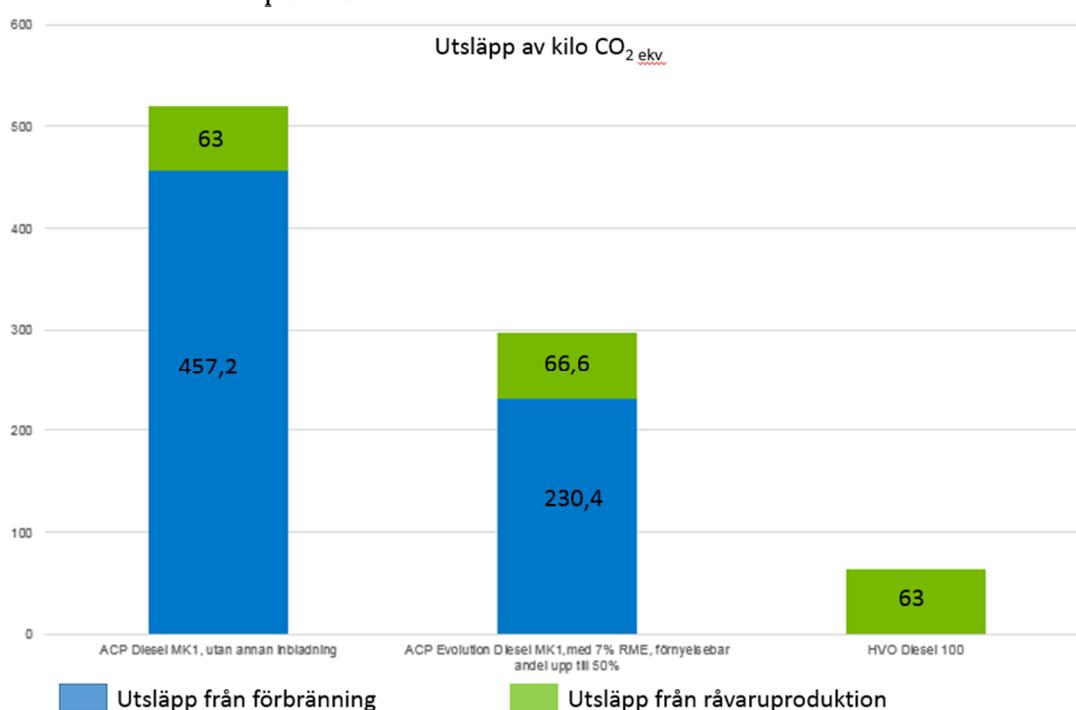
4.2.2 Alternativa drivmedel

4.2.2.1 Lastbil

Scenariot representerar en lastbil som, i produktion, hämtar massor från och till projektet. Lastbilen antas vara av sorten tung lastbil, och den kommer köra den angivna sträckan tio gånger.

Antagande görs för hur lång sträcka en lastbil behöver köra för att hämta material eller lämna på deponi i olika Göteborgsprojekt. Denna körsträcka sätts till 4 mil, vilket avser dubbel väg, alltså att både materialet hämtas och lämnas.

Totalt kommer det köras 40 mil och det kommer att förbrännas 180 liter diesel. Grafen nedan visar hur utsläppen kan påverkas genom att byta till alternativt drivmedel vid transport. CO

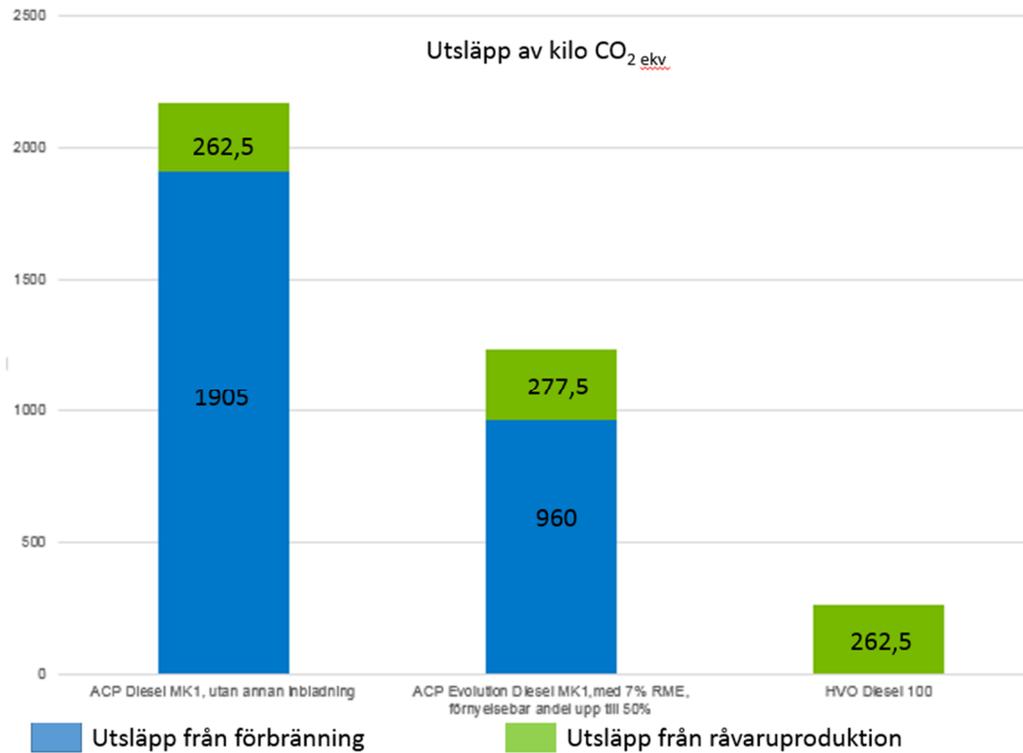


Figur 16 - Jämförelse av utsläpp av koldioxid mellan olika drivmedel för en lastbil

4.2.2.2 Grävmaskin

Scenariot bygger på en grävmaskin som används under produktion i en vecka. Antagande görs att maskinen går för fullt under 6 timmar av den 8 timmar långa arbetsdagen

Den ungefärliga beräkningen av utsläpp sker avseende en 40 tons grävmaskin. Totalt förbränns 750 liter bränsle.

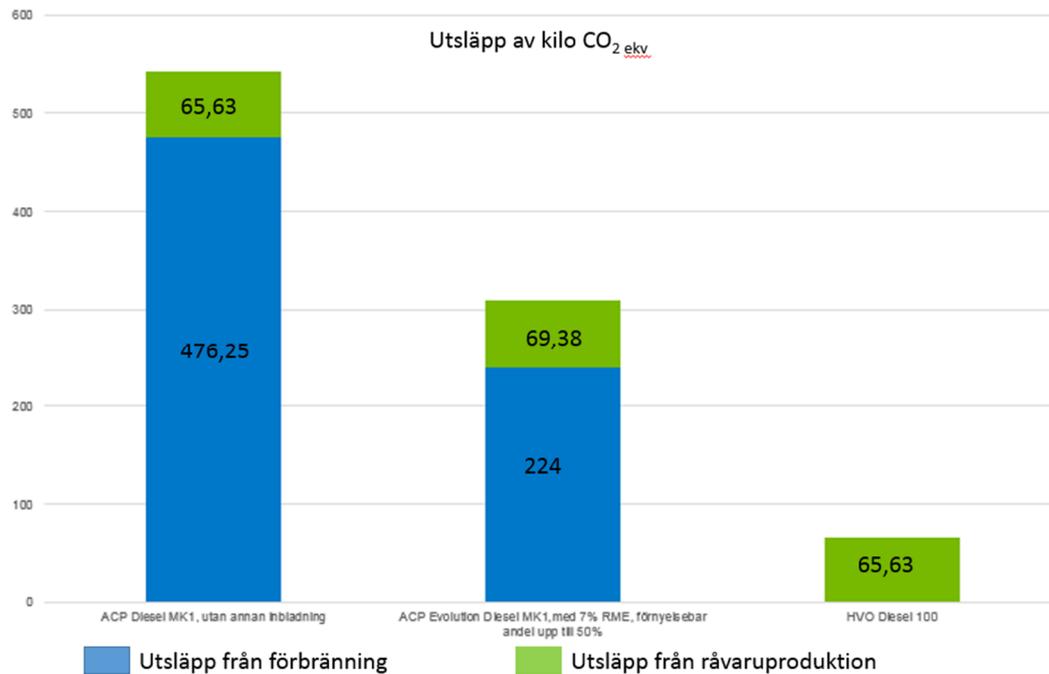


Figur 17 - Jämförelse av utsläpp av koldioxid mellan olika drivmedel för en grävmaskin

4.2.2.3 Dumper

I detta scenario undersöks ett projekt som har tillgång till en dumper för att transportera massor inom projektet. Det kan antas att dumpern kör aktivt under 3 timmar av arbetsdagens 8 timmar. Tiden för undersökningen väljs till en vecka.

Den ungefärliga beräkningen av utsläpp kommer att ske på att dumpern förbrukar 187,5 liter diesel under veckan.

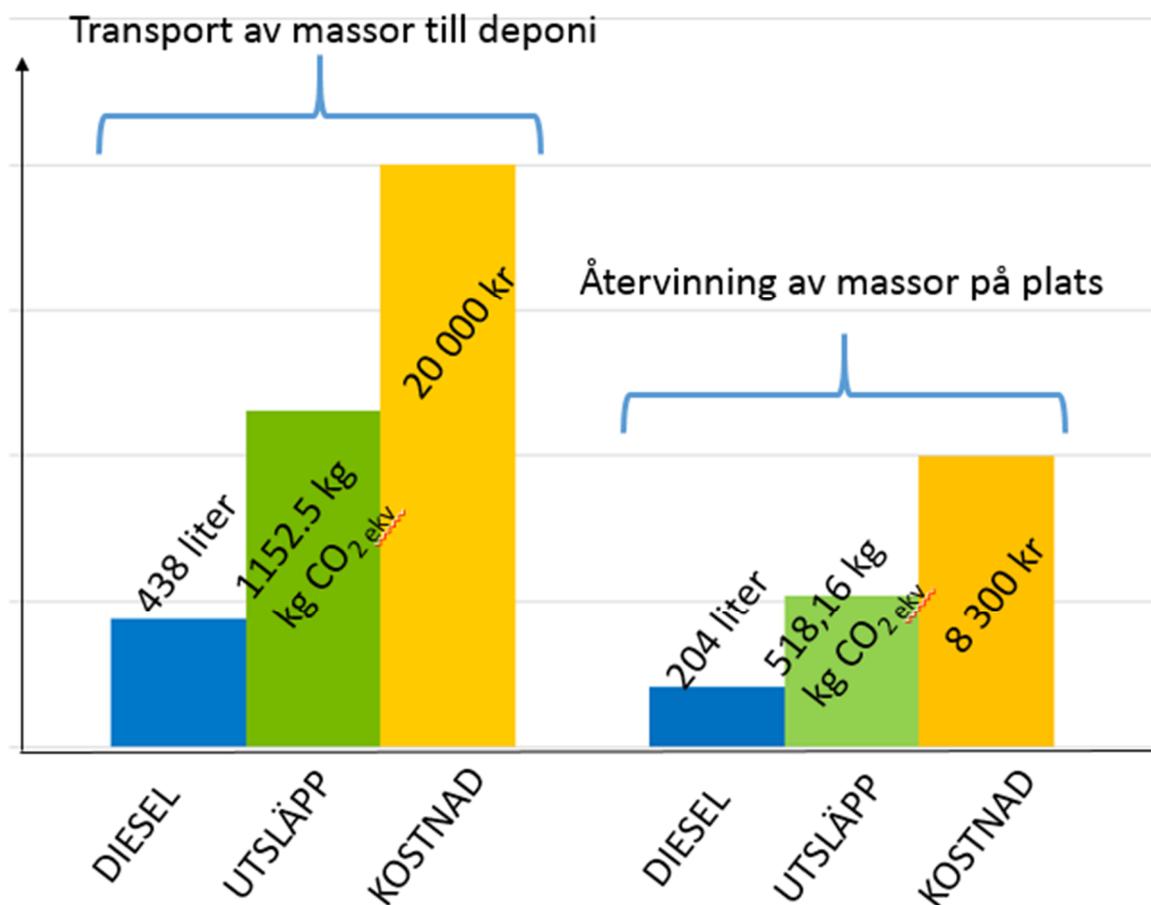


Figur 18 - Jämförelse av utsläpp av koldioxid mellan olika drivmedel för en dumper

4.2.3 Återvinning av Massor

För att minska miljöpåverkan kan friskt material separeras från förorenat material på byggarbetsplatsen istället för att skicka allt material till en deponi. De förorenade massorna separeras genom att låta materialet rinna genom en sikt som skiljer ut de mindre och förorenade fraktionerna. På detta sätt kan 70 % av massorna återanvändas och endast 30 % behöver gå iväg till deponi.

