



Högskolan i Halmstad

Sektionen för ekonomi och teknik

Miljö- och hälsoskyddsprogrammet

KLIMATPÅVERKAN VID VÄGBYGGNAD

– BEROENDE AV VALD KONSTRUKTION

2009-05-20

Författare: Camilla Andersson (840321), Helen Gunnarsson (871217)

Uppdragsgivare: Svevia

Handledare: Rune Fredriksson (Svevia), Göran Sidén (Halmstad Högskola)

Examinator: Marie Mattsson (Halmstad Högskola)

Sammanfattning

De fordon som idag trafikerar landets vägar ger upphov till växthusgaser som påverkar klimatet. Detta anses idag vara allmänt känt. Men att uppbyggnaden av själva vägen också är med och bidrar talas det sällan om. Svevia och Vägverket har olika synsätt på hur konstruktionen av vägar borde gå till. Det är skillnaden mellan dessa två metoder som vårt arbete grundar sig på.

Varken för Vägverkets eller Svevias vägmodeller är energiåtgången eller utsläppen av växthusgaser utredd. Vårt arbete har jämfört dessa två olika sätt att konstruera väg för att få fram vad som påverkar minst: vilket material och vilken vägbyggnadsmodell som bör användas för att även vägen ska minska sin påverkan på klimatet.

Vi har för olika vägmodeller i olika trafikklasser räknat ut totalsumman av koldioxidutsläpp och energiförbrukning. För detta har vi tagit fram ett Excelbaserat räkneverktyg som räknar på totalsumman av energiförbrukning i MWh och koldioxidutsläpp i ton för vägbyggnad. Räkneverktyget ska även kunna användas i framtiden om man vill räkna ut energiåtgång eller utsläpp för någon ny vägmodell.

Resultatet för de vägmodeller vi räknat på blev att Svevias vägmodeller tenderar att ha något mindre utsläpp av koldioxid, och att kräva något mindre energi, än Vägverkets vägmodeller. Skillnad syntes också mellan de olika trafikklasserna där modellerna i trafikklass låg genererar betydligt mindre utsläpp och kräver betydligt mindre energi än modellerna i trafikklass hög. Trafikclass mellan ligger i mitten både vad gäller energiförbrukning och utsläpp av koldioxid.

Abstract

It's a fact that the climate is affected by the vehicle that runs on the worlds roads. But the construction of the road itself is rarely thought of as a climate threat. Svevia and the Swedish road administration have opposite views of how the construction of roads should be carried thru. It's the difference between those two construction methods that is the base in our thesis.

The amount of energy use or the emissions are not analyzed for neither the Swedish road administrations nor Svevias construction models. Our thesis has compared these two models of constructing a road to evaluate what affects the climate the least. In other words which material and which construction model that is best to use to reduce the impact on the climate.

We have calculated the total amount of carbon dioxide and energy use for road models in different traffic classes. To do this we designed a calculation tool that calculates on the total amount of MWh used and the total amount of tons carbon dioxide emitted during the construction of a road. This calculation tool could even in the future be used to calculate energy use and emissions from new types of construction models.

The results for the construction models we calculated is that Svevias construction models have a tendency to have some less emissions of carbon dioxide and demand somewhat less energy than the Swedish road administration construction models. A difference also shows between different traffic classes. Traffic class low gives considerably fewer emissions and demands less energy use than traffic class high.

Förord

Detta examensarbete har för oss varit väldigt givande och lärorikt och nu när det är klart är vi stolta över att ha lyckats. När vi som utexaminerade från miljö- hälsoskyddsprogrammet kommer ut i arbetslivet bär vi med oss den här erfarenheten.

Vi vill rikta stort tack till de personer som varit med under det här arbetets fortskridande och som varit betydande för resultatet:

Rune Fredriksson, Svevia, som varit vår handledare och ständigt svarat på alla frågor vi kommit med, både de som varit i det närmaste uppenbara och de som varit krångliga.

Thore Eriksson, Platschef på Skanska i Spånstad i Halmstad, som har hjälpt oss med mycket information om krossanläggningar och bidragit med energistatistik. Han har även bidragit med en timmes föreläsning och guidning vid studiebesök.

Eja Pedersen och Marie Mattsson, Högskolan i Halmstad, som läst igenom vårt arbete och kommit med konstruktiv kritik.

Lars-Gunnar Franzén, Högskolan i Halmstad, som hjälpt oss med beräkningar.

Övrig personal på högskolan som varit inblandade i arbetet på något sätt.

Våra respektive som erbjudit ovärderlig hjälp i hur man hanterar Excel, och på så vis hjälpt oss att få till vårt räkneverktyg.

Halmstad 2009-05-20

Camilla Andersson & Helen Gunnarsson

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.1.1	Svevia	1
1.1.2	Växthuseffekten.....	2
1.1.3	Vägbyggnad.....	3
1.1.4	Vägbeläggning.....	4
1.1.5	Bergkross och naturgrus	4
1.1.6	Bitumenframställning	6
1.1.7	Asfaltverk	7
1.2	Mål och syfte	7
2	Avgränsningar	8
2.1	Krossning av stenmaterial	8
2.2	Bitumenframställning	8
2.3	Arbetsmaskiner.....	8
2.4	Asfaltstillverkning	8
2.5	Utläggning.....	9
3	Metod.....	10
3.1	Krossning av stenmaterial	11
3.2	Bitumenframställning	12
3.3	Tillverkning av emulsion.....	12
3.4	Lagring av bitumen på depå	12
3.5	Transporter	13
3.6	Asfaltstillverkning	15
3.7	Emissionsfaktorer	15
4	Resultat.....	16
4.1	Material.....	16
4.2	Krossning av stenmaterial	17
4.3	Bitumenframställning	18
4.4	Framställning av bitumenemulsion	19
4.5	Lagring av bitumen på depå	19
4.6	Transporter	19
4.7	Asfaltverk	20
4.8	Vägmodellerna	20

5	Diskussion	24
5.1	Resultatdiskussion	24
5.2	Dataosäkerhet	24
5.3	Utlägningsfasen	25
5.4	Miljö	25
5.5	Asfalt	26
5.6	Emissionsfaktorer	26
5.7	Mobila krossanläggningar	27
5.8	Elanvändning	27
6	Slutsats.....	28
7	Litteraturförteckning.....	29
8	Bilagor	31
8.1	Bilaga 1	31
8.2	Bilaga 2.....	33
8.3	Bilaga 3, Ordlista.....	35

1 INLEDNING

I inledningen ges en introduktion till arbetet och de bakomliggande faktorer som lett fram till behovet av att utreda arbetets frågeställning.

1.1 BAKGRUND

Vägbyggnad idag kräver mycket energi och ger stor klimatpåverkan i form av utsläpp av växthusgaser. I spåren av den globala uppvärmningen ökar kraven på både företag, myndigheter och privatpersoner att minska sin energiförbrukning och minska sina utsläpp av växthusgaser. Vid vägbyggnad används material som kräver energi vid framtagning, och maskiner används som släpper ut växthusgaser. Arbetet jämför olika sätt att dimensionera och bygga väg utifrån energiförbrukning och hur stor klimatpåverkan är för att kunna bedöma om det finns ett bättre eller sämre sätt att dimensionera och bygga väg. Arbetet tar hänsyn till tre olika trafikklasser: låg, mellan och hög. Med trafikklass avses den belastningen som vägen utsätts för, alltså mängden fordon och tyngden från dessa. För varje trafikklass finns en definition utifrån ett regelverk upprättat av Vägverket om hur man bör bygga vägen för att den ska klara av den aktuella belastningen. Regelverket tar hänsyn till var i Sverige man befinner sig då väderklimatet har en inverkan på vägens kvalitet. En geografisk uppdelning som oftast görs är Umeå, Borlänge, Stockholm, Göteborg och Malmö där dessa orter har valts ut av Vägverket och Svevia eftersom de representerar större delen av Sveriges vägnät. Varje utvald ort har valts ut för att representera en större region, exempelvis motsvarar Umeås klimat norra Sverige. Svevia som idag är ett statligt ägt bolag har alternativa konstruktionsmetoder för dessa olika trafikklasser och områden, för närmre förklaring se bilaga 1. Anledningen till att Vägverket och Svevia har olika modeller är att de inte har samma uppfattning om klimatets betydelse för dimensioneringen. Varken energiåtgången eller utsläppen av växthusgaser är utredd för någon av modellerna. Detta arbete bygger därför på jämförelsen mellan de olika modellerna för vägbyggnad.

1.1.1 SVEVIA

Före 1992 ansvarade myndigheten Vägverket för Sveriges vägar och infrastruktur. År 1992 togs det som då hette division produktion i drift. Division produktion var en del under Vägverket. Vägverket kom sedan att bestå av Vägverket Produktion (dit division produktion hörde), Vägverket Konsult och Vägverket Färjerederiet. Vägverket Produktion fungerade som en produktionsavdelning under Vägverket och först 1996 delades Vägverket och Vägverket Produktion upp så att Vägverket Produktion blev en självständig resultatenhet inom Vägverket. 2008 beslutade riksdagen att bolagisera Vägverket produktion och den första januari 2009 blev Vägverket produktion istället Svevia. Svevia är ett statligt ägt bolag som arbetar med Sveriges infrastruktur så som vägar, broar och tunnlar (Svevia, 2009).

Svevia är miljöcertifierade enligt ISO 14000 och arbetar aktivt för ett bra miljötankande i sin produktion. Teknik och utveckling är också viktigt för Svevia då den väg- och anläggningsbransch man arbetar i är hårt konkurrenssatt (Svevia, 2009).

1.1.2 VÄXTHUSEFFEKTEN

Utsläpp av växthusgaser och energiförbrukning är grunden för detta arbete. Båda ger en klimatpåverkan som bidrar till en ökad växthuseffekt. Växthuseffekten är något som funnits många miljoner år på jorden; utan den skulle det inte finnas mycket liv på jorden då medeltemperaturen skulle vara ca -18°C . Från solen strålar värme mot jordytan, när värmestrålningen kommer i kontakt med jordytan värms jordytan upp men en del överskottsvärme strålar tillbaka mot atmosfären. Det mesta av denna överskottsvärme strålar ut i rymden men en del blockeras av gaser i atmosfären och strålar ner mot jorden igen. Denna tillbakastrålning kallas växthuseffekten och de huvudsakliga gaserna som i atmosfären bidrar till växthuseffekten är vattenånga och koldioxid, CO_2 (Lindén, 2008). Idag finns dock det som kallas förhöjd växthuseffekt. Koncentrationen av framförallt koldioxid ökar i atmosfären vilket gör att mer värmestrålning återreflekteras mot jordytan. Denna extra uppvärmning av jordytan leder till en hel del konsekvenser som kan vara negativa för livet på jorden så som exempelvis höjda havsnivåer och ökad medeltemperatur. Den förhöjda växthuseffekten orsakas framförallt av förbränning av fossila bränslen (Göteborgs miljövetenskapliga centrum 2009).

Sverige har satt upp nationella miljömål för att förbättra den miljö vi lever i. Ett av dessa handlar om växthuseffekten, miljömålet ”begränsad klimatpåverkan” (Miljömålsportalen 2009). För att leva upp till de krav som ställs, dels genom miljömålet och dels genom Kyotoprotokollet som Sverige skrivit under och därmed förbundit sig att minska sina utsläpp av växthusgaser, behövs en minskad användning av fossila bränslen i alla processer.