Beräkningar bygger på ett scenario där 300 ton förorenade massor väljs att siktas på plats för att sedan återvinnas mot att skicka alla massor till deponi. Det som jämförs är utsläpp i koldioxid och kostnad för de olika processerna



Figur 19 - Jämförelse av utsläpp och kostnad vid återvinning av massor

4.3 Resultat från intervjuer

4.3.1 Trafikkontoret i Göteborg

För Trafikkontorets (Fortsatt kallat TK) del är certifieringar, som CEEQUAL, inget som direkt eftersträvas. TK menar på att en CEEQUAL certifiering kostar pengar och om det skulle användas vill man uppnå så höga poäng som möjligt för att göra det värt mödan. Att tänka på är att det är skattebetalarnas pengar som används, och de kan tycka att en certifiering som kostar pengar inte skall vara nödvändig för att uppnå klimatneutralitet då det kommer till en kommunal väg.

TK försöker att i utformningen av projekteringen satsa på material som finns lokalt, de pratar även med asfaltverk för att ta reda på hur deras tillverkning går till och hur den kan påverka miljön. TK påpekar att det saknas ett gemensamt arbetssätt när företag redovisar sina klimatberäkningar. TK upplever att de flesta företag marknadsför produkter som asfalt och betong med betoning på hur mycket mindre de påverkar miljön. Men det sätts inte i förhållande till varandra på ett jämförbart sätt.

TK menar på att en gemensam mall behövs för att de lättare skall kunna bedöma och bestämma sig för ett anbud enbart baserat på hur det arbetar för att minska miljöbelastningen. Genom denna mall för redovisning kan TK lättare ställa krav som kan följas upp. I dagens läge krävs det ett detektivarbete och många resurser för att följa upp alla olika delar. Det kan exempelvis vara att ta reda på hur material transporterats och vilket bränsle eller maskin den transportören använder sig av.

TK tillsammans med Trafikverket, Göteborg, Stockholm och Malmö är bredda att öka sina krav. Detta för att tvinga sig själva och entreprenörerna till innovativa lösningar. Vad gäller transporter kommer krav på att alla lastbilar som använd skall vara klassade enligt Euro 6 för att minska utsläpp. TK överväger också att införa krav på att en miljövarudeklaration som visar materialets miljöpåverkan skall finnas för allt material som används.

Vad gäller mellanlagring och transport av massor menar TK på att detta är projektspecifika processer som kan vara svåra att ställa färdiga krav för. Men genom möjligheten att tillhandahålla mellanlagringsplaster tror TK att återvinningen av massor kan ökas och på så sätt minska klimatpåverkan.

Genom att låta företag själva stå för projekteringen där TK ställer höga krav menar man på att innovativt tänkande hos entreprenörerna tvingas fram. Genom detta kan utvecklingen drivas framåt i en snabbare takt, detta är därför något som TK börjat arbeta mer med.

Intervju sammanfattas genom att konstatera att gemensamma grundkrav kommer att höja nivån för hur Göteborgs Stad skall kunna bygga klimatneutrala vägar men att det kräver samordning mellan företag. De krav som man ställer från beställarens sida skall vara lätta att följa upp, för att ge en rättvis bedömning.

4.3.2 Göteborgs Stads Parkering AB

Göteborgs Stads Parkering AB, fortsatt kallat Parkeringsbolaget, använder sig av ett hållbarhetsprogram som upprättats för byggnation. De program som upprättats har sin grund i Klimatprogrammet som Göteborgs Stad upprättat och skall fokusera på hållbart stadsbyggande.

Projektet som intervjun baseras på är ett parkeringsgarage i anslutning till husbyggnation vid Skeppsbron i Göteborg. De hus som planeras byggas skall certifieras och Parkeringsbolaget kände att det var ett självklart val för dem att också göra det. Valet föll på att certifiera parkeringsgarage enligt CEEQUAL efter att Skanska lagt fram förslag om att använda det. En jämförelse gjordes med de hållbarhetsprogram som tagits fram och Parkeringsbolaget ansåg att CEEQUAL skulle det snäppet längre hållbarhetsmässigt.

På Parkeringsbolaget är förväntningen att kraven på hållbarhet från Stadens politiker kommer att höjas. Därför har man redan nu börjat arbeta med samverkansprojekt där projektören kan ta stor lärdom av entreprenören.

Huvudområden för Parkeringsgaraget är att utvärdera material, transporter och arbetssätt. Dock anses det svårt att på ett rättvist sätt bedöma och välja dessa, beroende på de olika sätt som företag redovisar sina utsläpp. Parkeringsbolaget ser gärna att en gemensam mall för hur företag redovisar utsläpp och miljöpåverkan.

5 Analys

5.1 Skanskas miljömål i förhållande till Göteborgs vision

Baserat på de mål som FN satte upp i samband med klimatkonferensen i Paris 2015 har Göteborg satt som mål att vara en av de ledande städerna i världen då det kommer till att agera och bygga med hänsyn till miljön. Givetvis kommer de mål staden satt upp att påverka de företag som agerar inom staden. Genom att införa hårda krav på materialanvändning och utsläppsnivåer kan staden i upphandlingsskedet tvinga företag till att agera med miljön som bakgrund och tänka innovativt för att hitta lösningar. För Skanskas del innebär det att man vid projektering och anbud inte längre behöver vara det mest lönsamma alternativet för staden, utan kan vinna upphandlingar på att vara det alternativ som är bäst för miljön. Att som företag ligga i framkant inom området "att kunna bygga miljösmart" och ha som mål att vara klimatneutrala med sina utsläpp är inte bara bra för miljön, det kan även ge ekonomisk vinning då fler uppdrag erhålls på företagets kunskap om miljön.

Ett stort återkommande problem är transport av material. Vid byggnationer transporteras förorenade massor till deponi och rening där sedan rena massor transporteras tillbaka till arbetsplatsen. Asfalt och betong transporteras de också för att slutligen hamna på deponi. I klimatprogrammet som Göteborgs Stad upprättat pratar man om att införa möjlighet för företag att använda sig av mellanlagringsplatser i närheten av arbetsplatser. Genom att använda sig av mellanlagringsplatser kan företag som Skanska med utvecklade, men relativt enkla, arbetssätt på egen hand rena stora delar av de förorenade massorna som man stöter på i marken. I beräkningar visar vi på att man genom att rena massor i anslutning till arbetsplatsen kan minska koldioxidutsläppen med ca 55 procent. Om då staden kontinuerligt kan tillgodose företag inom anläggningsprojekt med närliggande mellanlagringsplatser kan företagen med ny och utvecklad teknik reducera utsläppen ännu mer.

Klimatprogrammet specificerar inte hur upphandlingar av anläggningsprojekt skall ske utan överlämnar ansvaret till den enhet som skall göra upphandlingen. Däremot säger programmet att upphandlingar kan komma att utformas med hjälp av eller enligt ett av de miljöcertifieringssystem för infrastrukturprojekt som idag finns. Genom att utvärdera och utveckla Skanskas egna miljöcertifieringssystem "Gröna Kartan" kan Skanska redan nu se hur man som företag ligger till vid ett eventuellt införande av ett miljöcertifieringssystem från kommunen som beställare.

5.2 Beställare kontra entreprenör

Att jobba med innovativa lösningar och att ta till klimatåtgärder vid byggande är en stor och viktig del i byggfasen. Att ligga i framkant och arbeta med detta är inte alltid lönsamt ekonomiskt, att byta bränsle, återanvända eller återvinna material kan ibland kosta mer än att ta den enkla vägen. Trots den stora miljöpåverkan används nyproducerade material och energikrävande arbetssätt och detta på grund av säkerheten i vad det slutliga priset kommer att bli. Material köps i vissa fall in från utlandet vilket kräver långa transporter, transporter som kunde undvikits vid val att återvinna en del av det material som redan finns.

Genom att öka kravställningen från beställaren kan företag som ligger i framkant och driver utvecklingen inom klimatsmart byggande ta en mer framträdande roll. I dagsläget utformas de flesta projekt utan vidare krav på hur miljöarbetet ska beaktas under byggnationen, detta gör att företag kan vinna uppdrag genom att bara ha det lägsta anbudet utan att ta hänsyn till hur dem ska jobba med klimatfrågor. Ofta är det därför inte värt mödan för det företag som på eget initiativ väljer att jobba på ett klimatneutralt sätt, och utvecklingen hämmas därmed.

Den uppfattning vi fått är att entreprenören, i detta fall Skanska, vill att beställaren kommer med hårdare krav i upphandlingsfasen. På detta sätt kommer företag som valt att inte satsa på att bygga klimatsmart att väljas bort i upphandlingsskedet. Idag finns det projekt där krav på utsläppskalkyler finns, kalkylen i kombination med det totala priset ligger då som grund för beställarens val.

Vi har valt att titta på kommunala beställare av två anledningar. De står för beställningar av de anläggningsprojekt som sker inom staden och de politiska kraven är utformade av Göteborgs Stad i Göteborgs klimatprogram som tvingar beställarna att tänka på klimatkonsekvenser vid upphandling.

När Göteborgs stad upprättade sitt klimatprogram bestämde man att ansvaret för att nå de mål som staden satt upp ligger på de nämnder som gör upphandlingarna. Det finns alltså mål om att öka klimatmedvetandet och att minska klimatpåverkan vid projektering men inga direkta åtgärder för hur man som beställare skall uppnå målet.

Vid intervju med beställare på Trafikkontoret i Göteborg framgick det att man var medveten om vad som behövs göras för att nå klimatneutralitet, men att det är svårt att ställa rätt krav. Vad man menar är att det i anbudsskedet är svårt att utvärdera och jämföra de anbud som finns. Alla företag som lämnar anbud har sitt eget sätt att redovisa hur just deras asfalt, betong eller annat material är tillverkat och transporteras. Detta gör det svårt för beställare att på ett grundligt

och helt korrekt sätt jämföra olika anbud på samma grund. Det man från Trafikkontoret skulle vilja se är en gemensam mall för hur utsläpp från transporter, tillverkning av material och arbetsmetoder redovisas. Genom en sådan mall skulle beställare med lätthet kunna utvärdera anbuden på samma grund och på så sätt välja det bästa, där störst hänsyn tas till miljön och inte anbudssumman.

Ett sätt att bedöma förslagen är att använda sig av en EPD, Environmental Product Declaration. Genom att företagen i sina anbud visar på hur material och processer kan komma att påverka miljön kan beställaren lättare urskilja vilket alternativ som minst har minst påverkan på miljön.

Likt en EPD kan beställaren använda sig av olika miljöcertifieringar för att driva projekt i en klimatanpassad riktning. Genom att på förhand bestämma sig för att följa en certifieringsmall och på så sätt bli certifierade sätter beställaren krav på entreprenören. En certifiering kan verkligen främja projektet då det syftar till att hitta innovativa och smarta lösningar för att ta sig an klimatproblem som kan uppstå.

Vid intervju på Trafikkontoret diskuterade vi användandet av miljöcertifieringar, det är inget man i dagsläget använder sig av men inte heller något som man ser som en omöjlighet. För att sätta press på entreprenören tror man att det kan vara en väg att gå för att nå klimatneutralitet. Man nämner även att en CEEQUAL-certifiering kostar pengar, att tänka på då är att det är skattepengar som används och om man skall certifiera vill man få så höga poäng som möjligt vilket kräver resurser.

Vid intervju med Göteborgs Stads Parkerings AB diskuterade vi valet av att använda sig av en miljöcertifiering i projektet Parkeringshus på Skeppsbron. Då hela kvarteret som skall byggas runt Skeppsbron skall certifieras kände Parkeringsbolaget att det var något man ville vara med på. Parkeringsbolag valde därför, i samarbete med entreprenören Skanska, att certifiera enligt CEEQUALs modell. Valet föll på CEEQUAL till stor del för att Skanska tidigare arbetat med det och på så sätt har en del erfarenhet. Erfarenheten tyckte man på Parkeringsbolaget var viktigt då de inte bygger nya projekt ofta och därav inte har kunskap nog för att bygga hållbart.

På Parkeringsbolaget pratade man om Stadens hållbarhetsprogram och hur man kunde vara bättre än kraven. Vi uppfattade det som att ambitionsnivån för projektet var hög, och att man gärna ville bygga klimatneutralt. Dock såg man svårigheter i att ställa krav för alla materialval, likt Trafikkontoret kände man att klimatdata för material var svår att jämföra.

Med detta som grund känns det som, beroende på vilken typ av mall, att projekt kan anpassas till att nå en helt annan nivå i klimatarbetet. Som tidigare nämnt ser båda beställarna en gemensam mall för redovisning som en bra lösning, och om entreprenörerna är med på samma spår tror vi samarbetet kan leda till att det blir mer klimatneutralt.