Även om koldioxid är den viktigaste gasen för den förhöjda växthuseffekten är det fler gaser som finns i mindre mängder i atmosfären som också är inblandade. Vattenånga har nämnts ovan men även metan, dikvävedioxid, svavelhexafluorid och andra fluorföreningar (så som fluorkolväten och flourkarboner), har en del i den förhöjda växthuseffekten och räknas därför som växthusgaser. Även ozon och partiklar räknas till växthusgaser och bidrar till växthuseffekten (IVL 2009), (Göteborgs miljövetenskapliga centrum 2009).

För att kunna jämföra olika växthusgaser med varandra används koldioxidekvivalenter. Med hjälp av tabeller kan man sedan räkna ut vad ett utsläpp av en växthusgas skulle motsvara om utsläppet bestått av koldioxid, på så vis kan man jämföra de olika gaserna med varandra och få ett sammanlagt tal för en källa till utsläpp av växthusgaser (Göteborgs miljövetenskapliga centrum 2009).

1.1.3 VÄGBYGGNAD

En jämförelse av två alternativa sätt att konstruera vägar kräver en viss bakgrundsinformation om hur en generell vägbyggnad går till. Att bygga väg är förenat med stora krav på hur arbetet utförs och krav på att resultatet måste bli bra. En väg byggs i olika lager, lagrens mängd och utseende skiljer sig dock från väg till väg. Vägar dimensioneras olika beroende på regelverk i olika länder, väderklimat i olika delar av ett land och vilken grund som finns på platsen för den tänkta vägen, men principen är i stort sätt samma, se figur 1. De vägmodeller som ligger till grund för jämförelsen i det här arbetet återfinns i detalj i bilaga 1 (Fredriksson, 2009).

Lagren i vägen består av olika material som innehåller någon form av krossat bergmaterial. Vissa lager består av rent krossberg medan andra består av en blandning av krossberg och olika bindmaterial så som bitumen (ett oljematerial) eller cement. Lagrens sammansättning påverkas av både undergrund och väderklimat (Fredriksson, 2009).

FIGUR 1 VÄGLAGRENS UPPBYGGNAD



1.1.4 VÄGBELÄGGNING

Det finns många olika beläggningstyper att använda när man bygger väg. Vägbeläggningar kan också ha väldigt olika sammansättning. De beläggningar som kommer hanteras i detta arbete presenteras närmre i tabell 1.

Den första gruppen av beläggningstyper består av olika asfaltsorter där grus och bitumen blandats samman i ett asfaltverk efter bestämda proportioner. I denna grupp ingår AB, ABS, ABb, AG och TSK.

Nästa grupp består av olika ytbeläggningar, gemensamt för dessa är att de består av en blandning av grus och bitumen eller bitumenemulsion. De blandas dock inte samman som asfaltbeläggningarna utan de läggs ut var för sig på plats vid vägbyggandet. I denna grupp ingår Y1B och Y2G.

Det finns även en beläggningssort som kallas Runbase som är en kombinationsbeläggning. Runbase är ett material som är patenterat av Svevia.

TABELL 1 BESKRIVNING AV DE OLIKA MATERIAL SOM ANVÄNDS I VÄGBYGGNAD (FREDRIKSSON, 2009)

VÄGBYGGNADSMATERIAL	
AB	Asfaltbetong
ABS	Stenrik asfaltbetong
AG	Asfaltgrus
ABb	Bindlager av asfaltbetong
TSK	Tunnskiktsbeläggning
Y1B	Enkel ytbehandling på bituminöst underlag
Y2G	Dubbel ytbehandling på grus
GBL	Grusbärlager
Runbase	Kombinationsbeläggning av asfaltsmassa, grus och bitumenemulsion

I arbetet kommer dessa olika beläggningstyper ofta förekomma tillsammans med en siffra, som anger fraktionen, det vill säga storleken, på gruset som ingår i den beläggningen (Fredriksson, 2009).

1.1.5 BERGKROSS OCH NATURGRUS

Med naturgrus avser man naturligt sorterade jordarter som till största del består av sand, grus, sten och block (Miljömålsportalen 2009). Bergkross är berg som sprängts sönder och sedan krossats till olika stora fraktioner. Utvinningen av naturgrus och bergkross kräver stora mängder energi och för

att minska förbrukningen av energi vid vägbyggnad krävs stor hänsyn till vilka material som används och i vilken mängd.

Naturgrus betraktas idag som en ändlig resurs (Miljömålportalen 2009). Naturgrusresurser är ofta belägna i känsliga områden och har stor betydelse för dricksvattenförsörjningen på många platser i Sverige. Dessutom anses de ofta ha stora skyddsvärda natur- och kulturvärden. Därför bör naturgrusutvinningen begränsas och ersättas med återanvänt material eller krossat berg (Miljömålportalen 2009).

Den största användningen av naturgrus är för framställning av ballastmaterial till bygg- och anläggningsindustrin. Ballast är en betäckning för naturgrus, morän och krossat berg som används inom bygg- och anläggningsarbeten (Miljömålportalen 2009). Med anledning av delmålet till miljömålet ”God bebyggd miljö” som säger att år 2010 ska uttaget av naturgrus vara högst 12 miljoner ton årligen har väg- och byggindustrin fått se över alternativa byggmaterialkällor (Miljömålportalen 2009).

På grund av detta, men även på grund av skärpta kvalitetskrav på ballastmaterial som oftast omöjliggör annat material än sådant erhållet ur bergtäkter, har Svevia fasat ut sin användning av naturgrus som material till sin vägbyggnad (Vägverket Produktion, 2007).

Av den totala mängden levererat naturgrus år 2007, som uppgick till 20 miljoner ton, gick 24 procent till vägbyggnation. Detta är en kraftig minskning sedan 1996 då andelen naturgrus i vägbyggen uppgick till 46 procent (Sveriges geologiska undersökning, 2007).

Berg byggs upp av bergarter, som i sin tur består av mineraler. Bergarterna indelas efter hur de har bildats. De vanligaste bergarterna i Sverige är magmatiska bergarter som bildats genom utbrott från jordens inre. Dessa bergarter är mycket hårda och lämpliga att göra bergkross av. Exempel på magmatiska bergarter är granit och gnejs (Hultkvist, 2001). För att få fram vägmateriell ur en bergtäkt måste man spränga i berget. Sprängningen genomförs genom att det borrar ett antal hål i berget i vilka sprängämnen placeras (Hultkvist, 2001). Efter att sprängningen är utförd får man fram det material som sedan ska krossas vidare. Ibland får man dock stora bergsblock, så kallade skut, som är för stora för att gå i krossen. Dessa får man då antingen spränga ytterligare en gång eller slå sönder med hydraulhammare (Hultkvist, 2001). Sprängstenen lastas sedan på en hjullastare och körs bort till en ficka var i det töms (Eriksson, 2009). Från denna uppsamlingsficka matas sedan stenen vidare av mataren till krossen (Hultkvist, 2001). Väl i krossen börjar materialet anta den form som sedan ska användas i väganläggningen. Dock klarar inte krossen av att i ett enda steg krossa ner stenen till det finkorniga material som ska användas. Därför krossas stenmaterialet i flera steg i olika sorters krossar.

Först genomgår materialet en förkrossning där man som regel använder en käft- eller spindelkross. Därefter sker en siktning där materialet fördelas efter kornens storlek. Det material man vill krossa

till ännu mindre fraktioner fortsätter in i en mellankross, vilken ofta utgörs av en käft-, spindel- eller konkross. Därefter sker ytterligare en siktning (Hultkvist, 2001). För ännu mindre kornstorlekar genomgår materialet ytterligare en krossning, finkrossningen, vilken sker i en kon-, slag- eller kubiseringskross. Därefter sker en sista siktning för att separera de olika kornfraktionerna (Hultkvist, 2001).

I det första krossningssteget erhålls normalt material till förstärkningslagret. I andra krossningssteget fås normalt material till bärlagret och i det avslutande krossningssteget erhålls normalt slitlagermaterial (Fredriksson, 2009).

Separationsgräns är ett begrepp som visar vid vilket millimetermått stenkornen separeras. Så om ett material omnämns som sortering 16-32 är det för att det är siktat mellan 16 och 32 millimeter. I en sortering smyger det ofta med sig korn som är både mindre och större än de angivna måtten och dessa kallas under- och överkorn. Om det inte finns några under- eller överkorn med kallas blandningen för fraktion 16-32. De krossade produkterna lagras sedan i öppna upplag eller i silos inne på anläggningen (Hultkvist, 2001).

På Skanska i Spånstads anläggning, som vi i arbetet har valt ut som representativ anläggning, lagras krossmaterialet i öppna upplag. Materialet transporteras sedan med lastbil till kund. För material som ska användas i asfaltverket sker en intern transport från krossen till asfaltverket (Eriksson, 2009).

1.1.6 BITUMENFRAMSTÄLLNING

Bitumen används dels vid asfaltstillverkning och dels som ett slags klister vid vägbyggnad. Bitumen består till huvudsak av högmolekylära kolväten. Materialet har en bindande förmåga och är brun/svart i färgen. Bitumen framställs genom destillation av råolja i raffinaderier. Grundprodukten av bitumen som tas fram måste hettas upp till 160°C för att kunna användas till vägbeläggning och tillverkning av asfalt. Grundprodukten av bitumen som framställs vid destillation kan användas direkt eller vidareförädlas. Det finns ett antal olika bitumenprodukter där bitumen blandas med olika komponenter för att få fram andra egenskaper. Önskade egenskaper är exempelvis ökad mjukhet eller en mer lättflytande substans. Båda dessa egenskaper minskar kraven på uppvärmning av produkten. Exempel på olika bitumenprodukter är mjukbitumen, bitumenemulsion och bitumenlösning. Bitumenemulsion består av vatten, bitumen och blandningskemikalier. Bitumen och vatten är vätskor som egentligen inte är blandbara, blandningen görs därför i en kvarn där bitumen mals tillsammans med vatten under högt tryck och stabiliserande kemikalier. Bitumenemulsionen är ett lättare material att hantera då det inte behöver värmas upp nämnvärt för att kunna transporteras eller blandas med stenkross (Projektgrupp inom NVF Utskott 33, 2000). Bitumenemulsion används främst till kalla asfaltmassor (Fredriksson, 2009). Efter tillverkning av bitumen skickas den med tankfartyg ut till olika depåer i Sverige där

den sedan lagras till dess att den transporteras vidare till ett asfaltverk eller till emulsionstillverkning (Nynäs, 2009).

1.1.7 ASFALTVERK

Vissa lager i en vägs uppbyggnad består av olika asfaltblandningar. Asfaltproduktionen sker i asfaltverk. Kortfattat går produktionen till så att stenmaterialet, som är grunden för asfalten, torkas och blandas sedan med bitumen och eventuellt andra tillsatser. Bitumen levereras oftast till asfaltverket flytande och uppvärmt och asfaltverket behöver därför inte värma upp bitumenmassan utan endast se till att värmen behålls (Eriksson, 2009).

Det finns tre typer av asfaltmassa: kall asfaltmassa, halvvarm asfaltmassa och varm asfaltmassa. Definitionen på kall asfaltmassa är att massans temperatur inte överstiger 50°C. Varm asfaltmassa är alla massor där temperaturen är över 120°C (Lantz & Stendahl, 1997). Som kall massa räknas även de slitlagerbeläggningar där bitumen och grus läggs ut var för sig vid vägarbetet. Dessa beläggningar tillverkas alltså inte i ett asfaltverk (Fredriksson, 2009).

1.2 MÅL OCH SYFTE

Syftet med examensarbetet är att kartlägga vägbyggnadsprocessen, med dess material och transporter, med avseende på energiförbrukning och utsläpp av växthusgaser. Detta för att sedan kunna jämföra energiförbrukning och utsläpp av växthusgaser vid vägbyggnad som konstruerats och utförts på olika sätt. Vi kommer ta fram data för de olika processerna i vägbyggnad. Med hjälp av den processdatan kommer ett räkneverktyg att tas fram för att räkna ut energiförbrukning och koldioxid för de olika vägmodellerna. En jämförelse kommer sedan göras mellan de olika modellerna med avseende på energiförbrukning och utsläpp.

2 AVGRÄNSNINGAR

Detta avsnitt beskriver vad vi inte har kunnat ta med i arbetet och de bakomliggande orsakerna till att vissa avgränsningar gjorts.

Avgränsningar har gjorts både innan arbetet kom igång och under tiden som arbetet pågick.

Vi valde att avgränsa arbetet till att enbart gälla de lager i vägbyggnaden som ligger närmast vägytan. Detta innebar att vi endast inkluderade slitlager, bundet bärlager och obundet bärlager. Arbetet avgränsas också till att enbart gälla vägbyggnad i Sverige.

2.1 KROSSNING AV STENMATERIAL

Vi har valt att avgränsa så att vi endast räknar på energiåtgång och utsläpp från själva krossningen av bergmaterial. Inte söndersprängningen av berget eller eventuell maskinell sönderslagning innan första krossteget. Med anledning av den begränsade användningen av naturgrus som nämnts tidigare har vi även valt att avgränsa vårt examensarbete så att produktion och användning av naturgrus utesluts. Vi har även avgränsat arbetet från mobila krossverk.

2.2 BITUMENFRAMSTÄLLNING

Vad gäller råoljan som används till bitumenframställning har vi valt att inte räkna med råoljeutvinning och frakt av råolja till Sverige.

2.3 ARBETSMASKINER

Vi har valt att endast räkna på maskinernas energiåtgång och utsläpp när de är i drift på krossanläggningar och asfaltverk. Vi har alltså uteslutit maskinernas tillverkningsfas. Detsamma gäller för transportfordon där tillverkningen inte heller räknas med.

2.4 ASFALTSTILLVERKNING

Avgränsning har gjorts mot användningen av återvunnen asfalt. Mycket för att vår kontakt på Svevia angett att de inte använder återvunnen asfalt på nya vägar. Det har också varit svårt att ta med återvunnen asfalt i beräkningar eftersom den blandas med nytillverkad asfalt i den mån den används.

2.5 UTLÄGGNING

Vi har varit tvungna att avgränsa arbetet från utläggning av vägen då det blivit en allt för stor uppgift och vi, trots många försök, inte fått fram tillräckligt mycket fakta för att kunna göra en rättvis bedömning.

3 METOD

I arbetets metod beskrivs utgångspunkterna för arbetet. Här beskrivs också formlerna och grunddata för de beräkningar som senare redovisas i resultatet.

Första steget i vårt arbete bestod av att sammanställa de material som ingår i de aktuella vägmodellerna samt fastställa vad de bestod av, vilket gjordes genom intervjuer med personal från Svevia. Många av materialen visade sig vara en blandning av stenkross och bitumen.

Genom en inledande litteraturstudie fastställdes vad som tidigare hade publicerats om framtagning av dessa material. Därefter kompletterade vi litteratursökningen med intervjuer och studiebesök på en krossanläggning samt ett asfaltverk för att få en ökad förståelse för de ingående processerna från råvara till utlagd väg.

Med hjälp av SGU:s (Statens Geologiska Undersökning) hemsida kunde vi kartlägga samtliga bergstäkter och asfaltverk i Halland. Efter besök på Länsstyrelsen i Halland, där vi fick ut miljörapporterna för täcktverksamheterna, framkom att Skanska i Spånstad var den anläggning med mest utförlig och preciserad produktionsstatistik i sin miljörapport och därför valdes den som referensobjekt för fortsatta beräkningar.

Med hjälp av vidare intervjuer och litteratursökning sammanställdes elförbrukningen och användningen av eldningsolja samt diesel i krossanläggningen, asfaltverket, oljeraffinaderiet, bitumendepåerna och på anläggningsplatsen. Datan vi har använt oss av är i huvudsak verklig data från verksamheter i drift. Beträffande längd och bredd på de aktuella vägmodellerna har vi använt oss av de angivna vägtjocklekarna men av schablonvärden på såväl längd som bredd. Schablonvärdena som använts är 10000 meter för längden på vägen och 6 meter för bredden. Schablonvärdena har även använts för att räkna på genomsnittliga transportsträckor för samtliga transporter som sker. Som referensobjekt till krossanläggning och asfaltverk har vi valt att använda Skanska i Spånstad. Schablonvärdena för transport från krossanläggning till vägbyggnad respektive från asfaltverk till vägbyggnad är olika långa, detta för att ge en generell bild över hur det ser ut i Sverige där krossmaterial och asfalt ibland köps från olika anläggningar beroende på vilka som ligger närmst byggnadsplatsen. Trots att det i vårt fall är så att krossanläggning och asfaltverk finns på samma plats.

Nästa steg bestod av en genomgång av tidigare publicerat material om hur man kan beräkna emissioner av CO₂ för de ingående processerna med hjälp av insamlad data. På så vis fick vi svar på frågorna om hur man behandlar emissioner av koldioxid från transporterna om man besitter kunskap om lastkapacitet, bränsleförbrukning med mera.

I den avslutande litteratursökningen fann vi tidigare publicerat material om vilka koldioxidekvivalenter emissionerna från samtliga processer motsvarar samt vilken miljöbelastning framtagningen av elen motsvarar.

Resultaten av litteraturstudier, studiebesök och intervjuer redovisas i Excel och används för att beräkna energiåtgång och utsläpp av växthusgaser vid väg- och anläggningsarbeten.

Vi räknade, genom en summering av alla ingående processer, ut vad framtagning av en viss mängd av varje vägmaterial har för energiförbrukning och vilka utsläpp av koldioxid de genererar. Därefter kombinerade vi ihop vägmaterialen och justerade mängden material till de vägmodeller som var aktuella för vårt arbete för att kunna redovisa eventuella skillnader i energiförbrukning och utsläpp av CO₂ mellan dessa.

Resultaten ger möjlighet att jämföra olika sätt att konstruera väg ur energi och utsläppsperspektiv genom att vi tillhandahåller ett egenkonstruerat beräkningsverktyg där man på ett enkelt sätt kan kombinera ihop valfria material av valfria mängder och se deras miljöpåverkan.

3.1 KROSSNING AV STENMATERIAL

Med hjälp av Skanskas produktionsstatistik för krossanläggningen, vilken även omfattar siktare och matare, har vi kunnat kartlägga mängden producerat vägmaterial och mängden förbrukade bränslen och el. Vägmaterialen krossas olika många gånger beroende på vilken fraktion som efterfrågas. Generellt sett kan man säga att bärlagermaterial går igenom två krossar och slitlagermaterial går igenom tre krossar, dock förekommer avvikelser (Eriksson, 2009).

Vi har med hjälp av Skanskas produktionsdagbok delat upp mängden väggrossmaterial efter hur många ton av produktionen som ska krossas en gång, två gånger eller tre gånger. En del av det som krossas en gång fortsätter in i andra krossningssteget och en del av det som krossas i andra krossen fortsätter in i tredje krossen. Så vi har summerat mängden som krossas i första steget med mängderna som krossas i andra och tredje steget, för att kunna avgöra hur mycket krossningar som sker. Viktigt att betona är att detta inte är samma sak som hur mycket material som produceras då vissa material som sagt krossas flera gånger.

Därefter kunde vi uttala oss om hur mycket av el-, diesel- och eldningsoljaanvändningen som ska tillföras de olika materialen.

Exempel:

225221 ton krossas en gång

138 185 ton krossas två gånger

122 519 ton krossas tre gånger

Totalt krossas summan av ovanstående, vilket resulterar i 485 925 ton.

Alltså, för att krossa ett ton material i en kross krävs en viss andel av den totala energiförbrukningen enligt nedan:

*$1/485\,925 * \text{totala energiförbrukningen}$*

*$1/485\,925 * \text{totala dieselförbrukningen}$*

*$1/485\,925 * \text{totala användningen av eldningsolja (Eo1)}$*

Likadant görs med material som går igenom andra och tredje krossen.

3.2 BITUMENFRAMSTÄLLNING

Vi har utgått från en tidigare gjord studie i samarbete med Vägverket, baserad på data från oljeraffinaderiet Nynäs Petroleum AB i Nynäshamn. Nynäs Petroleum är en av de största bitumentillverkarna i Sverige och de valdes därför som referensobjekt. Studien vi utgått från redovisar energiförbrukning och emissioner för framställning av ett ton bitumen (Lantz & Stendahl, 1997).

3.3 TILLVERKNING AV EMULSION

Bitumenemulsionen som används som bindemedel tillverkas genom att en blandning av vatten och bitumen pumpas genom en kolloidkvarn. Bitumenemulsionens temperatur är 80-90 grader. Energiförbrukningen från processen har erhållits från en tidigare studie (Lantz & Stendahl, 1997).

3.4 LAGRING AV BITUMEN PÅ DEPÅ

Efter framställning av bitumen fraktas det till 10 depåer som finns utspridda i Sverige. Det är från dessa depåer som entreprenörerna, såväl asfaltverk som emulsionstillverkare, får sitt bitumen levererat. Här förvaras det i cisterner som varmhålls med en temperatur på 160°C (Lantz & Stendahl, 1997). Energiåtgången för att förvara ett ton bitumen har tidigare räknats ut av (Lantz & Stendahl, 1997) med hjälp utav data från Nynäs AB. I studien användes depån i Västerås årsförbrukning av el, vilket är det enda energislaget, samt den årliga omsättningen av bitumen.

Elförbrukningen uppgick till 2 125 173 kWh (1996) och den årliga omsättningen av bitumen var 36 000 ton, vilket ger en elåtgång på 59 kWh per ton lagrat bitumen. Enligt Sven Fahlström på Nynäs Oljeraffinaderi AB så är dessa siffror fortfarande aktuella, och därför användes de i våra vidare beräkningar.

3.5 TRANSPORTER

Det sker ofta omfattande transporter innan råvaran blivit utlagd väg. NTM, Nätverket för Transporter och Miljön, har tagit fram två metoder för att beräkna emissioner från transportfordon. Den ena metoden handlar om att emissionsdata ska relateras till belastningsgrad och den andra om att emissionsdata ska relateras till bränsleförbrukning (Miljöeffekter av samordnad livsmedelsdistribution i Borlänge, Gagnef och Säter, 2001). Vi valde metoden som räknar på bränsleförbrukning då det var den fakta vi hade tillgång till.