5.3 Klimatkompenserande åtgärder

5.3.1 Återvinning av massor

En stor del av de utsläpp som sker under ett anläggningsprojekt är relaterat till transport och rening av förorenade massor. Massor som grävs upp ur marken får inte direkt återanvändas då det kan innehålla förorenade partiklar som är skadliga för miljön. På grund av föroreningarna skickas massorna till deponi, där det beroende på föroreningsgrad kan renas och i viss mån återanvändas.

Ett förslag i Göteborgs stads klimatprogram säger att plats för mellanlagring skall tillgodoses för företag som arbetar med projekt inom staden. Genom att göra detta kommer staden att ge företag som Skanska förutsättningar att minska sin klimatpåverkan. I dagsläget skickas massor som hade kunnat återanvändas iväg till deponi, för att sedan fylla hålrummet transporteras nytt material till platsen får att användas. Genom den platsbrist för lagring av massor som finns uppstår alltså onödiga transporter som bidrar till stora utsläpp. I de fall då massorna som grävs upp är förorenade måste materialet skickas på deponi, deponin kan då processa materialet för att urskilja de förorenade, mindre, partiklarna.

Att använda mellanlagringsplatser kan företag som Skanska genom innovativ materialåtervinning minska klimatpåverkan. Att sikta och urskilja mindre partiklar från större fraktioner gör att man kan återvinna upp till 70 procent av de förorenade massorna på plats. Vilket betyder att endast 30 procent av massorna behöver gå, genom transport på lastbil, till deponi. Där materialet processas och de förorenade delarna hamnar på slutdeponi. På plats så separeras massorna genom att dumpas av grävmaskin eller hjullastare på ett avskiljningsgaller där de delas upp beroende på storlek.

Vid beräkningar har vi kommit fram till att man genom att rena de förorenade massorna på plats kan minska utsläppen med 55 %. Detta beroende på att transporterna till deponin minskar med 70 %. Att utsläppen inte går hand i hand och minskar med 70 % beror på att separeringsprocessen görs på ett primitivt sätt där arbetsredskap med stor bränsleförbrukning används. En viktig aspekt är också lönsamheten, genom att återvinna och separera massorna på plats undviker man stora transportkostnader och deponiavgifter. Vid våra beräkningar ser vi att kostnaden kan minska med 60 % om materialet återvinns och bearbetas på plats. Antagande skulle även kunna göras att liknande besparingar görs med hänsyn till asfaltsåtervinning.

Den teknik som idag används för att separera de förorenade massorna på plats har stor utvecklingspotential. Vid utveckling av systemet kan siktmaskiner likt de som används på deponi införas. Att kunna höja graden av material som direkt kan återvinnas ger färre transporter vilket direkt minskar utsläppen. Kan då också de maskiner som ingår i processen köras på en miljövänligare diesel ger detta ett större utslag.

5.3.2 Olika typer av drivmedel

Att separera och återvinna massor på plats kan med rätt utveckling minska utsläppen från vägbyggnation avsevärt. I det scenario vi byggt upp görs alla utsläppsberäkningar på vanlig diesel. Hade beräkningar istället gjorts på en diesel helt framställd på förnyelsebara råvaror, exempelvis HVO diesel, så kunde utsläppen från processen minskats än mer.

Vi valde ut tre stycken olika dieslar och baserade beräkningarna på drivmedelsföretagens data för utsläpp per liter diesel. De som valdes att jämföras var en standarddiesel, en diesel med upp till 50 % inblandning av förnyelsebar råvara och en HVO diesel som är 100 % förnybar. Vi satte upp olika scenarion och beräknade dieselåtgången för maskinerna. Vi valde att titta från ett perspektiv som tar hänsyn till hela livscykeln för bränslet, i detta fall kallat "well to wheel".

Det som lätt kunde konstateras var att utsläppen drastiskt minskade, genom att välja alternativet med 50 % förnybar råvara kan utsläppen minskas med upp till 50 %. Vid val av en HVO-diesel kan utsläppen minskas med så mycket som 90 %. Då man inte kan säkerställa att transport och produktion av HVO-dieseln inte genererar utsläpp kan det inte heller vara en helt 100 procentigt utsläppsfri produkt. Vid utsläppsberäkningarna valde vi också att kolla på skillnaden i pris för de olika drivmedlen.

Eftersom att stor del av uppdrag vinnas på att vara det mest lönsamma alternativet är det viktigt att bränslepriserna inte drar upp slutsumman. HVO-dieseln kostar idag cirka 20 öre mer per liter, vilket är 1,5 % mer än en standarddiesel. På ett stort projekt kan detta komma att motsvara en större summa, men med motiveringen att utsläppen från arbetsmaskiner och transport minskar med 90 % har entreprenören en hävarm vid upphandlingen.

Med denna utsläppsminskning skulle vi vilja säga att byte av drivmedel är väldigt bidragande orsak i strävan mot klimatneutralitet, men det finns även nackdelar med HVO. Produkten produceras av animaliska fetter, vilket är direkt beroende av köttproduktionen. Eftersom att denna är en jättebov i form av utsläpp och bidrar till minskad biologisk mångfald, så är inte användning av HVO en lösning till klimatneutralitet i projekt. Sen kan det helt klart hjälpa att byta drivmedel, men om klimatneutralitet ska nås måste tekniken utvecklas. Att använda sig av maskiner drivna på förnyelsebar energi så som elektricitet tror vi är de enda lösning för att göra transporter och arbete klimatneutralt.

5.3.3 Upptag av koldioxid genom plantering av träd

Att på något sätt minimera de direkta utsläppen i samband med produktion är det klart bästa sättet för att minska ett projekts klimatpåverkan. I många fall kan det dock vara svårt och kompensationsåtgärder är då det näst bästa att göra. Kompensation kan göras genom att till exempel plantera träd som under sin livstid tar upp och bearbetar koldioxiden.

I de beräkningar vi gjort ser man genom resultatet att en stadsväg som Friggagatan genererar mycket utsläpp under sin produktionstid men att man kan ta upp nästan 30% av dessa utsläpp genom att plantera träd som får stå längs med vägen under brukstiden. Mängden träd har såklart en direkt koppling till hur stor mängd koldioxid de kan ta upp och har därför en stor betydelse för totalen.

Att plantera träd i samband med färdigställandet av en väg har också en socialt lugnande effekt och kan bidra som en bullerdämpande barriär för att minska oljud från trafiken. Att plantera träd fyller alltså en viktig funktion med hänsyn till de sociala och hälsomässiga aspekterna också. Med tanke på bristen av grönområden inom staden är det också viktig aspekt att ta hänsyn till för djurlivet.

5.4 Miljöcertifieringar

Av de miljöcertifieringarna som har undersökts har en sett ökad användning inom projekt i Sverige, nämligen CEEQUAL. Detta har till stor del att göra med den internationella versionen som har tagits fram, för utan den kan appliceringen på svenska projekt bli mer invecklad. Sen hade säkerligen CEEQUAL kunnat fungera i svenska projekt oavsett, då länderna både infrastrukturmässigt och geografiskt ligger ganska nära varandra. Men det känns som att ett certifieringssystem med internationell anpassning blir mer attraktivt, då det framstår som mer välutvecklat och genomtänkt.

Men CEEQUAL är inte perfekt, och utifrån undersökningen kunde nackdelar urskiljas. För det första var inte certifieringen den mest välutvecklade i undersökningen, då BREEAM överlag hade ett bättre resultat. Utöver detta så tog den inte hänsyn till tre viktiga byggrelaterade kategorier, som ett fullt utvecklat system kanske borde inkludera.

I förhållande till CEEQUALs användning blir då den viktiga frågan vilka av de andra fem certifieringarna som kan tänkas komma att träda in i svensk infrastruktur, baserat på undersökningen. Först kommer de olika systemen diskuteras individuellt, för att sedan kunna dra slutsatser kring framtida användning av certifieringar i Sverige.

Först i undersökningen utvärderas GreenRoads från USA. Detta är ett välutvecklat system som tar hänsyn till nästan alla kategorier i resultatet, med ett par undantag precis som CEEQUAL. Men den viktiga aspekten här är den geografiska placeringen. Då certifieringen kommer från USA gör det att den högst troligt beaktar väldigt olika klimatförutsättningar jämfört med Sverige. Klimatet kan sträcka sig allt från extrem värme och öken till snö, regn och våtmarker, vilket helt klart påverkar GreenRoads behov av att vara mångsidig. Ur detta hänseende kan därför miljöcertifieringen vara för överkvalificerad för applicering i Sverige. Envision är likt GreenRoads en välutvecklad certifiering med samma geografiska bredd. Enda egentliga skillnad mellan de båda är att GreenRoads överlag har fått bättre resultat. I det stora hela borde då GreenRoads väljas först av de två, men båda känns ganska osannolika när det gäller införing i Sverige.

Vid granskningen av SUNRA, som enligt vår utvärdering var ett av de sämre systemen, kom det fram att den har många kategorier som ej behandlas. Dessa kategorier berör processer i byggbranschen som enligt oss anses vara väsentliga för att kunna nå upp till klimatneutralitet. Därför känns det som fokus på rätt kategorier har fallerat för att nå den nivå av infrastruktur som vi har i Sverige. Till följd av detta tror vi inte SUNRA är ett system som kommer introduceras till den svenska anläggningsverksamheten. Värt att diskutera är också att SUNRA ska vara ett ramverk som kan följas när det gäller hållbarhetsklassning av infrastruktur, samt att det även ska uppmuntra entreprenörer att sträva mot förbättring inom ämnet. Enligt oss stämmer dessa påståenden inte riktigt överens med resultatet som har arbetats fram. Ett ramverk av denna klass borde då täcka in mer kategorier i utredningen, om inte alla.

Slutliga certifieringen som granskades var BREEAM, som vi istället skulle vilja kalla för ett mycket välutvecklat miljöcertifieringssystem. Den behandlar alla byggrelaterade kategorier förutom en, vilket har visat sig vara det bästa resultatet utav alla systemen. Problemet som BREEAM har är att de inte utvecklat någon internationell version, och det gör att systemet inte är anpassat för användning utanför Storbritannien. Detta påvisar återigen att internationell anpassning är otroligt viktigt för att en miljöcertifiering ska kunna introduceras i ett annat land. Om BREEAM istället hade haft den här internationella versionen är chanserna goda att den hade blivit mer lockande utanför Storbritannien, då det ses som mer fullbordat.

Men en förändring är på framfart i Storbritannien, som kommer att kunna skifta om hållbarhetsklassningen till det bättre. Det är en utredning som pågår just nu, där de håller på att överlägga om de två systemen ska slås ihop till ett mer komplett system. Om denna ändring sker är chansen stor att miljöcertifieringen efter hopslagningen blir överlägsen, när det gäller att eftersträva ett system för svensk infrastruktur. Detta tror vi då systemen som de är idag kompletterar varandra så pass väl. Där CEEQUAL missar gällande kategorier är BREEAM avsevärt bättre, samtidigt som att CEEQUAL har en internationell anpassning vilket kan underlätta för BREEAM. Tillsammans kommer de med andra ord eliminera bristerna de hade var för sig innan, och skapa ett system som känns fullt utvecklat samt tar hänsyn till alla kategorier som vi har utvärderat.

5.5 Vilka kriterier kan Gröna kartan kompletteras med

Hur presterade Gröna kartan jämfört med övriga certifieringar? Gröna kartan var klart bäst i undersökningen, i alla fall när det gäller den byggrelaterade delen där den inte missar en enda kategori. Skanskas egna miljöverktyg inkluderar med andra ord mycket som certifieringarna inte gör, vilket gör den till ett väldigt komplett verktyg med hänsyn till dessa aspekter. Ledningssystemet VSAA har även bidragit till denna värdering av Gröna kartan, med sitt fokus kvalitet, miljö och arbetsmiljö. Tillsammans tycker vi de skapar en bredd inom byggrelaterade miljö- och hållbarhetsfrågor som de andra certifieringarna har svårt att uppnå.

Däremot finns det fortfarande finjusteringar Skanska kan göra, som skulle få systemet att se mer fullständigt ut. Utvecklingspotentialen ligger inom de sociala och ekosystemrelaterade kategorierna, där Gröna kartan inte alls fick lika bra omdöme. I denna del av tabellen var det till och med så att alla de andra certifieringarna som undersöktes fick ett bättre betyg, vilket beskriver möjligheten till förbättringar ganska väl. Enligt oss är det här som Skanska borde arbeta för att kunna utöka Gröna kartan till det bättre, och vi har även idéer på hur man skulle kunna göra. Förslagsvis skulle verktyget kunna utökas med ytterligare en karta för att redovisa dessa aspekter och så det på samma sätt överskådligt går att se hur sociala- samt ekosystemparametrar har bearbetats i projektet.