För att kunna räkna på koldioxidemissioner från vägtransporterna enligt metoden vi valde krävs bränsleförbrukning, mängd fraktat material, lastkapaciteten hos fordonet samt transportsträckan. Så mängden som ska köras divideras med fordonets lastkapacitet. Sedan multipliceras det med den dubbla sträckan, eftersom fordonet ska komma tillbaka till utgångspunkten igen, samt med bränsleförbrukningen. När bränsleförbrukningen är känd multipliceras det med 2,6 kg CO₂/liter för att få fram den mängd koldioxid som släpps ut under transporten (Blinge, 2006). Formeln som användes är följande:

$$CO_2 = \text{mängd lastat material} / \text{lastkapacitet} * \text{sträcka} * 2 * \text{bränsleförbrukning} * 2,6 \text{ kg } CO_2 / \text{liter diesel}$$

Fordonen som används vid transport av krossmaterial och asfalt ut till anläggningsplatsen är enligt entreprenörerna Skanska och NCC huvudsakligen Volvo eller Scania lastbilar av lite olika modeller. Oftast körs lastbilarna med ett tillhörande släp, vilket gör att lastkapaciteten ökar från 13 ton till 33 ton. Enligt Rejmes Personvagnar AB har de av entreprenörerna angivna lastbilmodellerna liknande egenskaper gällande lastkapacitet och bränsleförbrukning. Därför har vi använt oss av en genomsnittlig bränsleförbrukning på 5 liter diesel/mil och en lastkapacitet på 33 ton.

Enligt NCC och Transportcentralen i Halmstad sker transport av bitumenemulsion och bitumen mellan depåer, asfaltverk, bitumenemulsionstillverkningen och anläggningsplatsen vanligtvis i tankbilar av modelltypen Volvo FH12 med tank, vilka har en genomsnittlig lastkapacitet på 30 ton och en bränsleförbrukning på ca 5 liter diesel/mil enligt Rejmes Personvagnar AB. Därför har vi utgått från dessa data i vidare beräkningar.

Det bitumen som fraktas mellan oljeraffinaderiet och de 10 lokala depåerna fraktas med fartyg där rederiet Nyship Chartering används (Fahlström, 2009). Nyship Chartering använder sig

huvudsakligen av två olika sorters fartyg där vi valt att enbart räkna på det ena av dem (Östring, 2009).

Vi har med hjälp av lastkapaciteten, dess transporthastighet, dygnsbränsleförbrukning och angivet schablonvärde för transportsträckan kunnat räkna ut bränsleförbrukningen per fraktat ton bitumen. Med hjälp av transporthastigheten och dygnsbränsleförbrukningen tog vi fram hur mycket bränsle fartyget förbrukade per kilometer. Med hjälp av densitetsuppgifter från Shell, vilka tillverkar bränslet Marine GasOil med max 0,1 % svavel som Nyship använder sig av, kunde förbrukningen angiven i ton per kilometer omvandlas till en förbrukning angiven i liter per kilometer. Slutligen tog vi hänsyn till schablontransportsträckan, vilken fick multipliceras med två då fartyget ska köra tillbaka igen. Den totala sträckan multiplicerades med bränsleförbrukningen för att slutligen divideras med mängden transporterat bitumen. På så sätt kunde vi räkna ut mängden åtgånget bränsle per fraktat bitumen.

Skanska, som vi har valt som referensobjekt, har även interna transporter mellan krossanläggning och asfaltverk. Den interna transporten uppgår till 6km enkel sträcka, vilket kan anses vara normalt. Deras lastbilar lastar 30 ton och har en genomsnittlig bränsleförbrukning på 5,5 liter diesel/mil.

Vi har vid beräkning av de vägsträckor som ska tillryggaläggas använt oss av schablonvärden, vilka vi har fått föreslagna av Rune Fredriksson på Svevia.

De transporter som sker beskrivs i tabell 2.

TABELL 2 TRANSPORTER SOM SKER UNDER VÄGBYGGNADSPROCESSEN

TRANSPORTER			
Typ av transport	Lastkapacitet (ton)	Bränsleförbrukning (liter/mil)	Transportsträcka (km)
Bitumen från oljeraffinaderi till depå med tankfartyg	3400	288	150
Bitumen från depå till asfaltverk	30	5	100
Asfalt från asfaltverk till anläggningsplats	30	5	50
Krossmaterial från bergstäkt till asfaltverk	33	5,5	6
Krossmaterial från bergstäkt till anläggningsplats	33	5	10
Bitumenemulsion från emulsionstillverkning till anläggningsplats	30	5	50

3.6 ASFALTSTILLVERKNING

Produktionsstatistik från Skanska ligger till grund för våra beräkningar. Däri finns angivet mängd producerad asfalt samt förbrukad el och eldningsolja (Eo1). Vi behandlar i våra vägmodeller olika asfaltprodukter, vilka alla produceras i Skanskas asfaltverk. Enligt Thore Eriksson på Skanska är det ingen skillnad i produktionen för att ta fram de olika materialen utan vi kunde dividera förbrukad el och eldningsolja på mängden producerat material, och sedan utgå från att det gäller för samtliga producerade asfaltprodukter.

3.7 EMISSIONSFAKTORER

För att kunna räkna ut emissionen av växthusgaser har vi till största del använt oss av Naturvårdsverkets angivna emissionsfaktorer. Gällande lastbilstransporter har vi använt oss av en beräkningsformel framtagen av Magnus Blinge (Blinge, 2006). Den av Blinge angivna koldioxidfaktorn vid förbränning av diesel (2,6 kg CO₂/liter diesel) stämmer väl överens med Naturvårdsverkets emissionsfaktor för förbränning av en liter diesel av miljöklass 1 (2,54 kg CO₂/liter).

Utsläppen från fartygstransporter har vi beräknat med hjälp av Naturvårdsverkets emissionsdata för marindiesel miljöklass 2 och 3 då det av Nyship Chartering använda bränslet är av miljöklass 3 med en svavelhalt på max 0,1 % (Overvag, 2009). Enligt Naturvårdsverket omvandlar man marindieseln till koldioxidutsläpp genom att använda sig utav formeln:

$$CO_2 \text{ (kg)} = \text{Bränsleförbrukning (m}^3\text{)} * \text{värmeverde (MWh per m}^3\text{)} * \text{emissionsfaktor (kg/MWh)}$$

Värmeverdet för miljöklass 3 diesel är 10 MWh/m³ bränsle och emissionsfaktorn är 267,5 kg CO₂/MWh bränsle. Således blir koldioxidutsläppen för 1 liter bränsle:

$$CO_2 = 0,001m^3 * 10 MWh/m^3 * 267,5 kg CO_2/MWh = 2,675 kg$$

Genom tidigare beräkningar har mängden åtgången marindiesel per ton fraktat bitumen räknats ut och därmed multipliceras det med mängden koldioxidutsläpp per liter förbränt marindiesel. På så sätt ges mängden koldioxidutsläpp per ton fraktat bitumen.

Emissionsfaktorer och värmeverden finns återgivna i tabell 3.

TABELL 3 AV NATURVÅRDSVERKET ANGIVNA EMISSIONSFAKTORER OCH VÄRMEVÄRDEN (NATURVÅRDSVERKET 2009)

EMISSIONSFAKTORER OCH VÄRMEVÄRDEN		
Bränsle	Värmeverde MWh/m ³	Emissionsfaktor CO ₂ (kg/MWh)
Eldningsolja 1	10	267,5
Diesel MK1	9,8	259
Diesel MK2/Mk3	10	267,5

4 RESULTAT

Vi har valt att använda ett egenkonstruerat räkneverktyg för att ta fram resultatet av arbetet. Det redovisas i ett externt Exceldokument. Under denna rubrik redovisas de uträkningar som legat till grund för verktyget och en sammanställning av energiåtgång och utsläpp för en specifik vägsträcka.

4.1 MATERIAL

De material som ingick i vårt arbete redovisas nedan i tabell 4, 5, 6 och 7. För materialen redovisas krossmaterialsinnehåll (sten), bitumeninnehåll, och mängden bitumenemulsion som krävs för att klistra materialet på en kvadratmeter väg. Dessa siffror har sedan använts när vi konstruerade räkneverktyget.

TABELL 4 MATERIALMÄNGDER (BITUMENEMULSIONEN EJ INRÄKNAD I ETT TON MATERIAL) (FREDRIKSSON, 2009)

MATERIALMÄNGDER GRUSMATERIAL						
Material	Mängd material	Mängd sten/ton material		Mängd bitumen/ton material		Mängd bitumenemulsion /kvm väg
		ton	procent	ton	procent	
GBL	1 ton	1	100,0%	0	0,0%	0

TABELL 5 MATERIALMÄNGDER (BITUMENEMULSIONEN EJ INRÄKNAD I ETT TON MATERIAL) (FREDRIKSSON, 2009)

MATERIALMÄNGDER ASFALT						
Material	Mängd material	Mängd sten/ton material		Mängd bitumen/ton material		Mängd bitumenemulsion /kvm väg
		ton	procent	ton	procent	
AB	1 ton	0,939	93,9%	0,061	6,1%	0,25 kg
ABS 11 södra Sverige	1 ton	0,932	93,2%	0,068	6,8%	0,25 kg
ABS 11 mellersta Sverige	1 ton	0,935	93,5%	0,065	6,5%	0,25 kg
ABS 11 norra Sverige	1 ton	0,938	93,8%	0,062	6,2%	0,25 kg
AG södra Sverige	1 ton	0,951	95,1%	0,049	4,9%	0,25 kg
AG mellersta Sverige	1 ton	0,953	95,3%	0,047	4,7%	0,25 kg
AG norra Sverige	1 ton	0,955	95,5%	0,045	4,5%	0,25 kg
ABb 16 södra Sverige	1 ton	0,944	94,4%	0,056	5,6%	0,25 kg
ABb 16 mellersta Sverige	1 ton	0,947	94,7%	0,053	5,3%	0,25 kg
ABb 16 norra Sverige	1 ton	0,949	94,9%	0,051	5,1%	0,25 kg
ABb 22 södra Sverige	1 ton	0,946	94,6%	0,054	5,4%	0,25 kg
ABb 22 mellersta Sverige	1 ton	0,949	94,9%	0,051	5,1%	0,25 kg
ABb 22 norra Sverige	1 ton	0,951	95,1%	0,049	4,9%	0,25 kg
TSK	1 ton	0,945	94,5%	0,055	5,5%	1,2 kg
TSK 16	1 ton	0,945	94,5%	0,055	5,5%	1,2 kg

TABELL 6 MATERIALMÄNGDER (MÄNGD BITUMEN INNEBÄR DEN DEL AV BITUMENEMULSIONEN SOM ÄR RENT BITUMEN, RESTEN ÄR VATTEN SOM KOMMER ATT AVDUNSTA) (FREDRIKSSON, 2009)

MATERIALMÄNGDER YTSKICKTSMATERIAL						
Material	Mängd material	Mängd sten/ton material		Mängd bitumen/ton material		Mängd bitumenemulsion /ton material
		ton	procent	ton	procent	
Y1B låg (fraktion 4-8 mm)	1 ton	0,884	88,4%	0	0,0%	116 kg
Y1B mellan (fraktion 8-11 mm)	1 ton	0,909	90,9%	0	0,0%	91 kg
Y1B hög (fraktion 11-16 mm)	1 ton	0,925	92,5%	0	0,0%	75 kg
Y2G	1 ton	0,937	93,7%	0	0,0%	63 kg

TABELL 7 MATERIALMÄNGDER (MÄNGDEN BITUMEN DELAS UPP SÅ ATT EN DEL GÅR TILL TILLVERKNING AV EMULSION OCH EN DEL BLIR TILL ASFALT. BETRÄFFANDE STENMATERIALET GÅR EN DEL TILL TILLVERKNING AV ASFALT OCH EN DEL DIREKT TILL VÄGBYGGET) (FREDRIKSSON, 2009)

MATERIALMÄNGDER RUNBASE							
Material	Mängd material	Mängd sten/ton material		Mängd bitumen/ton material		Mängd bitumenemulsion /ton material	Mängd asfalt/ton
		ton	procent	ton	procent		
Runbase 16 - 32	1 ton	0,954	95,4%	0,046	4,6%	40 kg	325 kg
Runbase 22 - 45	1 ton	0,969	96,9%	0,031	3,1%	27 kg	213 kg
Runbase 32 - 63	1 ton	0,975	97,5%	0,025	2,5%	24 kg	164 kg

4.2 KROSSNING AV STENMATERIAL

Skanska i Spånstads årsproduktion av krossmaterial var 312933 ton/år. Vägmaterial utgjorde 58 % utav årsproduktionen, alltså 181 501,14 ton. Därför användes 58 % av anläggningens energiförbrukning. Vilket gav resultatet som redovisas i tabell 8.