Hade denna lösning existerat innan undersökningen skulle chansen vara stor för bästa möjliga betyg, men svårigheterna kretsar kring den svenska lagstiftningen. Gröna kartan följer svensk lagstiftning i grund och botten, och täcker därför upp

de grundliga bitarna för grönt byggande. Till följd av detta är det Skanska själva som måste bestämma sig för att höja kraven ytterligare. Uppenbarligen räcker det inte med den svenska lagstiftningen, och fokus måste därför läggas på det egna arbetet samt klimatprogrammen. Förutom detta måste Skanska också eftersträva att nå nivå mörkgrönt i varje projekt, och inte bara några utvalda, då detta krävs för att nå målen om klimatneutralitet.

Detta är också självklart nära kopplat till beställarna då det, som tidigare nämnts, är viktigt att entreprenörerna tjänar något på sitt klimatarbete. Sen om detta är i form av betalning för sina tjänster eller om något annat blir överenskommet är upp till entreprenörerna och beställarna. Men överlag känns det som att om Gröna kartan utökas så kommer det gynna Skanska i kommande upphandlingar, då det på ett överskådligt sätt visar deras steg mot ett mer hållbart byggande, vilket beställare har betonat kommer bli viktigare och viktigare i framtida anbud.

6 Slutsatser

Att återvinna massor på plats är en process som ger en betydlig minskning av utsläpp. Genom att göra detta kan Skanska ta stora kliv mot sitt mål om att bygga klimatneutralt samtidigt som det är lönsamt. Vad som behövs för att kunna återvinna och rena massor på plats är utrymme. Kan staden, som man säger i sitt klimatprogram, ge utrymme för en reningsprocess för företag så kan vi i vårt resultat se en stor utsläppsminskning.

Genom att använda sig av alternativa bränslen kan man i projekt där tunga maskiner används minska utsläppen avsevärt. Däremot finns det nackdelar med drivmedel så som HVO om hela produktens livscykel undersöks. För att nå klimatneutralitet är därför maskiner drivna på förnyelsebar energi, som el, ett måste.

Att plantera träd i samband med färdigställandet av en väg som en kompensationsåtgärd kan ha en stor effekt om de görs i rätt volym. Det är dock i många fall en stor utmaning att plantera träd i närheten till den väg man bygger då arbetet sker inom staden. Träden ger även en socialt lugnande effekt, det bidrar som en bullerdämpande barriär och tjänar djurlivet. Vår bedömning är dock kompensationsåtgärder som sker i efterhand för att ta upp koldioxid bör ses som en sista utväg. Att försöka förhindra utsläpp i produktionsskedet bör alltid vara den största prioriteten då det kommer till koldioxidutsläpp. Att plantera träd i samband med vägbyggnation bör därför istället ses som en förebyggande effekt som inte ska ge utrymme för mer utsläpp utan för ett rikare djurliv och grönare vardag för oss människor.

Baserat på utvärderingarna av de olika systemen, och apropå att CEEQUAL redan används till en viss utsträckning i Sverige, tror vi den kommande kombinationen av CEEQUAL och BREEAM har störst sannolikhet att införas och börja användas frekvent. Om detta sker kommer dessa tillsammans skapa mer poänggrundande kategorier i det ekosystemrelaterade trädet, vilket kommer ta projekt närmre klimatneutralitet då det kombinerade systemet följs.

Då vi har utvärderat Skanskas egen bedömningsmall har vi sett att den täcker stora delar av de krav som idag finns. Detta beror på att Gröna kartan har sin grund i svensk lagstiftning, lagstiftningen tillsammans med mer utvecklade mål gör att den idag tar hänsyn till alla de byggrelaterade kategorier som har undersökts i rapporten. Där Gröna kartan på vissa punkter brister är det kategorier som är mer inriktade på sociala och ekosystemrelaterade aspekter. Det är därför här vi tror Skanska bör lägga fokus för utveckling av Gröna kartan, då detta förhoppningsvis leder till att fler sociala och ekosystemrelaterade punkter tas hänsyn till, vilket är ett steg i rätt riktning grundat i klimatmålen mot 2050.

Vid eventuella fortsatta studier kan undersökningen breddas för att få ett bättre resultat. Detta kan göras genom att exempelvis se om trädens upptagningsförmåga är tillräcklig för att ta upp de utsläpp som sker under

produktion. Förutom att en stadsväg granskas kan även undersökningen göras på en motorväg, för att se likheter och skillnader. I examensarbetet hade man även kunnat ha med en del om internationella undersökningar, för att se vad entreprenörer och beställare runt om i världen gör för att nå klimatneutralitet, och med hjälp av detta se om det finns något som Skanska kan lära sig av omvärlden.

7 Styrkor och svagheter

Asfalt är en stor del i de flesta anläggningsprojekt, men i rapportens del om masshantering tas hänsyn enbart till jordmassor, vilket kan ge resultatet en missvisande bild. För ett mer exakt resultat, sett till både utsläpp och ekonomi, borde även asfaltsåtervinning inkluderas och undersökas.

Vad som även är värt att fundera över är olika aspekter som kan påverka resultatet. Ett exempel på detta är beräkningarna som görs i examensarbetet. De flesta beräkningar är baserade på antaganden från produktion, men detta kan skilja sig avsevärt från fall till fall. Mer exakta siffror hade därför kunnat användas på exempelvis en lastbils utsläpp lastad respektive olastad, vad olika anläggningsmaskiner har för kapacitet eller hur mycket olika typer av bilar släpper ut med hänsyn till koldioxid.

Utöver beräkningar genomfördes även intervjuer, och frågan som kan ställas här är om dessa har en tillräcklig bredd för att kunna vara en bas i rapporten. I examensarbetet intervjuas två från beställarsidan och bara en entreprenör, och båda dessa sidor hade kunnat utvidgas för att få ett mer välgrundat resultat.

Slutligen är det intressant att jämföra hur det hade påverkat resultatet om certifieringstabellen i resultatdelen hade behållit de röda kryssen. Nu ändrades tabellen till gröna och gula bockar, på grund av sekretess vid avslöjande av var Skanskas gröna karta brister. Med den ändrade tabellen blir det mer otydligt beskrivet, då de gula bockarna enbart säger att det finns utvecklingspotential. Detta känns dock som en bra förändring, då jämförelsen är en viktig del av resultatet, och efter detta kan den vara kvar i rapporten.

8 Referenser

- American Forests. (2017). *American Forests - Forest Facts*. Hämtat från [www.americanforests.org: http://www.americanforests.org/explore-forests/forest-facts/](http://www.americanforests.org/explore-forests/forest-facts/)
- Andersson, U. (2015). Volvo CE satsar på eldrivna maskiner. *Entreprenad*, 1.
- Bernhardsson, F. (den 06 03 2017). Skanska Sverige, Region Väg och Anläggning Väst. (J. Fransson, & E. Nordgren, Intervjuare)
- Betongföreningen. (2017). *Betongföreningen, Materialet Betong*. Hämtat från [www.betongforeningen.se: http://betongforeningen.se/materialet-betong/](http://betongforeningen.se/materialet-betong/)
- CEEQUAL ltd. (02 2014). *Sweden Green Building Council*. Hämtat från [www.sgbc.se: https://www.sgbc.se/docman/ceequal-2015/460-ceequal-systembeskrivning-version-5-1-print-only/file](https://www.sgbc.se/docman/ceequal-2015/460-ceequal-systembeskrivning-version-5-1-print-only/file)
- CEMENTA. (2017). *CEMENTA, Råmaterial och avfall*. Hämtat från www.cementa.se: http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjzqPH14YrTAhXJKcWkHWu4B00QFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cementa.se%2Fsv%2Fsystem%2Ffiles_force%2Fassets%2Fdocument%2Fd7%2Fbf%2Fbergkrossibetong.pdf%3Fdownload%3D1&usg=AFQjCNFJba5WrOLb
- D.K. Fidaros, C. B. (2007). *Numerical modelling of flow and transport processes*. Volos, Greece: Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Thessaly. Hämtat från [www.elsevier.com: http://www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers.se/science/article/pii/S0032591006003676](http://www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers.se/science/article/pii/S0032591006003676)
- ecoBRÄNSLE. (2017). *ecoränsle, HVO- fossilfri diesel*. Hämtat från [www.ecobransle.se: http://www.ecobransle.se/hvo/](http://www.ecobransle.se/hvo/)
- Ekonomifakta. (2017). *Ekonomifakta*. Hämtat från [www.ekonomifakta.se: http://www.ekonomifakta.se/Fakta/Regional-statistik/Alla-lan/Vastra-Gotalands-lan/Goteborg/?var=17246](http://www.ekonomifakta.se/Fakta/Regional-statistik/Alla-lan/Vastra-Gotalands-lan/Goteborg/?var=17246)
- Energimyndigheten. (den 11 08 2016). *Energimyndigheten - Alternativa drivmedel på frammarsch*. Hämtat från [www.energimyndigheten.se: http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2016/alternativa-drivmedel-pa-frammarsch/](http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2016/alternativa-drivmedel-pa-frammarsch/)
- Fransson, J., & Nordgren, E. (2017).
- Google. (2017). *Google Maps*. Hämtat från [www.google.se/maps: https://www.google.se/maps/@57.711617,11.9892216,16.11z](https://www.google.se/maps/@57.711617,11.9892216,16.11z)
- Google. (2017). *Google Maps*. Hämtat från [www.google.se/maps: https://www.google.se/maps/@57.7032408,11.9774312,15.29z](https://www.google.se/maps/@57.7032408,11.9774312,15.29z)
- Greenroads International. (2017). *Greenroads, About Greenroads*. Hämtat från [www.greenroads.org: https://www.greenroads.org/3738/about.html](https://www.greenroads.org/3738/about.html)
- Greenroads International. (2017). *Greenroads, How It Works*. Hämtat från [www.greenroads.org: https://www.greenroads.org/howitworks](https://www.greenroads.org/howitworks)
- Göteborgs Hamn. (2017). *Göteborgs Hamn*. Hämtat från [www.goteborgshamn.se: https://www.goteborgshamn.se/FileDownload/?contentReferenceID=62](https://www.goteborgshamn.se/FileDownload/?contentReferenceID=62)
- Göteborgs Stad. (2008). *Göteborgs Stad - kompensationsåtgärder för natur och rekreation*. Hämtat från www.goteborg.se:

- http://goteborg.se/wps/wcm/connect/a97a8afc-ed01-4f23-b26b-2e6ee1e203b9/OPA_Kompatgarder_natur_rekreation.pdf?MOD=AJPERES
- Göteborgs Stad. (2008). *Göteborgs Stad, Kompensationsåtgärder för natur och rekreation*. Hämtat från www.goteborg.se:
http://goteborg.se/wps/portal/start/byggande--lantmateri-och-planarbete/kommunens-planarbete/verktyg-for-stadsplanering-2/miljo-och-klimat-i-stadsplaneringen/kompensationsatgarder/!ut/p/z1/hY5BC4JAFIR_jdd9z zR7dbPASCUNgmwvobGtgrqybi3067NjUDS3Yb5hBjgUwPvy0c
- Göteborgs Stad. (2013). *Göteborgs Stad - Trafikmängd på olika gator*. Hämtat från www.goteborg.se: http://goteborg.se/wps/portal/start/gator-vagar-och-torg/gator-och-vagar/statistik-om-trafiken/trafikmangder-pa-olika/!ut/p/z1/hY7RCoIwGEafpetg_6bi5uW8MNRljUDdjcxYS3BOVBr09NkDRN_d4ZyLDwQ0ICb5GrTcBjvJcedWhF1JsrFhOPiFCU4veVlcsnPRcYw1P8CsWv8YxxDBmLoDXJ3gzDy
- Göteborgs Stad. (2014). *Göteborgs Stad, Klimatprogram*. Hämtat från www.goteborg.se: <http://goteborg.se/wps/wcm/connect/36fb4599-a2c4-4e46-8621-0c71ceece4c5/Klimatstrategiskt+program+f%C3%B6r+G%C3%B6teborg.pdf?MOD=AJPERES>
- Göteborgs Stad. (2017). *Göteborgs Stad*. Hämtat från www.goteborg.se:
http://goteborg.se/wps/portal/start/miljo/det-gor-goteborgs-stad/klimatstrategiskt-program/!ut/p/z1/lZDNisIwGEWfxbWQ70tSm3SZItYftKMwaLORVGINN C2k7eT152ev0Hd34Ry4XNBQ8UywRUZ5AhfQnflyjRld35n2p1c6vX5SPM qcKpTyQ-DmpAqR8ALLbQrnPwCfRCHO__sK8xPLOWJRsvf8F4B-Pe-w7r2
- H.D., v. B. (1998). *Habitat fragmentation, infrastructure and ecological engineering*. Delft, The Netherlands: Road and Hydraulic Engineering Division, Ministry of Transport, Public Works and water arrangement.
 Hämtat från <http://www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers.se/science/article/pii/S092585749800038X>
- Infrastructure Sustainability Council of Australia. (2017). *Infrastructure Sustainability Council of Australia, About IS*. Hämtat från www.isca.or.au:
<http://isca.org.au/is-rating-scheme/about-is>
- Institute for Sustainable Infrastructure. (2017). *Institute for Sustainable Infrastructure, About ISI*. Hämtat från www.sustainableinfrastructure.org:
<https://sustainableinfrastructure.org/about-isi/>
- Institute for Sustainable Infrastructure. (2017). *Institute for Sustainable Infrastructure, ENVISION*. Hämtat från www.sustainableinfrastructure.org:
<https://sustainableinfrastructure.org/envision/>
- IVA och Sveriges Byggindustrier. (den 30 6 2014). *IVA - Klimatpåverkan från byggprocessen*. Hämtat från www.iva.se:
<https://www.iva.se/globalassets/rapporter/ett-energieffektivt-samhalle/201406-iva-energieffektivisering-rapport9-i1.pdf>
- Konkurrensverket. (4 2014). *Konkurrensverket - Publikationer*. Hämtat från www.konkurrensverket.se:

- http://www.konkurrensverket.se/globalassets/publikationer/uppdragsforskning/forsk-rap_2014-4.pdf
- Kou Shi-Cong, Poon Chi-Sun, Argela Fransisco . (2011). *ELSEVIER*. Hämtat från www.elsevier.com:
<http://www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers.se/science/article/pii/S0958946511000989>
- Larsson, A.-L. (2016). Volvo CE tror på elektrifierade och autonoma fordon. *Entreprenadaktuellt*, 1.
- Länsstyrelsen Jönköping. (den 27 10 2004). *Länsstyrelsen Jönköping, Renare Mark*. Hämtat från www.lansstyrelsen.se/jonkoping:
http://www.renaremark.se/filarkiv/hm2004/mikael_stark.pdf
- Länsstyrelsen Västra Götaland. (04 2010). *Länsstyrelsen, Hantering av schaktmassor*. Hämtat från www.lansstyrelsen.se:
<http://www.lansstyrelsen.se/uppsala/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/verksamheter-med-miljopaverkan/avfall/Tillsynshandledning-massor-2010-definitiv.pdf>
- Naturskyddsföreningen. (den 7 5 2016). *Naturskyddsföreningen - koll på skogens roll i klimatpolitiken*. Hämtat från www.naturskyddsforeningen.se:
<http://www.naturskyddsforeningen.se/nyheter/koll-pa-skogens-roll-i-klimatpolitiken>
- Naturvårdsverket. (06 1999). *Naturvårdsverket - Publikationer*. Hämtat från www.naturvardsverket.se:
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/afr-r-251-se.pdf>
- Naturvårdsverket. (den 10 08 2015). *Naturvårdsverket - Hållbar utveckling med miljöbalken*. Hämtat från www.naturvardsverket.se:
<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Rattsinformation/Miljobalken/>
- Naturvårdsverket. (den 09 02 2016). *Naturvårdsverket - Ekologisk kompensation*. Hämtat från www.naturvardsverket.se:
<http://www.lansstyrelsen.se/vasterbotten/SiteCollectionDocuments/Sv/nyheter/2016/Marin%20restaureringskonferens/6%20J%C3%B6rgen%20Sundin%20Ekologisk%20komp%20NV%20V%C3%A4gledning.pdf>
- Naturvårdsverket. (2016). *Naturvårdsverket, Ekologisk kompensation*. Hämtat från [www.naturvardsverket](http://www.naturvardsverket.se): <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Samhallsplanering/Ekologisk-kompensation/>
- Naturvårdsverket. (den 23 05 2017). *Naturvårdsverket - Ekosystemtjänster*. Hämtat från www.naturvardsverket.se:
<http://www.naturvardsverket.se/ekosystemtjanster>
- Persson-Engberg, J., Strid, L., & Torring, M. (1999). *Rivningshandboken*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.
- Preem. (2016). *Preem, HVO Diesel*. Hämtat från www.preem.se:
<https://preem.se/sokresultat/?q=hvo+diesel+100&tab=>
- Preem. (2017). *Preem, Drivmedelspriser*. Hämtat från www.preem.se:
<http://preem.se/foretag/kund-hos-preem/drivmedelspriser/>
- Preem. (2017). *Preem, Hållbarhet*. Hämtat från www.preem.se:
<http://preem.se/om-preem/hallbarhet/evolution-drivmedel/evolution-diesel/>

- Regeringskansliet. (2005). *Regeringskansliet - Bilen, Biffen, Bostaden - Hållbara laster, smartare konsumtion*. Hämtat från www.regeringen.se:
<http://www.regeringen.se/49bb8a/contentassets/b45b24cd21144e3193749b9b278d661c/bilen-biffen-bostaden---hallbara-laster-smartare-konsumtion>
- Regeringskansliet. (2007). *Regeringskansliet - Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter*. Hämtat från www.regeringen.se:
<http://www.regeringen.se/49bbac/contentassets/94b5ab7c66604cd0b8842fd6510b42c9/sverige-infor-klimatforandringarna---hot-och-mojligheter-missiv-kapitel-1-3-sou-200760>
- Regeringskansliet. (2017). *Regeringskansliet - Klimatavtalet från Paris 2015*. Hämtat från www.regeringen.se: <http://www.regeringen.se/regeringspolitik/klimatavtalet-fran-paris/>
- Ruud Cuperus, K. J. (1999). *Guidelines for ecological compensation associated with highways*. Leiden, The Netherlands: Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate-General of Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Division. Hämtat från <http://www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers.se/science/article/pii/S0006320799000075>
- Skanska. (2017). *OneSkanska - Klimatneutralitet*. Hämtat från one.skanska.com:
<https://one.skanska.com/contentassets/fb52b6cb22754dc68ac83796b9a6c8bb/omvarldsanalys-klimatneutralitet-2050.pdf>
- Skanska. (2017). *OneSkanska, Color Palette*. Hämtat från one.skanska.com:
<http://one.skanska.com/en-us/Skanska-Group/Group-Staff-Support/Sustainability-and-Green-Support/Green-Tool-Box/Color-Palette/>
- Skanska. (2017). *OneSkanska, VSAA*. Hämtat från one.skanska.com:
<http://one.skanska.com/My-unit/Organizational-units/Skanska-Sverige/Vara-arbetsatt/Vart-satt-att-arbeta1/>
- Skanska. (2017). *OneSkanska, Väg och Anläggning*. Hämtat från one.skanska.com:
<http://one.skanska.com/sv-se/My-unit/Organizational-units/Skanska-Sverige/Vara-arbetsatt/Vsab/Vag-och-anlaggning/>
- Skanska. (den 22 03 2017). *Skanska - Vår vision om klimatneutralitet 2050*. Hämtat från www.skanska.se: <http://www.skanska.se/om-skanska/hallbarhet/gront-byggande/klimatneutralitet/>
- SKANSKA. (2017). *SKANSKA, Förarlösa dumprar på Skanskas tänkter*. Hämtat från www.skanska.se: <http://www.skanska.se/om-skanska/press/nyheter/forarlosa-dumprar-pa-skanskas-takter/>
- Skanska. (2017). *SKANSKA, Gröna kartan*. Hämtat från www.skanska.se:
<http://www.skanska.se/om-skanska/hallbarhet/gront-byggande/grona-kartan/>
- Skanska. (2017). *SKANSKA, Miljöcertifieringar och miljöledningssystem*. Hämtat från www.skanska.se: <http://www.skanska.se/om-skanska/hallbarhet/gront-byggande/miljocertifieringar/>
- SKANSKA. (2017). *SKANSKA, Skanska och Volvo CE i samarbete om eldrivna gula maskiner*. Hämtat från www.skanska.se: <http://www.skanska.se/om-skanska/press/pressmeddelanden/126697/Skanska-och-Volvo-CE-i-samarbete-om-eldrivna-gula-maskiner>

- SkogsSverige. (2017). *SkogsSverige - Skogens ekosystemtjänster*. Hämtat från www.skogssverige.se: <http://www.skogssverige.se/skog/fakta-om/skogens-ekosystemtjanster>
- Statens väg och transportforskningsinstitut. (2010). *VTI - publikationer*. Hämtat från [www.vti.se](http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:670425/FULLTEXT01.pdf): <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:670425/FULLTEXT01.pdf>
- Sweden Green Building Council. (05 2017). *Sweden Green Building Council - Klimatkalkyl*. Hämtat från www.sgbc.se: <https://www.sgbc.se/klimatkalkyl>
- Sweden Green Building Council. (2017). *Sweden Green Building Council, BREEAM for Infrastructure*. Hämtat från www.sgbc.se: <https://www.sgbc.se/breeam-infra>
- Sweden Green Building Council. (2017). *Sweden Green Building Council, BREEAM-SE*. Hämtat från www.sgbc.se: https://www.sgbc.se/var-verksamhet/breeam?gclid=CjwKEAiArvTFBRCLq5-7-MSJ0jMSJABHBvp0gwME6fFK0cjQSKk3fR0r_vKWnWFbuwL0Wwhv9pcS4RoCQyiw_wcB
- Sweden Green Building Council. (2017). *Sweden Green Building Council, Miljöcertifieringar*. Hämtat från www.sgbc.se: https://www.sgbc.se/var-verksamhet?gclid=CjwKEAiA_9nFBRCsurz7y_Px8xoSJAAUqvKcm-VJVyafEwRskmf_EinQF-HdHZleLdsfDJ1kUDx87hoCy7Xw_wcB
- Sweden Green Building Council. (2017). *Sweden Green Building Council, SUNRA*. Hämtat från www.sgbc.se: <https://www.sgbc.se/sunra>
- Sweden Green Building Council. (2017). *Sweden Green Building Council, Vår verksamhet*. Hämtat från www.sgbc.se: <https://www.sgbc.se/var-verksamhet/>
- Sweden Green Building Council. (2017). *Sweden Green Building Council; IS Rating System*. Hämtat från www.sgbc.se: <https://www.sgbc.se/is-rating-system>
- Swedish Environmental Research Institute. (3 2001). *IVL - Life Cycle Assessment of Road*. Hämtat från www.ivl.se: <http://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b734e/1445515385608/B1210E.pdf>
- Svensk Betong. (2017). *Svensk Betong, Beton och CO2*. Hämtat från www.svenskbetong.se: <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-platsgjutet/hallbart-byggande/betong-och-co2>
- Svensk Betong. (2017). *Svensk Betong, Exponeringsklasser betong*. Hämtat från www.svenskbetong.se: <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-platsgjutet/hallbart-byggande/exponeringsklasser-betong>
- Svensk Betong. (2017). *Svensk Betong, Hållbarhet*. Hämtat från www.svenskbetong.se: <https://www.svenskbetong.se/hallbarhet>
- Svensk Betong. (2017). *Svensk Betong, Miljö och klimat*. Hämtat från www.svenskbetong.se: <https://www.svenskbetong.se/om-betong/fakta-egenskaper/miljo>
- Svensk Betong. (2017). *Svensk Betong, Återvinning*. Hämtat från www.svenskbetong.se: <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-platsgjutet/hallbart-byggande/bestandighet-och-livslangd-2>