TABELL 8 ENERGIFÖRBRUKNING KROSS, INKLUSIVE MATARE OCH SIKTAR (ERIKSSON, 2009)

ENERGIFÖRBRUKNING KROSSANLÄGGNING		
	Totalt	Fördelat på vägmaterial
Diesel	234,7 m ³	136,126 m ³
El	828440 kWh	480 495,2 kWh
Eo1	22,399 m ³	12,99142 m ³

Materialen klassificerades in efter huruvida de skulle krossas en, två eller tre gånger, de material som ingick i vårt arbete krossades alla två eller tre gånger, se tabell 9.

TABELL 9 ANTALET KROSSNINGAR DE OLIKA MATERIALEN GÅR IGENOM (FREDRIKSSON, 2009)

ANTAL KROSSNINGAR	
Två krossningar	Tre krossningar
AG södra Sverige	AB
AG mellersta Sverige	ABS 11 södra Sverige
AG norra Sverige	ABS 11 mellersta Sverige
ABb 16 södra Sverige	ABS 11 norra Sverige
ABb 16 mellersta Sverige	Y1B låg (fraktion 4-8 mm)
ABb 16 norra Sverige	Y1B mellan (fraktion 8-11 mm)
ABb 22 södra Sverige	Y1B hög (fraktion 11-16 mm)
ABb 22 mellersta Sverige	TSK
ABb 22 norra Sverige	TSK 16
GBL	
Runbase 16 - 32	
Runbase 22 - 45	
Runbase 32 - 63	
Y2G	

Energiåtgången vid krossning följer hur många gånger varje material krossas, se redovisning i tabell 10.

TABELL 10 ENERGIÅTGÅNG VID TILLVERKNING AV KROSSMATERIAL

TILLVERKNING AV KROSSMATERIAL			
Antal krossningar	Energi krosstillverkning /ton sten		
	Diesel m ³ /ton	El kWh/ton	Eo1 m ³ /ton
2	$5,60276 \cdot 10^{-4}$	1,977651	$5,34709 \cdot 10^{-5}$
3	$8,40414 \cdot 10^{-4}$	2,966478	$8,02063 \cdot 10^{-5}$

4.3 BITUMENFRAMSTÄLLNING

I tabell 11 anges energiåtgången per ton bitumen, den siffran har sedan använts i räkneverktyget för att ta fram energidata för specifika material och vägar. Materialet GBL består endast av grus och berörs därför inte av dessa siffror.

TABELL 11 ENERGI FÖRBRUKNING VID BITUMENTILLVERKNING

BITUMENTILLVERKNING	
Energiförbrukning vid bitumentillverkning	
Eo1, diesel m ³ /ton bitumen	El kWh/ton bitumen
0,163314	25

4.4 FRAMSTÄLLNING AV BITUMENEMULSION

Energiåtgång vid framställning av bitumenemulsion redovisas i tabell 12. Materialet GBL består endast av grus och berörs därför inte av dessa siffror.

TABELL 12 ELFÖRBRUKNING VID BITUMENEMULSIONSTILLVERKNING

BITUMENEMULSIONSTILLVERKNING
Elförbrukning vid bitumenemulsionstillverkning (kWh/ton)
19,5

4.5 LAGRING AV BITUMEN PÅ DEPÅ

För att hålla det bitumen som lagras på depåerna varmt krävs energi, åtgången redovisas i tabell 13.

TABELL 13 BITUMENDEPÅERNAS ELFÖRBRUKNING/TON LAGRAT BITUMEN

DEPÅFÖRVARING
Elförbrukning vid lagring av bitumen på depå (kWh/ton)
59

4.6 TRANSPORTER

Materialen fraktas mellan olika tillverkningsprocesser och vägbygget, vid dessa frakter uppstår koldioxidutsläpp. I tabell 14 visas koldioxidutsläppen för de olika transporterna och i tabell 15 visas energiåtgången baserad på bränslets värmekapacitet. (Diesel miljöklass 1 för lastbilstransporter och diesel miljöklass 3 för fartygstransporter.)

TABELL 14 KOLDIOXIDUTSLÄPP VID TRANSPORTER AV MATERIAL

TRANSPORTER						
Krossmaterial till vägbyggnad (10 km)	Asfaltsmassa till vägbyggnad (50 km)	Krossmaterial till asfaltsverk (6 km)	Bitumen till depå (båttransport 81 sjömil)	Bitumen från depå till asfaltsverk (100 km)	Bitumen från depå till emulsionstillverkning (100 km)	Emulsion från tillverkning till vägbyggnad (50 km)
Utsläpp av CO ₂	Utsläpp av CO ₂	Utsläpp av CO ₂	Utsläpp av CO ₂	Utsläpp av CO ₂	Utsläpp av CO ₂	Utsläpp av CO ₂
0,79 kg/ton	3,94 kg/ton	0,57 kg/ton	6,79 kg/ton	8,67 kg/ton	8,67 kg/ton	4,33 kg/ton

TABELL 15 ENERGIÅTGÅNG VID TRANSPORTER AV MATERIAL

TRANSPORTER						
Krossmaterial till vägbyggnad (10 km)	Asfaltmassa till vägbyggnad (50 km)	Krossmaterial till asfaltsverk (6 km)	Bitumen till depå (båttransport 81 sjömil)	Bitumen från depå till asfaltsverk (100 km)	Bitumen från depå till emulsionstillverkning (100 km)	Emulsion från tillverkning till vägbyggnad (50 km)
Energiåtgång	Energiåtgång	Energiåtgång	Energiåtgång	Energiåtgång	Energiåtgång	Energiåtgång
2,97 kWh/ton	14,85 kWh/ton	2,16 kWh/ton	24,7 kWh/ton	32,7 kWh/ton	32,7 kWh/ton	16,3 kWh/ton

Materialen transporteras till olika ställen och transporterarnas inverkan på vägmodellen blir på så vis kopplad till hur och av vilket material den är uppbyggd. Runbase genererar flest olika transporter då alla de olika transportererna krävs för att frakta de olika delarna av Runbase till tillverkning och sedan till väg. De olika asfaltsorterna genererar dock mest utsläpp från transporter då de innehåller stora mängder bitumen och dessutom limmas på vägytan med hjälp av bitumenemulsion. Ytskiktsbeläggningar genererar något mindre transporter då transportererna av bitumen till asfaltsverk inte sker eftersom materialen bara innehåller bitumenemulsion. Grusbärlager (GBL) är det material som genererar minst transporter då det endast består av krossmaterial och därför endast behöver räkna in transporten från krossanläggningen till vägbygget.

4.7 ASFALTVERK

Många av materialen i vägmodellerna är olika typer av asfaltmassor. Gemensamt för dessa material är att en del av tillverkningsprocessen sker i ett asfaltverk. Energiförbrukningen kan fördelas jämt över de olika typerna av asfaltmassor (Eriksson, 2009). Siffror för energiförbrukning finns i tabell 16.