- Svensk Betong. (2017). *Svensk Betong, Återvinning PDF*. Hämtat från www.svenskbeetong.se:
https://www.svenskbetong.se/images/pdf/SV_Betong_Prod_CO2.Blad_pdf
- Svensk Raps AB. (2017). *Svensk Raps - Vad är biodiesel*. Hämtat från www.svenskraps.se:
http://www.svenskraps.se/rme/rme_ar_egentligen.asp
- Sveriges Byggindustrier. (2017). *Sveriges Byggindustrier - Statistik*. Hämtat från www.sverigesbyggindustrier.se.
- Sveriges Lantbruksuniversitet. (05 2017). *Sveriges Lantbruksuniversitet - Vad är livscykelanalys*. Hämtat från www.slu.se:
<http://www.slu.se/institutioner/energi-teknik/forskning/lca/vadar/>
- The International EPD System. (2017). *EPD International, Hållbar upphandling*. Hämtat från www.environdec.com:
<http://www.environdec.com/sv/Anvandningsomraden/Hallbar-upphandling/>
- The International EPD System. (2017). *EPD International, Vad är en EPD*. Hämtat från www.environdec.com:
<http://www.environdec.com/sv/Anvandningsomraden/Hallbar-upphandling/>
- the Portland Cement Association. (2017). *PCA, Concrete Materials*. Hämtat från www.cement.org: <http://www.cement.org/cement-concrete-basics/concrete-materials>
- Trafikverket. (2012). *Trafikverket, Onsalavägen*. Hämtat från www.trafikverket.se:
http://www.trafikverket.se/TrvSeFiler/Tillfallig/Arbetsplan940/MKB_2N07MKB1.pdf
- Trafikverket. (2014). *Trafikverket, Dokument Lilla Varholmen-Gossbydal*. Hämtat från www.trafikverket.se:
http://www.trafikverket.se/contentassets/ff58b143d5a745b49b006bb5b15de2eb/aktuella/mkb_samradshandling-2013-11-29_lag.pdf
- Trafikverket. (09 2016). *Trafikverket - Klimatkalkyl*. Hämtat från www.trafikverket.se: <http://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/Prognos--och-analysverktyg/Klimatkalkyl/fragor-och-svar-om-klimatkalkyl/>
- Trafikverket. (den 17 2 2016). *Trafikverket - Renodlad Beställarroll*. Hämtat från www.trafikverket.se: http://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/produktivitet_och_innovation/Fokusomraden/Renodlad-bestallarroll/
- Trafikverket. (2016). *Trafikverket, Dokument för E6.20 Hisingsleden, södra delen*. Hämtat från www.trafikverket.se:
http://www.trafikverket.se/contentassets/2002f9160eb041efbf42601f77a4ba05/aktuella/mkb_hisingsleden_halfors_feb16.pdf
- Trafikverket, Göteborgs Stad, Göteborgsregionens kommunalförbund, Region Halland, Västra Götalandsregionen. (2017). *Västsvenska Paketet*. Hämtat från www.vastsvenskapaketet.se:
<http://www.vastsvenskapaketet.se/paketet/>

- TRAFIKVERKET, SBUF, WSP, NCC, PEAB, SKANSKA. (2013). *Sweden Green Building Council, Hållbar utveckling i Anläggningsbranschen*. Hämtat från www.sgbc.se: <https://www.sgbc.se/docman/om-sweden-gbc-2015/588-sbuf-12698-hallbarhetscertifiering-av-anlaggningsprojekt-del-1/file>
- United Nations. (2017). *United Nations - The Paris Agreement*. Hämtat från www.unfccc.int: http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php
- Utsläppsrätt. (2017). *utsläppsrätt.se*. Hämtat från www.utslappsratt.se: <http://www.utslappsratt.se/berakna-utslapp/berakning-av-utslapp-fran-bilar/>
- Volvo. (2017). *Volvo, Construction Equipment*. Hämtat från www.volvo.com: <https://www.volvoce.com/global/en/this-is-volvo-ce/what-we-believe-in/innovation/lx1-and-hx1/>
- Världsnaturfonden WWF. (2017). *Världsnaturfonden WWF*. Hämtat från www.wwf.se: <http://www.wwf.se/wwfs-arbete/klimat/mansklig-paverkan/1124268-mansklig-paverkan-klimat>
- Världsnaturfonden WWF. (2017). *Världsnaturfonden WWF*. Hämtat från www.wwf.se: <http://www.wwf.se/wwfs-arbete/klimat/vad-ar-klimatforandringarna/1124260-vad-ar-klimatforandringarna>
- Återvinningsindustrierna. (2017). *Återvinningsindustrierna, Återvinningens klimatnytta*. Hämtat från www.recycling.se: <http://www.recycling.se/branschfragor/atervinningens-klimatnytta>

9 Bilagor

Bilaga A: Beräkning Koldioxidupptag av träd

På Friggagatan kommer de 40 träden att ta upp 16 800 Co₂_{ekv}, baserat på att livslängden för gatan är 20 år innan omfattande ombyggnationer kommer att behöva göras igen. Se uträkning nedan.

$$40 \text{ träd} \times 21 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}} / \text{år} = 840 \text{ kg koldioxidekvivalenter om året}$$

$$840 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}} \times 20 \text{ år} = 16\,800 \text{ kg koldioxidekvivalenter}$$

För att renovera/bygga om Friggagatan från grunden släpps det ut 57 800 kg koldioxidekvivalenter. Utsläppsberäkningen baseras på standardtjocklekar i vägbanan. Utifrån tjocklekar har hantering och transporter kunnat uppskattas för att få fram en mängd utsläpp. Utsläpp som kommer från framtagning och förädling av material finns ej med i denna beräkning. Se uträkning nedan.

Utsläpp - rivning av asfalt, grävmaskin

$$(4320 \text{ m}^2) / (50 \text{ m}^2/\text{h}) = 86,4 \text{ h}$$

$$(86,4 \text{ h}) \times (25 \text{ l}/\text{h}) = 2160 \text{ liter}$$

$$(2160 \text{ l}) \times 2,89 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}/\text{liter} = 6246,4 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}$$

Utsläpp - transport av asfalt, lastbil

$$(4320 \text{ m}^2) \times (0,05 \text{ m}) = 216 \text{ kubikmeter}$$

$$(216 \text{ m}^3) \times (1,7 \text{ ton}/\text{m}^3) = 367,2 \text{ ton}$$

$$(367,2 \text{ ton}) / (16 \text{ ton}/\text{lass}) = 23 \text{ transporter}$$

$$(23 \text{ körningar}) \times (13,2 \text{ km}) = 31 \text{ mil, lastad}$$

$$(23 \text{ körningar}) \times (13,2 \text{ km}) = 31 \text{ mil, olastad}$$

$$(31 \text{ mil}) \times (5,0 \text{ liter}/\text{mil}) = 155 \text{ liter diesel}$$

$$(31 \text{ mil}) \times (4,0 \text{ liter}/\text{mil}) = 124 \text{ liter diesel}$$

$$(279 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}/\text{liter}) = 806,3 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}$$

Utsläpp - rivning av gatsten, grävmaskin

$$(2880 \text{ m}^2) / (30 \text{ m}^2/\text{h}) = 96 \text{ timmar}$$

$$(96 \text{ h}) \times (25 \text{ liter}/\text{h}) = 2400 \text{ liter diesel}$$

$$(2400 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}/\text{liter}) = 6936 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}$$

Utsläpp - transport av gatsten, lastbil och dumper

Gatstensbeläggning 2880 kvadratmeter, tjocklek 100 mm = 288 m³

$$(288 \text{ m}^3) \times (1,6 \text{ ton}/\text{m}^3) = 461 \text{ ton}$$

$$(461 \text{ ton}) \times (40\%) = 184 \text{ ton till deponi}$$

$$(461 \text{ ton}) \times (60\%) = 277 \text{ ton till upplag på arbetsområde}$$

$(184 \text{ ton}) / (16 \text{ ton/lass}) = 12 \text{ transporter till deponi}$
 $(277 \text{ ton}) / (20 \text{ ton/lass}) = 18 \text{ interna transporter}$
 $(12 \text{ interna transporter}) \times (400 \text{ meter}) = \text{ca } 1 \text{ mil interna transporter}$
 $(18 \text{ transporter till deponi}) \times (13,2 \text{ km}) = 24 \text{ mil lastad transport}$
 $(18 \text{ transporter från deponi}) \times (13,2 \text{ km}) = 24 \text{ mil olastad}$
 $(1 \text{ mil interna transporter}) \times (5 \text{ liter/mil för dumper}) = 5 \text{ liter diesel}$
 $(24 \text{ mil}) \times (5,0 \text{ liter/mil}) = 120 \text{ liter}$
 $(24 \text{ mil}) \times (4,0 \text{ liter/mil}) = 96 \text{ liter}$
 $(221 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_2\text{ekv/liter}) = 638,7 \text{ kg Co}_2\text{ekv.}$

Utsläpp – rivning av väggkroppen (sättgrus och slitlager), grävmaskin

$(7200 \text{ m}^2) \times (0,03 \text{ m} + 0,07 \text{ m}) = 720 \text{ m}^3$
 $(720 \text{ m}^3) / (30 \text{ m}^3/\text{h}) = 24 \text{ h}$
 $(24 \text{ h}) \times (25 \text{ liter/h}) = 600 \text{ liter diesel}$
 $(600 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_2\text{ekv/liter}) = 1734 \text{ kg Co}_2\text{ekv.}$

Utsläpp – rivning av väggkroppen (bärlager), grävmaskin

$(7200 \text{ m}^2) \times (0,25 \text{ m}) = 1800 \text{ m}^3$
 $(1800 \text{ m}^3) / (30 \text{ m}^3/\text{h}) = 60 \text{ h}$
 $(60 \text{ h}) \times (25 \text{ liter/h}) = 1500 \text{ liter diesel}$
 $(1500 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_2\text{ekv/liter}) = 4335 \text{ kg Co}_2\text{ekv.}$

Utsläpp – transport av krossmaterial till deponi, lastbil

$(720 \text{ m}^3) + (1800 \text{ m}^3) = 2520 \text{ m}^3$
 $(2520 \text{ m}^3) \times (1,6 \text{ ton/m}^3) = 4032 \text{ ton}$
 $(4032 \text{ ton}) / (16 \text{ ton/lass}) = 252 \text{ körningar}$
 $(252 \text{ körningar lastad}) \times (13,2 \text{ km}) = 333 \text{ mil}$
 $(252 \text{ körningar olastad}) \times (13,2 \text{ km}) = 333 \text{ mil}$
 $(333 \text{ mil}) \times (2,0 \text{ l/mil}) = 666 \text{ liter}$
 $(333 \text{ mil}) \times (1,6 \text{ l/mil}) = 533 \text{ liter}$
 $(1200 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_2\text{ekv/liter}) = 3468 \text{ kg Co}_2\text{ekv.}$

Utsläpp – transport av krossmaterial till arbetsområde (bärlager), lastbil

$(7200 \text{ m}^2) \times (0,25 \text{ m}) = 1800 \text{ m}^3$
 $(1800 \text{ m}^3) \times (1,6 \text{ ton/m}^3) = 2880 \text{ ton krossmaterial}$
 $(2880 \text{ ton}) / (16 \text{ ton/körning}) = 180 \text{ transporter}$
 $(180 \text{ transporter}) \times (11 \text{ km}) = 198 \text{ mil lastad}$
 $(180 \text{ körningar}) \times (11 \text{ km}) = 198 \text{ mil olastad}$
 $(198 \text{ mil}) \times (2,0 \text{ l/mil}) = 396 \text{ liter diesel}$
 $(198 \text{ mil}) \times (1,6 \text{ l/mil}) = 317 \text{ liter diesel}$
 $(713 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_2\text{ekv/liter}) = 2060,6 \text{ kg Co}_2\text{ekv.}$

Utsläpp – Uppbyggnad av väggkroppen (bärlager), grävmaskin

$(1800 \text{ m}^3) / (30 \text{ m}^3/\text{h}) = 60 \text{ timmar}$
 $(60 \text{ h}) \times (25 \text{ liter}/\text{h}) = 1500 \text{ liter diesel}$
 $(1500 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}/\text{liter}) = 4335 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}$

Utsläpp – Uppbyggnad av väggkroppen (bärlager), vält

$(7200 \text{ m}^2) \times (2 \text{ passager}) = 14400 \text{ m}^2$
 $(14400 \text{ m}^2) / (50 \text{ m}^2/\text{h}) = 288 \text{ timmar}$
 $(288 \text{ h}) \times (10 \text{ liter}/\text{h}) = 2880 \text{ liter diesel}$
 $(2888 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}/\text{liter}) = 8346,3 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}$

Utsläpp – transport av krossmaterial till arbetsområde (slitlager), lastbil

$(7200 \text{ m}^2) \times (0,07 \text{ m}) = 504 \text{ m}^3$
 $(504 \text{ m}^3) \times (1,6 \text{ ton}/\text{m}^3) = 806 \text{ ton krossmaterial}$
 $(806 \text{ ton}) / (16 \text{ ton}/\text{körning}) = 50 \text{ transporter}$
 $(50 \text{ transporter}) \times (11 \text{ km}) = 55 \text{ mil lastad}$
 $(50 \text{ körningar}) \times (11 \text{ km}) = 55 \text{ mil olastad}$
 $(55 \text{ mil}) \times (2,0 \text{ l}/\text{mil}) = 110 \text{ liter diesel}$
 $(55 \text{ mil}) \times (1,6 \text{ l}/\text{mil}) = 88 \text{ liter diesel}$
 $(198 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}/\text{liter}) = 572,2 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}$

Utsläpp – Uppbyggnad av väggkroppen (slitlager), grävmaskin

$(504 \text{ m}^3) / (30 \text{ m}^3/\text{h}) = 17 \text{ timmar}$
 $(60 \text{ h}) \times (25 \text{ liter}/\text{h}) = 425 \text{ liter diesel}$
 $(425 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}/\text{liter}) = 1228,3 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}$

Utsläpp – Uppbyggnad av väggkroppen (slitlager), vält

$(7200 \text{ m}^2) \times (2 \text{ passager}) = 14400 \text{ m}^2$
 $(14400 \text{ m}^2) / (50 \text{ m}^2/\text{h}) = 288 \text{ timmar}$
 $(288 \text{ h}) \times (10 \text{ liter}/\text{h}) = 2880 \text{ liter diesel}$
 $(2888 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}/\text{liter}) = 8346,3 \text{ kg Co}_{2\text{ekv}}$

Utsläpp – transport av krossmaterial till arbetsområde (sättgrus), lastbil

$(7200 \text{ m}^2) \times (0,03 \text{ m}) = 216 \text{ m}^3$
 $(216 \text{ m}^3) \times (1,6 \text{ ton}/\text{m}^3) = 346 \text{ ton krossmaterial}$
 $(346 \text{ ton}) / (16 \text{ ton}/\text{körning}) = 22 \text{ transporter}$
 $(22 \text{ transporter}) \times (11 \text{ km}) = 24 \text{ mil lastad}$

(22 körningar) x (11 km) = 24 mil olastad
(24 mil) x (5,0 l/mil) = 120 liter diesel
(24 mil) x (4 l/mil) = 96 liter diesel
(216 liter) x 2,89 kg Co₂_{ekv}/liter) = 624,24 kg Co₂_{ekv}

Utsläpp – Uppbyggnad av väggkroppen (sättgrus), grävmaskin

(216 m³) / (20 m³/h) = 11 timmar
(11 h) x (25 liter/h) = 275 liter diesel
(275 liter) x (2,89 kg Co₂_{ekv}/liter) = 794,8 kg Co₂_{ekv}

Utsläpp – Uppbyggnad av väggkroppen (sättgrus), vält

(7200 m²) x (1 passage) = 7200 m²
(7200 m²) / (50 m²/h) = 144 timmar
(144 h) x (10 liter/h) = 1440 liter diesel
(1440 liter) x (2,89 kg Co₂_{ekv}/liter) = 4161,6 kg Co₂_{ekv}

Utsläpp – transport av ytbeläggning till arbetsområde (gatsten), lastbil

(8 meter bred) x (360 meter lång) = 2880 m²
(2880 m²) x (0,01 m tjocka stenar) = 288 m³
(288 m³) x (1,6 ton/m³) = 461 ton
(461 ton) x (40 %) = 185 ton
(185 ton) / (30 ton/transport) = 6 transporter
(6 transporter) x (7,4 km) = 4,5 mil lastad
(6 transporter) x (7,4 km) = 4,5 mil olastad
(4,5 mil) x (5 liter/mil) = 22,5 liter
(4,5 mil) x (4 liter/mil) = 18 liter
(40,5 liter) x (2,89 kg Co₂_{ekv}/liter) = 117,1 kg Co₂_{ekv}

Utsläpp – transport av ytbeläggning inom arbetsområde (gatsten), dumper

(461 ton) / (10 ton/lass) = 46 körningar med dumper
(46 körningar) x (0,25 timmar/körning) = 11,5 timmars körning
(11,5 timmar) x (15 liter/timma) = 172,5 liter diesel
(172,5 liter) x (2,89 kg Co₂_{ekv}/liter) = 498,6 kg Co₂_{ekv}

Utsläpp – transport av ytbeläggning till arbetsområde (asfalt), lastbil

(12m körfält) x (360 meter långt) = 4320 m²
(4320 m²) x (0,05 m tjockt) = 216 m³
(216 m³) x (1,7 ton/m³) = 367 ton
(367 ton) / (10 ton/transport) = 37 transporter
(37 transporter) x (7,4 km) = 27,4 mil lastad
(37 transporter) x (7,4 km) = 27,4 mil olastad
(27,4 mil) x (5 liter/mil) = 137 liter diesel

$(27,4 \text{ mil} \times 4 \text{ liter/mil}) = 109,6 \text{ liter diesel}$
 $(246,6 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_2\text{ekv/liter}) = 712,7 \text{ kg Co}_2\text{ekv}$

Utsläpp – läggning av ytskikt (asfalt), asfaltläggare

$(360 \text{ meter}) / (5 \text{ meter/minut}) = 72 \text{ minuter för en passage}$
 $(72 \text{ minuter}) \times (2 \text{ passager}) = 2,5 \text{ timmar}$
 $(2,5 \text{ timmar}) \times (30 \text{ liter/h}) = 75 \text{ liter diesel}$
 $(75 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_2\text{ekv/liter}) = 216,8 \text{ kg Co}_2\text{ekv}$

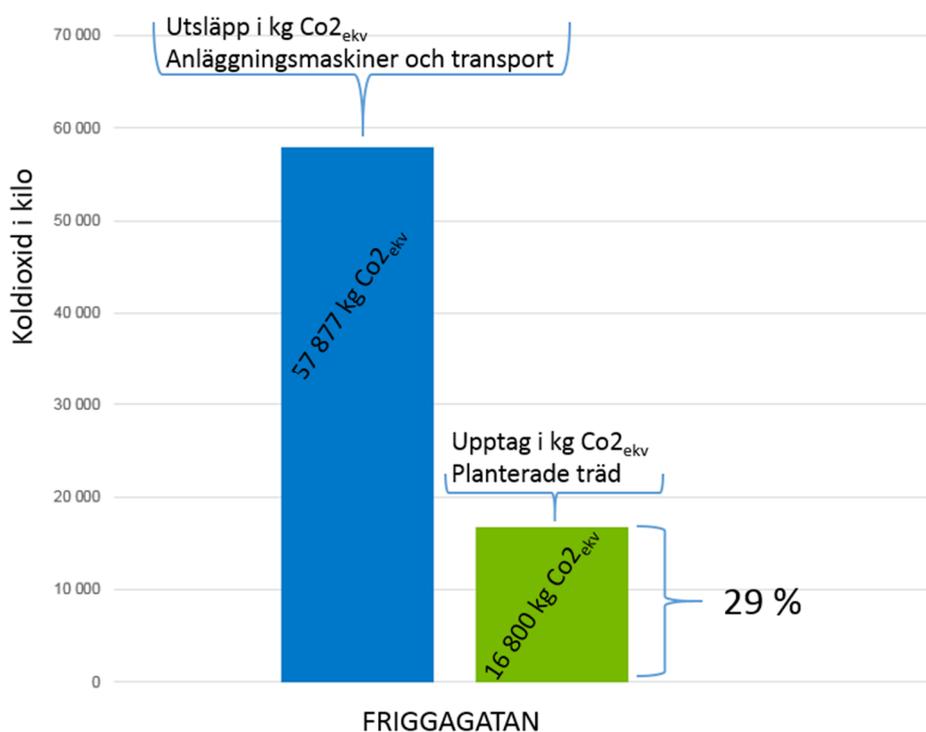
Utsläpp – packning av ytskikt (asfalt), vält

$(4320 \text{ m}^2) / (75 \text{ m}^2\text{/timma}) = 58 \text{ timmar}$
 $(58 \text{ timmar}) \times (10 \text{ liter/timma}) = 580 \text{ liter diesel}$
 $(870 \text{ liter}) \times (2,89 \text{ kg Co}_2\text{ekv/liter}) = 1676,2 \text{ kg Co}_2\text{ekv}$

Totalt utsläpp från transporter och anläggningsmaskiner

57 887 kg Co₂ekv

Av de 57 887 kg Co₂ekv som släpps ut under produktionstiden tar träden alltså upp 16 800 kg Co₂ekv, vilket motsvarar 29% av utsläppen.



Bilaga B: Beräkning utsläpp vid byte av bränsle i grävmaskin

Scenariot bygger på en grävmaskin som används under produktion i en vecka. Antagande görs att maskinen går för fullt under 6 timmar om dagen av den 8 timmar långa arbetsdagen.

Under 1 vecka blir det alltså

$$6 \text{ aktiva timmar} * 5 \text{ dagar} = 30 \text{ aktiva timmar}$$

Den ungefärliga beräkningen av utsläpp kommer att ske på en 40 tons grävmaskin, denna drar ca 25 liter per timma vid aktiv körning (Bernhardsson, 2017).

Under en vecka kommer då alltså en grävmaskin ute i produktion att dra

$$30 \text{ aktiva timmar} * 25 \text{ liter/timme} = 750 \text{ liter bränsle}$$

Well to tank - Utsläpp av koldioxidekvivalenter, kilo/liter

- ACP Diesel MK1, utan annan inbladning - 0,35 kg/l
- ACP Evolution Diesel MK1, med 7% RME, förnyelsebar andel upp till 50% - 0,37 kg/l
- HVO Diesel 100 - 0,35 kg/l

$$750 \text{ l} * 0,35 \text{ kg/l} = \underline{262,5 \text{ kg koldioxidekvivalenter}}$$

$$750 \text{ l} * 0,37 \text{ kg/l} = \underline{277,5 \text{ kg koldioxidekvivalenter}}$$

$$750 \text{ l} * 0,35 \text{ kg/l} = \underline{262,5 \text{ kg koldioxidekvivalenter}}$$

Tank to Wheel - Utsläpp av koldioxidekvivalenter, kilo/liter

- ACP Diesel MK1, utan annan inbladning - 2,54 kg/l
- ACP Evolution Diesel MK1, med 7% RME, förnyelsebar andel upp till 50% - 1,28 kg/l
- HVO Diesel 100 - 0,0 kg/l

$$750 \text{ l} * 2,54 \text{ kg/l} = \underline{1\ 905 \text{ kg koldioxidekvivalenter}}$$

$$750 \text{ l} * 1,28 \text{ kg/l} = \underline{1\ 960 \text{ kg koldioxidekvivalenter}}$$

$$750 \text{ l} * 0,0 \text{ kg/l} = \underline{0 \text{ kg koldioxidekvivalenter}}$$

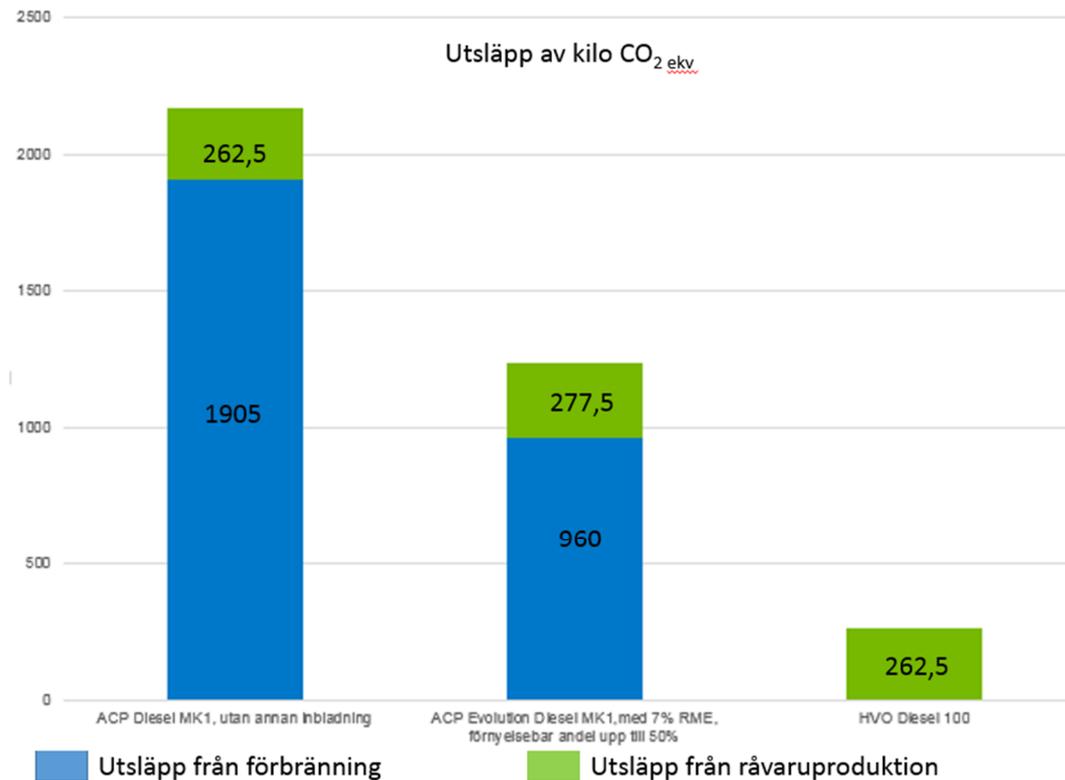
Well to Wheel - Utsläpp av koldioxidekvivalenter, kilo/liter

- ACP Diesel MK1, utan annan inblandning - 2,89 kg/l
- ACP Evolution Diesel MK1, med 7% RME, förnyelsebar andel upp till 50% - 1,63 kg/l
- HVO Diesel 100 - 0,35 kg/l

$750 \text{ l} * 2,89 \text{ kg/l} = \underline{2\ 167,5 \text{ kg koldioxidekvivalenter}}$

$750 \text{ l} * 1,63 \text{ kg/l} = \underline{1\ 222,5 \text{ kg koldioxidekvivalenter}}$

$750 \text{ l} * 0,35 \text{ kg/l} = \underline{262,5 \text{ kg koldioxidekvivalenter}}$



Bilaga C: Beräkning utsläpp och kostnader vid återvinning av massor

Beräkningar kommer att bygga på scenario där massor väljs att siktas på plats för att sedan återvinnas mot att skicka alla massor till deponi. Det som kommer att jämföras är utsläpp i koldioxid och kostnad för de olika processerna.