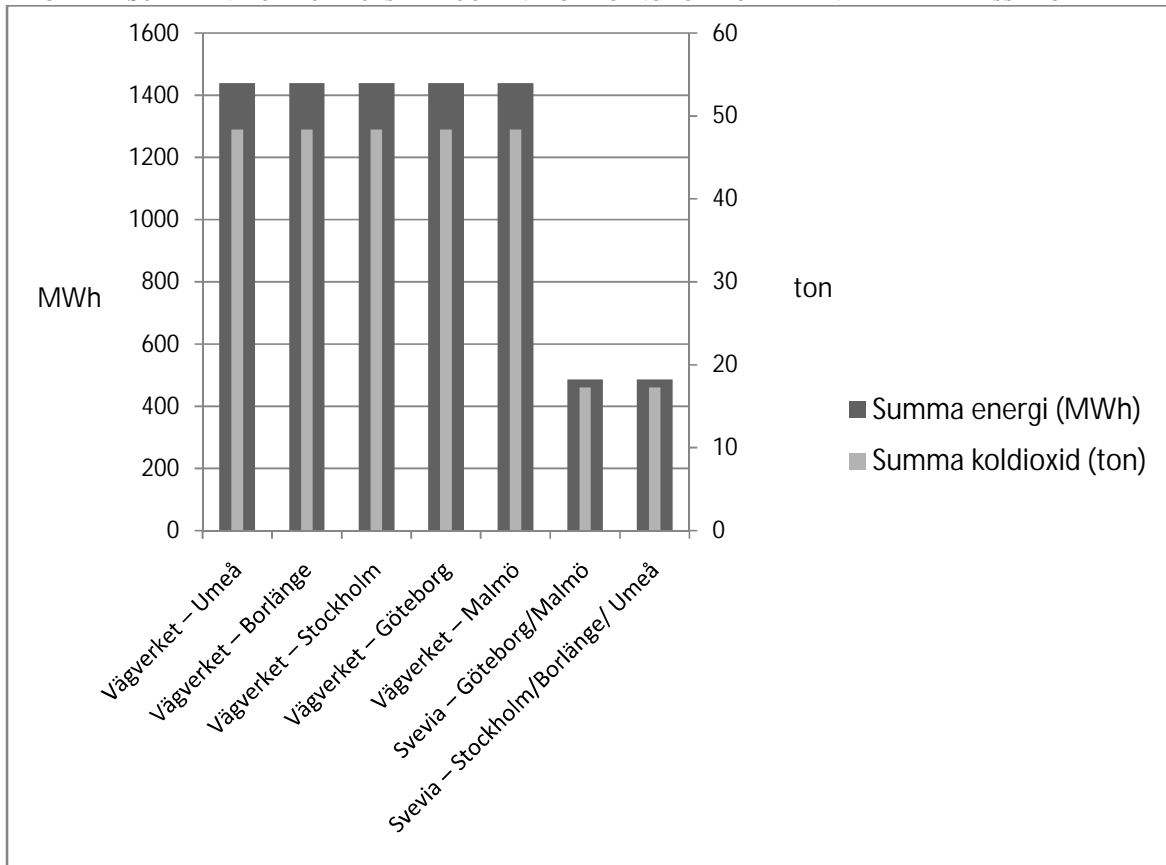
TABELL 16 ENERGIFÖRBRUKNING VID TILLVERKNING AV ASFALT

TILLVERKNING AV ASFALT	
El kWh/ton material	Eo1 m ³ /ton material
6,7485	0,00659

4.8 VÄGMODELLERNA

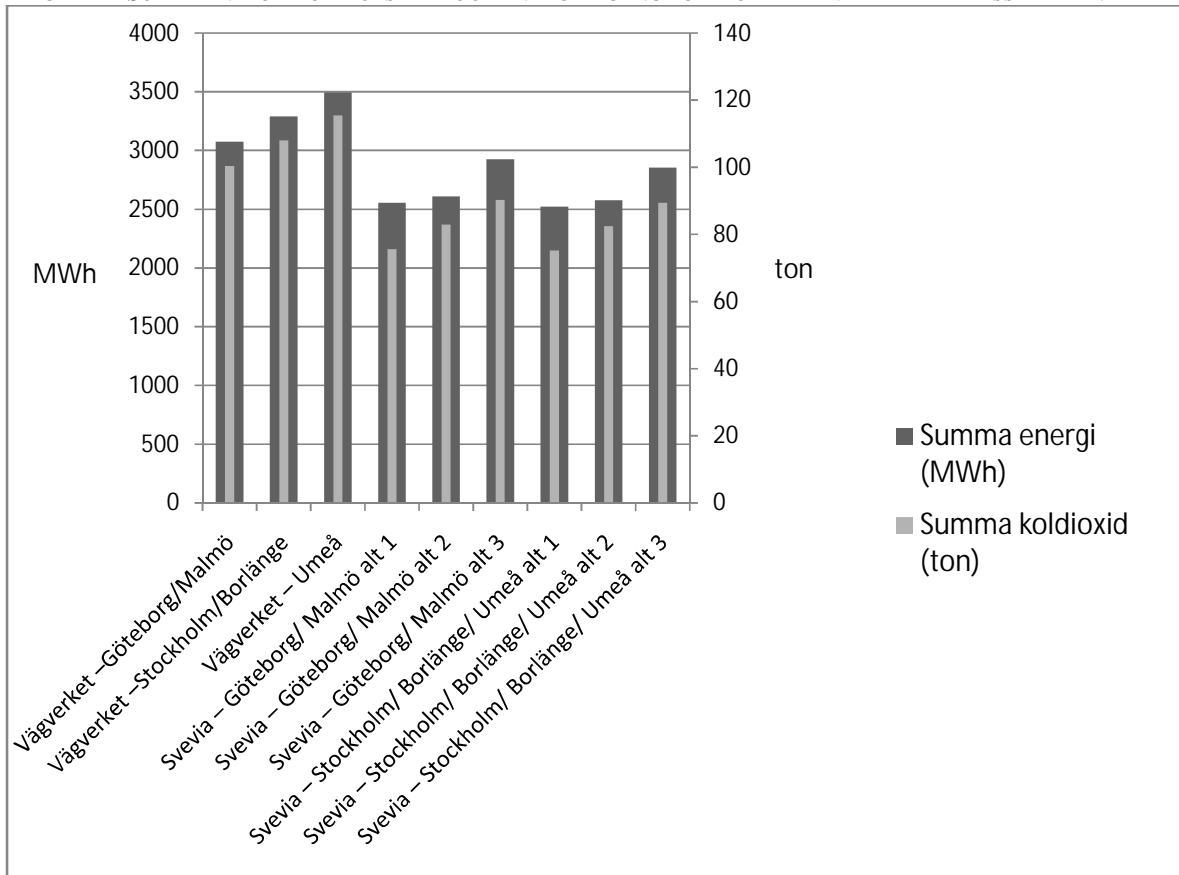
De olika trafikmodellerna redovisas i stapeldiagram som delats upp efter trafikklasserna låg (diagram 1), mellan (diagram 2) och hög (diagram 3). I diagrammen finns resultat för energiåtgång och koldioxidutsläpp för varje vägmodell redovisat.

DIAGRAM 1 SUMMA AV KOLDIOXIDUTSLÄPP OCH ENERGIÅTGÅNG FÖR MODELLERNA I TRAFIKKLASS LÅG



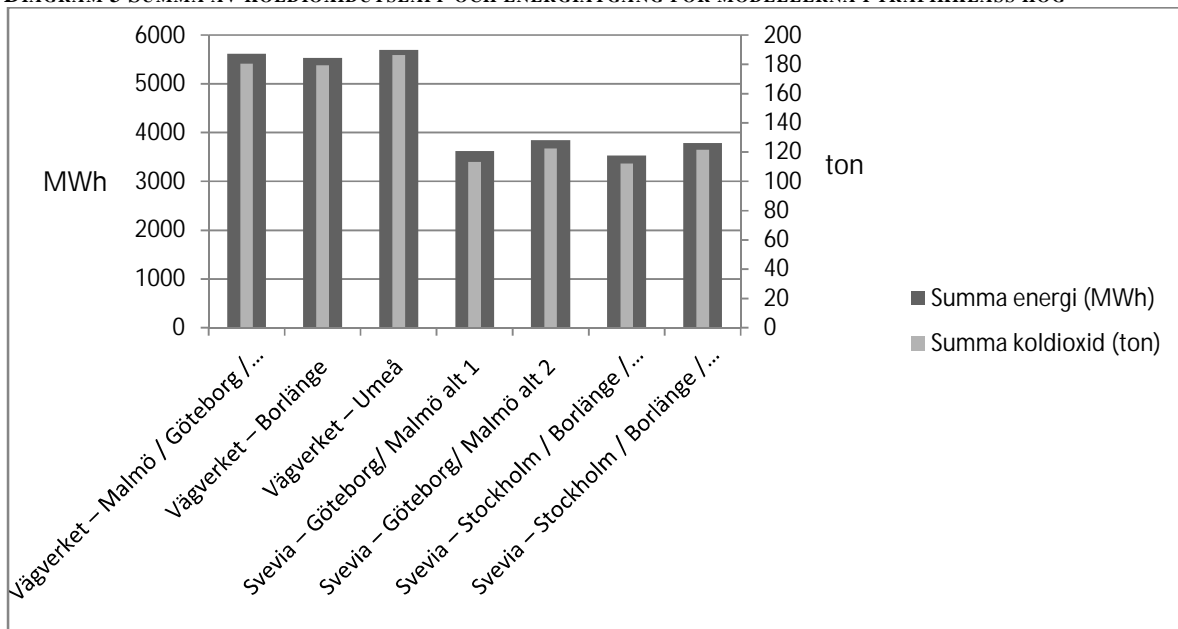
Ett tydligt resultat gällande de lågtrafikerade vägarna är att Vägverkets samtliga vägmodeller förbrukar mer energi samt genererar högre utsläpp av koldioxid. Svevias alternativa uppbyggnadsmodeller förbrukar drygt en tredjedel så mycket energi och genererar cirka en tredjedel så mycket växthusgasutsläpp som Vägverkets motsvarande modeller. För exakt utsläpps- och förbrukningsdata hänvisas till bilaga 2.

DIAGRAM 2 SUMMA AV KOLDIOXIDUTSLÄPP OCH ENERGIÅTGÅNG FÖR MODELLERNA I TRAFIKKLASS MELLAN



Vägverkets vägmodeller för trafikclass mellan genererar högst koldioxidutsläpp samt störst energiförbrukning. Dock är skillnaderna mot Svevias modeller inte lika påtagliga som de var i trafikclass låg. Vägverkets modeller för orterna Umeå, Stockholm och Borlänge förbrukar samtliga mer energi samt släpper ut mer koldioxid än samtliga av Svevias motsvarande modeller. Vägverkets vägmodell för Göteborg och Malmö förbrukar även den mer energi samt släpper ut mer koldioxid än Svevias samtliga tre alternativa modeller. Av Svevias tre alternativ för väguppbyggnad i Göteborg/Malmö så är alternativ ett det som är mest energisnålt och släpper ut minst koldioxid. Av Svevias alternativa modeller för väguppbyggnad i Stockholm/Borlänge/Umeås är också här alternativ 1 de minst energiförbrukande samt det som släpper minst koldioxid. För exakt utsläpps- och förbrukningsdata hänvisas till bilaga 2.

DIAGRAM 3 SUMMA AV KOLDIOXIDUTSLÄPP OCH ENERGIÅTGÅNG FÖR MODELLERNA I TRAFIKKLASS HÖG



Även för trafikklass hög ligger Vägverkets samtliga uppbyggnadsmodeller över Svevias motsvarande, beträffande utsläpp och energiförbrukning. Skillnaderna i energiförbrukning och utsläpp av koldioxid mellan Vägverkets olika modeller är dock mindre för trafikklass hög än vad de har varit i de lägre trafikklasserna. Mest utsläpp och störst energiförbrukning står Vägverkets modell i Umeå för. Av Svevias modeller för Göteborg/Malmö är alternativ ett det mest energisnåla och det som släpper ut minst koldioxid. Beträffande Svevias modeller för Stockholm/Borlänge/Umeå så är även här alternativ ett det minst energiförbrukande och det som släpper minst koldioxid. För exakt utsläpps- och förbrukningsdata hänvisas till bilaga 2.

5 DISKUSSION

I diskussionen har vi valt att ta upp både de delar som har en påverkan på resultatet och de delar som påverkas av resultatet.

5.1 RESULTATDISKUSSION

Ett tydligt resultat gällande de lågtrafikerade vägarna är att Vägverkets samtliga vägmodeller förbrukar mer energi samt genererar högre utsläpp av koldioxid. Svevias alternativa uppbyggnadsmodeller förbrukar drygt en tredjedel så mycket energi och genererar cirka en tredjedel så mycket växthusgasutsläpp som Vägverkets motsvarande modeller. En bakomliggande orsak till den skillnad som uppstår är att Vägverket använder sig av asfaltsbeläggningar i slitlagret där Svevia i stället använder sig av en dubbel ytbehandling på grus. Asfaltstillverkningen är en energikrävande process då den aktuella asfaltsbeläggningen görs varm i varmasfaltverk. Dessutom tillkommer mer transporter för att framställa asfalten samt att distribuera den än vad det gör för Y2G.

Gällande vägmodellerna för trafikklass mellan så genererar Vägverkets uppbyggnadsmodeller högst koldioxidutsläpp samt störst energiförbrukning. Dock är skillnaderna mot Svevias modeller inte lika påtagliga som de var i trafikklass låg. Detta beror på att Svevia i slitlagren har två alternativ som inkluderar produkter som passerar asfaltverket, TSK samt ABS 11. Det tredje slitlageralternativet Svevia presenterar, med ett 20 mm tjockt lager av enkel ytbehandling på bituminöst underlag, genererar lägre förbrukning och utsläpp vilket kan sättas i samband med att det kräver färre processer för att tas fram och passerar aldrig det energikrävande asfaltverket.

Även för trafikklass hög ligger Vägverkets uppbyggnadsmodeller över Svevias i mängden utsläpp och energiförbrukning. Vägverket använder sig av tjockare slitlager med asfaltprodukter än vad Svevia gör, vilket givetvis påverkar resultatet. Mellan Svevias alternativa metoder kan man utläsa en skillnad, vilken härrör från de olika utformningarna av det bundna bär- och bindlagret. De bär- och bindlager där ABb tillåts utgöra en större del får också en större klimatpåverkan, då asfaltbetongen ska processas i det energikrävande asfaltverket.

5.2 DATAOSÄKERHET

De beräkningar vi utfört har baserats på data från olika företag vi varit i kontakt med. Detta ger en viss osäkerhet i våra beräkningar i fråga om generell tillämplighet, eftersom man inte kan förutsätta att alla företag behandlar sitt material på exakt samma sätt. De data vi fått har dock varit väldigt precisa och uträkningarna har därför kunnat utföras med stor noggrannhet. Vi bedömer därför att felmarginalen i våra beräkningar är relativt liten men att källan till datan inte är så

generell som vore önskvärt. Transporterna är den största källan till osäkerhet då framförallt bränsleförbrukningen varierar med fordonsmodell, ålder på fordonet och föraren av fordonet.