Transport av massor till deponi

- 300 ton massor
- Lastbil för transport, 30 ton per lass
- Lastad lastbil drar 5 l/mil, olastad 4 l/mil
- Avstånd till Deponi 4 mil
- Hyra av lastbil ???
- Deponiavgift 50 kr/ton
- Sikt kapacitet deponi 250 ton/h
- Bränsleförbrukning sikt 25 l/h, grävmaskin 25 l/h, dumper 15 l/h

Sträcka

300 ton / 30 ton/lass = 10 fulla transporter med lastbil,
10 transporter * 4 mil = 40 mil lastad
10 transporter * 4 mil = 40 mil olastad

Bränsleförbrukning

40 mil * 5 l/mil = 200 liter
40 mil * 4 l/mil = 160 liter

Totalt 360 liter diesel

Sikt

300 ton / 250 ton/h = 1,2h användning av sikten
1,2 h * 25 l/h = 30 liter diesel

Grävmaskin

1,2 h * 25 l/h = 30 liter diesel för att lasta material på sikten

Dumper

1,2 h * 15 l/h = 18 liter diesel för transport av siktat material

Total bränsleförbrukning under processen 438 liter diesel

Totalt utsläpp

438 liter * 2,54 kg CO₂ ekv/liter = 1 112,52 kg CO₂ ekv

Kostnad för att köra material på deponi

Lastbilstransport (endast bränslekostnad) Baserat på drivmedelspriser från 2017-05-12

$$360 \text{ l} * 13,80 \text{ kr/l} = 5000 \text{ kr}$$

Deponi

$$300 \text{ ton} * 50 \text{ kr/ton} = 15\,000 \text{ kr}$$

Total kostnad: 20 000 Kr

Återvinning av massor på byggarbetsplatsen

- Lagringsplats i anslutning till byggplats, intern körning 500 meter
- Lastbil för transport, 30 ton per lass
- Lastad lastbil drar 5 l/mil, olastad 4 l/mil
- Avstånd till Deponi 4 mil
- Hyra av lastbil ???
- Deponiavgift 50 kr/ton
- Siktkapacitet deponi 250 ton/h
- Bränsleförbrukning sikt 25 l/h, grävmaskin 25 l/h, dumper 15 l/h (5 l/mil)
- Kapacitet grävmaskin, djupskopa 3 m³ / 4,5 ton, timkostnad 630 kr/h
- Kapacitet dumper 15 ton, timkostnad 420 kr/h
- Processen att sikta på plats tar ca 3 minuter per skopa, detta för att placera och avlägsna material på sikten.
- 70 % kan återanvändas, 30 % måste gå på deponi

Dumper (för internttransport)

$$300 \text{ ton} / 15 \text{ ton/lass} = 20 \text{ transporter}$$

$$20 \text{ transporter} * 0,5 \text{ km} = 10 \text{ km internttransport}$$

$$1 \text{ mil} * 5 \text{ l/mil} = 5 \text{ liter diesel}$$

Grävmaskin (lastning av material på sikt)

$$300 \text{ ton} / 3,5 \text{ ton/skopa} = \text{ca } 70 \text{ skopor material}$$

$$3 \text{ min/skopa} * 70 \text{ skopor} = 3,5 \text{ h}$$

$$3,5 \text{ h} * 25 \text{ l/h} = 87,5 \text{ liter diesel}$$

Dumper (för internttransport)

$$300 \text{ ton} * 70\% = 210 \text{ ton}$$

$$210 \text{ ton} / 15 \text{ ton/lass} = 14 \text{ transporter}$$

$$14 * 0,5 \text{ km} = 0,7 \text{ mil}$$

$$0,7 \text{ mil} * 5 \text{ l/mil} = 3,5 \text{ liter diesel}$$

Lastbil (för transport av förorenade massor till deponi)

$$300 \text{ ton} * 30\% = 90 \text{ ton}$$

90 ton / 30 ton per lass = 3 transporter
3 transporter * 4 mil = 12 mil lastad
3 transporter * 4 mil = 12 mil olastad
12 mil * 5 l/mil + 12 mil * 4 l/mil = 108 liter diesel

Total bränsleförbrukning under processen 204 liter diesel

Totalt utsläpp

204 liter * 2,54 kg CO₂ ekv/liter = 518,16 kg CO₂ ekv

Kostnad för att sikta material på byggarbetsplats

Grävmaskin

630 kr/h * 3,5h = 2205 kr

Dumper

420 kr/h * 1h = 420 kr

Lastbilstransport (endast bränslekostnad) Baserat på drivmedelspriser från 2017-05-12

108 l * 13,80 kr/l = 1500 kr

Deponiavgift

90 ton * 50 kronor / ton = 4500 kronor

Total kostnad: 8 300 Kr

Bilaga D: Drivmedelspriser från 2017-05-12 (Preem, 2017)

Produkt	Pris	Förändring	Datum
Diesel			
Preem Evolution Diesel	13,80 kr/l	+10 öre	17-05-11
ACP Diesel	13,80 kr/l	+10 öre	17-05-11
Bensin			
Preem Evolution Bensin 95	14,07 kr/l	+10 öre	17-05-11
Bensin 95	14,07 kr/l	+10 öre	17-05-11
Bensin 98	14,67 kr/l	+10 öre	17-05-11
Alternativa drivmedel			
HVO Diesel 100	14,00 kr/l	+20 öre	17-05-11
Etanol E85	11,29 kr/l	+10 öre	17-05-11
Fordonsgas	17,11 kr/kg	-10 öre	17-05-04
Motorgas/LPG	9,86 kr/l	+60 öre	17-03-08
Övrigt			
AdBlue	6,95 kr/l	-130 öre	12-09-06



HVO Diesel 100

Produktbeskrivning

HVO Diesel 100 är ett förnybart dieselbränsle som ger hög reduktion av det fossila utsläppet av koldioxid. Produkten framställs genom hydrering av förnybar råvara och benämns ofta HVO (hydrerad vegetabilisk olja). Preem använder endast HVO fri från palmoilja och PFAD (Palm Fatty Acid Distillate).

Fördelar

HVO Diesel 100 ger hög reduktion av det fossila utsläppet av koldioxid, då den till 100 % är baserad på förnybar råvara. Råvaran är slakteriavfall. Produkten reducerar utsläppet av fossil koldioxid med ca 88 %.

Användningsområden

HVO Diesel 100 är till sin kemiska uppbyggnad i stort identisk med fossil diesel. Likheten med vanlig diesel innebär att produkten kan användas i konventionella dieselmotorer men då gällande dieselstandard inte helt uppfylls krävs godkännande från fordonsleverantören.

Lagring

Lagring av allt drivmedel skall ske i för lagring godkända cisterner. Ljusgenomsläppliga cisterner skall ej användas för att säkerställa att produktkvaliteten ej försämras. Vid lagring av dieselbränsle är det viktigt att utföra regelbunden vattenkontroll i cistern för att minska risk för tillväxt av mikroorganismer.

Hälsa, miljö och säkerhet

Se säkerhetsdatablad

Specifikationer

- EN 15940

Artikelkod

- 09690

Upplysningar

Telefon 020-450 450

e-post preemcenter@preem.se



HVO Diesel 100

Egenskap	Enhet	Krav enl EN 15940	Typiska analysdata
Cetantal	-	min 70,0	77
Densitet vid 15°C	kg/m ³	min 765,0	780
Aromater (masshalt)	%	max 1,0	<0,1
Svavelhalt (masshalt)	mg/kg	max 5,0	<1
Flampunkt	°C	> 55,0	>61
Viskositet vid 40°C	mm ² /s (cSt)	2,00 - 4,50	2,9
Destillation:			
Temp vid 95 % destillat	°C	max 360	297
Filtrerbarhet i kyla (CFPP)	°C	max -26	-26 till -35
Grumlingstemperatur	°C	max -16	-25 till -34
Värmevärde / energiinnehåll	MJ/kg	-	44,0

Informationen i typiska data utgör inte en specifikation utan är en indikation baserad på nuvarande produktion, den kan påverkas av tillåtna produktionstoleranser. Rätten till ändringar förbehålls. Detta ersätter alla tidigare utgåvor och informationen i dessa.

Klimatprestanda

Egenskap	Enhet	Värde
WTW, CO ₂ -ekv	kg/liter	0,35
Växthusgasbesparing	%	88
Förnybar andel	%	100

PREEM AB (publ)
BESÖKSADRESS Warfväges väg 45
POSTADRESS 112 80 Stockholm
E-MAIL info@preem.se
www.preem.se

VÄXEL 010-450 10 00
FAX 010-450 10 20

UTGÅVA 2016-08-08

Bilaga F: Intervjufrågor Trafikkontoret

2017-04-03 Intervju med Maria Aronsson och Malin Ostblom, Göteborgs Stad
Trafikkontoret

Val av att hållbarhetscertifiera parkeringsanläggning Skeppsbron

Overgripande frågor till intervjun

- Hur jobbar Trafikkontoret med hållbarhetsfrågor inom vägbyggnadsprojekt?
- Ställer TK krav på entreprenörer i sina projekt?
- Är det svårt att ställa krav som beställare?
- Använder TK sig av några verktyg för att ställa krav? Exempelvis miljöcertifieringar?
- Finns det delar som entreprenörerna kan förbättra / förenkla för att underlätta ert val av entreprenör?
- Hur använder TK sig av Göteborgs klimatprogram vid upphandlingar?
- Hur ser framtiden ut gällande krav och certifieringar ut för er del vid projekt?

Bilaga G: Intervjufrågor Skanska

2017-03-06 Intervju med Fredrik Bernhardsson, Skanska

Materialåtervinning inom vägbyggnadsprojekt och alternativa material för vägbyggnation

Overgripande frågor till intervjun

- Vad innebär materialåtervinning?
- Vilka material går att återvinna från en gammal väg till en ny?
- Går det att använda leran i marken på något sätt?
- Miljöfarliga massor - hur testar man dem? Olika föroreningsgrader? Kan
- massorna användas på olika sätt?
- Skicka massor till deponi – kostnader? Transporter?
- Alternativa material som kan användas?
- Maskiner – finns det alternativa bränslen som kan användas? Hur kan maskinerna förändras?
- Krav från beställaren – på återvinning? Utsläpp? Eller andra krav?

Bilaga H: Intervjufrågor Skanska

2017-03-13 Intervju med Louise Alström, Skanska

CEEQUAL och klimatreducerande åtgärder

Overgripande frågor till intervjun

- Vad är CEEQUAL och vilka krav är det som gäller?
- Hur stor är användningen i Sverige och hos Skanska
- Hur ser kraven från beställare ut? Vill de använda sig av miljöcertifieringar för anläggningsprojekt?
- Hur står sig Skanskas egna miljökrav, ex. Gröna kartan, mot ett system som CEEQUAL?
- Skulle det vara en omställning för Skanska att bygga enligt ett miljöcertifieringssystem?
- I vilken del av bygget har systemet störst inverkan?
- Efterfrågan inom anläggningsbranschen på miljöcertifieringssystem?

Bilaga I: Intervjufrågor Göteborgs Stads Parkering AB

2017-04-05 Intervju med Anna Vinge och Leyla ~~Sharifian~~, Göteborgs Stads Parkering AB

Val av att hållbarhetscertifiera parkeringsanläggning Skeppsbron

Overgripande frågor till intervjun

- Varför har ni valt att hållbarhetscertifiera parkeringsgaraget?
- Hur kom det sig att valet föll på CEEQUAL? Kollade ni även på andra certifieringssystem?
- Hur påverkade certifieringen projekteringsfasen?
 - Vad utöver det vanliga har man behövt ta hänsyn till?
- Är det svårt att ställa krav som beställare?
- Finns det delar som entreprenörerna kan förbättra / förenkla för att underlätta ert val av entreprenör?
- Hur ser framtiden ut gällande krav och certifieringar ut för er del vid projekt?