5.3 UTLÄGGNINGSFASEN

Vi har i arbetet valt att avgränsa bort utläggningsfasen. Vi vill dock diskutera lite kring de fakta vi har kunnat läsa oss till. Det hade varit intressant att ha med utläggningen av vägen, då alla maskiner ger upphov till både energiförbrukning och utsläpp. Vi tror dock inte att resultaten hade gett något stort genomslag i jämförelsen av de olika modellerna då utläggningen är rätt generell för många material. I studien "Koldioxid vid vägbyggnad - en fallstudie med jämförelse av alternativa byggnadssätt" av Jonas Lindén 2008, konstaterades det att vid det för studien aktuella vägprojektet, var arbetsmaskinernas bidrag med koldioxidutsläpp enbart cirka 0,08 %. Detta är så klart ett lokalt resultat då studien utfördes på ett existerande lokalt vägprojekt i Helsingborg och på en viss förutbestämd vägmodell. Det intressanta är dock konstaterandet att arbetsmaskinernas utsläpp inte är i närheten av de koldioxidutsläpp som genereras av enskilda tidigare processer så som till exempel krossning av stenmaterial och transporter.

Vi anser att det är svårt att ge en generell bild av anläggningsprocessen då det vid varje anläggningsplats används olika maskiner, från olika tillverkare och av olika ålder. Vid ett specifikt projekt kan beräkningar göras på de maskiner som kommer att användas men det resultatet blir inte generellt tillämpligt för alla projekt. De svar vi fått i intervjuer med personal insatt i utläggningsskedet har gett en bild av att exakt data för maskinernas kapacitet och drifttider sällan eller aldrig tas fram.

5.4 MILJÖ

Energien som går åt och utsläppen som genereras vid anläggning av väg är en betydande miljöpåverkan, hur små de än är. Det vi dock har reagerat på är den stora användningen av naturresurser. Krossberg är än så länge en naturresurs vi har gott om och som inte verkar sina de närmaste århundradena. Dock är användningen av råolja något vi starkt ifrågasätter. Om ersättningsmaterial kan tas fram för bitumen och bitumenemulsion, eller om materialet kan modifieras så det innehåller mindre andel olja, kan vinsten kanske både bli minskad energiåtgång och minskade utsläpp men också minskad påverkan på jordens ändliga naturresurser. Vi har i resultaten sett att bitumen är en produkt som kräver mycket energi. Dels fraktas den långt och har många stopp i transportledet innan den kan bli en användbar produkt, dels behöver den hela tiden hållas uppvärmd för att vara hanterbar.

5.5 ASFALT

Asfalt har visat sig vara det material som kräver mest energi och som genererar störst utsläpp av växthusgaser. Idag rekommenderas att lösningar tas fram där bitumen kan bytas ut mot bitumenemulsion och att ytskiktmaterial används i större utsträckning i framtiden så att asfaltanvändningen kan minska (Projektgrupp inom NVF Utskott 33, 2000). Idag återvinns en del av den gamla asfalt som plockas upp från vägarna vid nybelägningsjobb. Detta sparar mycket energi då man inte behöver framställa lika mycket nytt bitumen. Vid återvinning av asfalt hettar man upp den gamla asfalten och blandar gammal och ny asfalt. Om vi i arbetet hade kunnat ta med den återvunna asfalten som en parameter tror vi att det hade kunnat sänka utsläppen och energiåtgången för tillverkning av asfaltmassor och asfalt hade då blivit mindre krävande som material.

5.6 EMISSIONSFAKTORER

I IVL:s ”Miljöfaktabok från bränslen” finns det angivet emissioner vid förbränning av diesel, se tabell 17 (Uppenberg, Brandel, Lindfors, Marcus, Wachtmatmeister, & Zetterberg, 1999).

TABELL 17 EMISSIONER VID FÖRBRÄNNING AV DIESEL

Miljöpåverkan per MJ diesel MK1	
Utsläpp till luft	mg
NO _x	720
SO _x	1,6
CO	11
CO ₂	73000
N ₂ O ₂	3
CH ₄	6
Partiklar	11

Vi har valt att avgränsa bort alla utsläpp utom koldioxid då de endast utgör en begränsad del av transporterens bidrag till växthuseffekten. Även om man beaktar att metan och lustgas är 21 respektive 310 gånger mer effektiva som växthusgaser (Naturvårdsverket 2009) är deras bidrag till växthuseffekten enbart 0,17 respektive 1,25 % i jämförelse med koldioxidens bidrag. Utsläppen är dessutom beroende av fordonets motors ålder och skick (Naturvårdsverket 2009). Med detta i åtanke valde vi att enbart räkna med koldioxidutsläppen. Beträffande indirekta växthusgaser så som kvänoxider och kolmonoxid, vilka bidrar till produktion av ozon, har också de undantagits från arbetet. De partiklar som släpps ut vid förbränning av diesel är högst beroende av vilken typ

av motor med tillhörande partikelfilter som finns och då uppgifterna från ”Miljöfaktaboken om bränslen” är från 1999 och mycket har hänt med partikelreningsfiltren de senaste åren så avgränsade vi bort det. Annars hade vi riskerat att få ett resultat som var beroende av årgången på de använda lastbilarna, samt som snart skulle vara inaktuellt beroende på ny teknikutveckling.

5.7 MOBILA KROSSANLÄGGNINGAR

Det finns mobila krossanläggningar som finns ute på arbetsplatser så att krossning av bergmaterial kan göras direkt på plats. Vi anser inte att mobila krossar påverkar utsläpp och energiåtgång nämnvärt eftersom det är samma jobb och därmed samma energibehov för dem som för krossarna som finns i krossanläggningar.

5.8 ELANVÄNDNING

Vi har valt att räkna med en så kallad svensk elmix, vilken är en uppdelning av Sveriges totala energianvändning på de energislag som används. Att använda sig av en elmix vid miljövärdering av el är ett tillbakablickande förhållningssätt där man går igenom befintlig statistik för att beräkna de genomsnittliga utsläppen från elproduktionen. En invändning man kan ha mot svensk elmix är att det är svårt att dra gränsen för var den svenska elproduktionen upphör då elsystemen i Norden och Europa är sammankopplade och handel sker mellan länderna. Utsläppen från så kallad nordisk elmix är betydligt högre än från den svenska elmixen. Detsamma gäller om man använder sig utav marginalet, vilket är en form av ögonblicksbild över elproduktionen. Med marginalet menas den el som produceras i det kraftverk som vid varje tillfälle är dyrast att använda. Eftersom såväl elanvändningen som utbudet av olika energikällor varierar med årstiderna innebär det att den el som ligger på marginalen varierar. Vi har dock efter inrådan från Anders Lindström, Svevia, använt oss av svensk elmix i våra beräkningar då det var mest rättvisande för företagets elanvändning.

6 SLUTSATS

Här presenteras slutsatsen av arbetet vi gjort tillsammans med en återkoppling till syftet och målet som ställdes upp vid arbetets början

Syftet med arbetet var att i samarbete med Svevia och Halmstad Högskola kunna jämföra olika vägbyggnadsmodellens energiåtgång och utsläpp av växthusgaser vid materialframtagning och transporter.

Vi har genom en kartläggning av energi- och bränsleförbrukningen i processerna för framtagning av de ingående materialen, tagit fram ett Excelbaserat räkneverktyg. Med hjälp av räkneverktyget kan den totala mängden förbrukad energi samt utsläpp av koldioxid tas fram för de material man är intresserad att bygga sin väg av. För de olika vägmodeller vi fått från Svevia, såväl Sveglias egna som Vägverkets motsvarande modeller, räknade vi med hjälp av vårt räkneverktyg ut energiåtgång och koldioxidutsläpp.

Efter att ha sammanställt de olika vägmodellerna i diagram såg vi tydligt att Sveglias modeller kräver mindre energi och genererar mindre utsläpp av koldioxid än Vägverkets motsvarande modeller. Den största skillnaden syns för de modeller som finns för trafikklass låg. I de andra trafikklasserna är skillnaden inte lika stor men den är fortfarande tydligt.

För materialen såg vi en tydlig skillnad i hur energikrävande de var och hur mycket utsläpp de genererade. Rena grusmaterial gav lägst resultat och asfaltmaterial gav högst resultat.

För att minska energiåtgången och utsläppen av koldioxid vid vägbyggnad anser vi därför att det krävs en minskad användning av asfaltmaterial. På de ställen asfalt ändå behöver användas kan återvunnen asfalt vara ett bra alternativ för att minska klimatpåverkan från vägbygget.

7 LITTERATURFÖRTECKNING

Blinge, M. (2006). *NTM rapport Alternativa drivmedel - Emissioner och energianvändning vid produktion*. NTM (nätverket för transporter och miljö).

ELFORSK. (2006). *Miljövärdering av el -med fokus på utsläpp av koldioxid*. Stockholm: Elforsk.

Energimyndigheten. (u.d.). *Energimyndigheten*. Hämtat från <http://www.energimyndigheten.se/> 05 2009

Eriksson, T. (2009). Produktionschef. (C. Andersson, & H. Gunnarsson, Intervjuare)

Fahlström, S. (den 07 05 2009). Produktchef Norden och Baltikum på Nynäs AB. (C. Andersson, Intervjuare)

Fredriksson, R. (2009). Utvecklingsansvarig väg och anläggning Svevia. (C. Andersson, & H. Gunnarsson, Intervjuare)

Göteborgs miljövetenskapliga centrum 2009. (u.d.). *Miljöportalen*. Hämtat från Miljöportalen - Luft: <http://www.miljoportalen.se/luft/vaexthusgaser/vaexthuseffekt-och-vaexthusgaser-vad-aer-det-egentligen> den 10 03 2009

Hultkvist, L. (2001). *Bergmaterial*. Stockholm: Liber AB.

IVL 2009. (u.d.). *IVL Svenska miljöinstitutet AB*. Hämtat från Klimatkampen: <http://www.klimatkampen.se/fakta/koldioxidekvivalenterochgwp.4.360a0d56117c51a2d30800026715.html> den 10 03 2009

Lantz, C., & Stendahl, M. (1997). *Miljöjämförelse mellan kall- och varm asfaltmassa*. Dalarna: Högskolan Dalarna.

Lindén, J. (2008). *Koldioxidutsläpp vid vägbyggnad -en fallstudie med jämförelse av alternativa byggnadssätt*. Lund: Lunds Universitet.

Lindström, A. (2009). Miljöchef Svevia. (C. Andersson, Intervjuare)

(2001). *Miljöeffekter av samordnad livsmedelsdistribution i Borlänge, Gagnef och Säter*. TFK.

Miljömålsportalen 2009. (u.d.). *Miljömålsportalen*. Hämtat från www.miljomal.nu den 10 03 2009

Miljömålsportalen 2009. (u.d.). *Miljömålsportalen*. Hämtat från <http://www.miljomal.se/Systemsidor/Indikatorsida/?iid=62&pl=1> den 10 03 2009

Miljömålsportalen 2009. (u.d.). *Miljömålsportalen*. Hämtat från http://www.miljomal.nu/nar_vi_malen/miljomalen/delmal15.php#4 den 10 03 2009

Miljömålsportalen 2009. (u.d.). *Miljömålsportalen*. Hämtat från http://www.miljomal.nu/nar_vi_malen/miljomalen/delmal15.php#4 den 10 03 2009

Naturvårdsverket 2009. (u.d.). *Minska utsläppen*. Hämtat från Naturvårdsverket: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Minska-utslappen/> 2009

NCC. (2009). (C. Andersson, Intervjuare)

Nynäs, A. (2009). (C. Andersson, & H. Gunnarsson, Intervjuare)

Overvag, J. O. (den 08 05 2009). Marine Technical Manager Shell Marine Products. (C. Andersson, Intervjuare)

Projektgrupp inom NVF Utskott 33. (2000). *Asfaltens Gröna Bok, NVF-RAPPORT 2/2000*. Gävle: Nordiska Vägtekniska Förbundet.

Rejmes Personvagnar AB. (2009).

Statens Geologiska Undersökning. (u.d.). *SGU*. Hämtat från SGU Statens Geologiska Undersökning: <http://www.sgu.se/sgu/sv/index.html>

Sveriges geologiska undersökning. (2007). *Grus, sand och krossberg*. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning.

Svevia. (2009). *Svevia - Det här är vi*. Hämtat från Svevia: www.svevia.se/Det-har-ar-vi/ 2009

Transportcentralen i Halmstad. (2009).

Uppenberg, S., Brandel, M., Lindfors, L.-G., Marcus, H.-O., Wachtmatmeister, A., & Zetterberg, L. (1999). *IVL Rapport, miljöfaktabok för bränslen del 2*. Stockholm: IVL.

Vägverket Produktion. (2007). *Miljöhandboken*. 01: 03.

Östring, C. (2009). Anställd Nyship Cartering. (A. Camilla, Intervjuare)

8 BILAGOR

8.1 BILAGA 1

BILAGA 1 TABELL 1 VÄGMODELLER TRAFIKKLASS LÅG

VÄGMODELL TRAFIKKLASS LÅG			
Design	Slitlager	Bundet bärlager	Obundet bärlager
Vägverket – Umeå	AB 45 mm		GBL 80 mm
Vägverket – Borlänge	AB 45 mm		GBL 80 mm
Vägverket – Stockholm	AB 45 mm		GBL 80 mm
Vägverket – Göteborg	AB 45 mm		GBL 80 mm
Vägverket – Malmö	AB 45 mm		GBL 80 mm
Svevia – Göteborg/Malmö	Y2G 25 mm		GBL 80 mm
Svevia – Stockholm/Borlänge/Umeå	Y2G 25 mm		GBL 80 mm

BILAGA 1 TABELL 2 VÄGMODELLER TRAFIKKLASS MELLAN

VÄGMODELL TRAFIKKLASS MELLAN			
Design	Slitlager	Bundet bär-/bindlager	Obundet bärlager
Vägverket – Göteborg/Malmö	AB 40 mm	AG 70 mm	GBL 80 mm
Vägverket – Stockholm/Borlänge	AB 40 mm	AG 80 mm	GBL 80 mm
Vägverket – Umeå	AB 40 mm	AG 90 mm	GBL 80 mm
Svevia – Göteborg/ Malmö alt 1	1.Y1B 20 mm/ 2.TSK 20 mm/ 3.ABS 11, 25 mm	ABb 16, 45 mm + Runbase 16-32, 50 mm	GBL 80 mm
Svevia – Göteborg/ Malmö alt 2			
Svevia – Göteborg/ Malmö alt 3			
Svevia – Stockholm/ Borlänge/ Umeå alt 1	1.Y1B 20 mm/ 2.TSK 20 mm/ 3.ABS 11, 25mm	ABb 16, 45 mm + Runbase 16-32, 50mm	GBL 80 mm
Svevia – Stockholm/ Borlänge/ Umeå alt 2			
Svevia – Stockholm/ Borlänge/ Umeå alt 3			

BILAGA 1 TABELL 3 VÄGMODELLER TRAFIKKLASS HÖG

VÄGMODELL TRAFIKKLASS HÖG			
Design	Slitlager	Bundet bär-/bindlager	Obundet bärager
Vägverket – Malmö / Göteborg / Stockholm	AB 40 mm	AG 170 mm	GBL 80 mm
Vägverket – Borlänge	AB 40 mm	AG 170 mm	GBL 80 mm
Vägverket – Umeå	AB 40 mm	AG 180 mm	GBL 80 mm
Svevia – Göteborg/ Malmö alt 1	ABS 11, 35 mm	ABb 16, 55 mm + Runbase 32-63, 100 mm	GBL 80 mm
Svevia – Göteborg/ Malmö alt 2	TSK 16, 20 mm	ABb 22, 88 mm + Runbase 22-45, 82 mm	
Svevia – Stockholm / Borlänge / Umeå alt 1	ABS 11, 35 mm	ABb 16, 55 mm + Runbase 32-63, 100 mm	GBL 80 mm
Svevia – Stockholm / Borlänge / Umeå alt 2	TSK 16, 20 mm	ABb 22, 88 mm + Runbase 22-45, 82 mm	

8.2 BILAGA 2

BILAGA 2 TABELL 1 VÄGMODELLER MED ENERGIFÖRBRUKNING OCH KOLDIOXIDUTSLÄPP TRAFIKKLASS LÅG

VÄGMODELL TRAFIKKLASS LÅG								
Design	Slitlager	Bundet bärlager	Obundet bärlager	Väglängd	Vägbredd	Area	Summa energi (MWh)	Summa koldioxid (ton)
Vägverket – Umeå	AB 45 mm		GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	1439,589	48,372
Vägverket – Borlänge	AB 45 mm		GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	1439,589	48,372
Vägverket – Stockholm	AB 45 mm		GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	1439,589	48,372
Vägverket – Göteborg	AB 45 mm		GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	1439,589	48,372
Vägverket – Malmö	AB 45 mm		GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	1439,589	48,372
Svevia – Göteborg/Malmö	Y2G 25 mm		GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	485,417	17,25
Svevia – Stockholm/Borlänge/Umeå	Y2G 25 mm		GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	485,417	17,25

BILAGA 2 TABELL 2 VÄGMODELLER MED ENERGIFÖRBRUKNING OCH KOLDIOXIDUTSLÄPP TRAFIKKLASS MELLAN

VÄGMODELL TRAFIKKLASS MELLAN								
Design	Slitlager	Bundet bär-/bindlager	Obundet bärlager	Väglängd	Vägbredd	Area	Summa energi (MWh)	Summa koldioxid (ton)
Vägverket – Göteborg/Malmö	AB 40 mm	AG 70 mm	GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	3075,768	100,428
Vägverket – Stockholm/Borlänge	AB 40 mm	AG 80 mm	GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	3290,914	107,983
Vägverket – Umeå	AB 40 mm	AG 90 mm	GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	3496,317	115,426
Svevia – Göteborg/ Malmö alt 1	1.Y1B 20 mm/	ABb 16, 45 mm + Runbase 16-32, 50 mm	GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	2556,011	75,611
Svevia – Göteborg/ Malmö alt 2	2.TSK 20 mm/						2608,384	82,874
Svevia – Göteborg/ Malmö alt 3	3.ABS 11, 25 mm						2925,403	90,23
Svevia – Stockholm/ Borlänge/ Umeå alt 1	1.Y1B 20 mm/	ABb 16, 45 mm + Runbase 16-32, 50mm	GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	2523,128	75,234
Svevia – Stockholm/ Borlänge/ Umeå alt 2	2.TSK 20 mm/						2575,5	82,497
Svevia – Stockholm/ Borlänge/ Umeå alt 3	3.ABS 11, 25mm						2856,066	89,435

BILAGA 2 TABELL 3 VÄGMODELLER MED ENERGIFÖRBRUKNING OCH KOLDIOXIDUTSLÄPP TRAFIKKLASS HÖG

VÄGMODELL TRAFIKKLASS HÖG								
Design	Slitlager	Bundet bär-/bindlager	Obundet bärager	Väglängd	Vägbredd	Area	Summa energi (MWh)	Summa koldioxid (ton)
Vägverket – Malmö / Göteborg / Stockholm	AB 40 mm	AG 170 mm	GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	5616,955	180,444
Vägverket – Borlänge	AB 40 mm	AG 170 mm	GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	5534,138	179,495
Vägverket – Umeå	AB 40 mm	AG 180 mm	GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	5695,697	186,437
Svevia – Göteborg/ Malmö alt 1	ABS 11, 35 mm	ABb 16, 55 mm + Runbase 32-63, 100 mm	GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	3624,778	113,205
Svevia – Göteborg/ Malmö alt 2	TSK 16, 20 mm	ABb 22, 88 mm + Runbase 22-45, 82 mm					3848,56	122,471
Svevia – Stockholm/ Borlänge / Umeå alt 1	ABS 11, 35 mm	ABb 16, 55 mm + Runbase 32-63, 100 mm	GBL 80 mm	10000 m	6 m	60000 m ²	3533,553	112,159
Svevia – Stockholm/ Borlänge / Umeå alt 2	TSK 16, 20 mm	ABb 22, 88 mm + Runbase 22-45, 82 mm					3784,255	121,734

8.3 BILAGA 3, ORDLISTA

Asfalt

En ofta använd förkortning av *asfaltbetong* som består till största delen av bindemedlet bitumen och krossat stenmaterial.

Asfaltmassa

En blandning av bituminöst bindemedel och stenmaterial i opackat tillstånd, alltså innan det läggs ut på väg.

Ballast

Betäckning för naturgrus, morän och krossat berg som används inom bygg- och anläggningsarbeten.

Bergart

Består av mineraler och bygger upp berg.

Bergkross

Söndersprängt och krossat berg.

Bindlager

Andra lagret uppifrån sett i en vägkonstruktion. Har till uppgift att motverka ojämnheter i vägen och att överföra spänningarna från trafikbelastningen på slitlagret till de underliggande lagren.

Bitumen

Ett mörkbrunt till svart, fast till halvfast material med bindande förmåga. Bitumen kan bildas i naturen i form av naturasfalt men framställs vanligen genom raffinering av petroleum.

Bitumenemulsion

En blandning bestående av bitumenpartiklar (droppar) i vatten, varvid en tillsatt emulgator hjälper till att finfördela bitumenpartiklarna samt hindrar partiklarna från att sammansmälta.

Bitumenbundet lager

Består av stenmaterial och bituminöst bindemedel.

Bitumenlösning

Ett bitumen vars viskositet genom tillsats av petroleumdestillat sänkts så att den kan användas utan egentlig uppvärmning.

Bundet bärlager

Finns under bindlagret i en vägkonstruktion, har till uppgift att ytterligare fördela trafikspänningarna så att inte sprickor och deformationer uppstår i förstärkningslager och undergrund.

Destillation

Ofta det första steget i raffineringsprocessen. Det är en process som separerar ämnen med olika kokpunkter. Efter destillation av olika oljefraktioner erhålls destillerat bitumen som en återstud. Denna kan sedan vidareförädlas till exempelvis bitumenlösning eller bitumenemulsion.

Fraktion

Kornen i stenblandningen innehåller inga korn som är varken mindre eller större än angivna mått.

Koldioxidekvivalenter

Anger mängd av en växthusgas uttryckt som den mängd koldioxid som ger samma klimatpåverkan.

Makadam

Krossat stenmaterial från berg, konformat.

Naturgrus

Sorterade jordarter som till största del består av sand, grus, sten och block.

Raffinaderi

En anläggning där råoljan destilleras.

Silo

Förvaringsmagasin.

Siktning

Sortering som sker efter kross där kornen sorteras efter storlek.

Slitlagret

Slitlagret är det översta lagret i en vägkonstruktion.

Sortering

Kornen i stenblandningen kan innehålla korn som är både mindre och större än angivna mått.

Trafikklass

Avser mängden trafik och belastningen från den på vägen.

Undergrund

Lagret under överbyggnaden.