

RAPPORT

Klimatkalkyl version 4.0

– Beräkning av infrastrukturens klimatpåverkan och energianvändning i ett livscykelperspektiv



Dokumenttitel: Klimatkalkyl version 4.0 - Beräkning av infrastrukturens klimatpåverkan och energianvändning i ett livscykelperspektiv

Skapat av: Susanna Toller, John Norberg

Foto framsida: Kasper Dudzik

Dokumentdatum: 2016-04-01

Dokumenttyp: Rapport

Ärendenummer: TRV 2016/26704

Publiceringsdatum: 2016-08-24

Utgivare: Trafikverket

Kontaktperson: Susanna Toller

Innehåll

Sammanfattning	5
1. Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte.....	8
2. LCA-metodik.....	9
3. Metod för Klimatkalkyl.....	10
3.1 Beräkningsmetodik	10
3.2 Struktur för ingående komponenter	12
3.3 Underlag för beräkningar	14
3.4 Avgränsningar	16
3.5 Felkällor och osäkerheter	18
4. Förändringar från tidigare versioner	19
4.1 Tidigare versioner	19
4.2 Nyheter i Klimatkalkyl version 4.0.....	19
5. Användning av Klimatkalkyl.....	21
5.1 Tillgänglighet	21
5.2 Upprätta en klimatkalkyl.....	21
5.3 Underlag och beräkningar	22
5.4 Resultatpresentation och tolkning	22
6. Framtida utveckling	24
7. Ordlista.....	26

Sammanfattning

Transportsystemet använder energi och påverkar klimatet dels genom utsläpp från trafik och dels genom utsläpp från byggande, drift och underhåll av infrastruktur. Klimatkalkyl är Trafikverkets modell som utvecklats för att på ett effektivt och konsekvent sätt kunna beräkna den energianvändning och klimatbelastning som transportinfrastrukturen ger upphov till ur ett livscykelperspektiv. Modellen kan användas för att göra klimatkalkyler för enskilda investeringsobjekt och för delar av investeringsobjekt samt som verktyg för att jobba effektivt och systematiskt med klimat- och energieffektivisering inom infrastrukturhållningen. I Trafikverkets styrande riktlinje TDOK 2015:0007¹ beskrivs när och för vilka åtgärder klimatkalkyler ska upprättas med hjälp av modellen Klimatkalkyl.

Modellen är baserad på metodik för livscykelanalys (LCA) och använder emissionsfaktorer tillsammans med resursschabloner och projektspecifik indata för att beräkna energianvändning och emissioner av koldioxidekvivalenter (dvs. klimatbelastning) från ett objekt eller en åtgärd. Emissionsfaktorerna som används i Klimatkalkyl är beslutade av Trafikverket som effektsamband.

Klimatkalkyl version 1.0 utvecklades i samband med Trafikverkets arbete med åtgärdsplaneringen inför förslag till nationell transportplan 2013, och har därefter uppdaterats årligen. Klimatkalkyl version 4.0 bygger på tidigare versioner men är nu en IT-baserad webbapplikation istället för en Excelbaserad modell. Dessutom har modellen utvecklats med avseende på användarvänlighet, flexibilitet och precision. Denna rapport beskriver Klimatkalkyl version 4.0 och dess underlag samt klargör de förändringar som skett från version 3.0.

¹ TDOK 2015:0007 Klimatkalkyl- infrastrukturhållningens energianvändning och klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv, gäller från 2015-04-01

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Enligt de transportpolitiska målen har Trafikverket som en viktig uppgift att begränsa transportsystemets energianvändning och klimatpåverkan. Arbetet omfattar både att begränsa klimatpåverkan från trafiken och att minimera klimatpåverkan från infrastrukturen.

Transportsystemet påverkar klimatet, dels genom utsläpp från trafik och dels genom utsläpp från byggande, drift och underhåll av infrastruktur. Byggande, drift och underhåll av infrastruktur står för en betydande del av transportsektorns klimatbelastning. I Infrastrukturpropositionerna 2008² och 2012³ lyfter regeringen därför fram att beslutsunderlag bör omfatta infrastrukturens klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv. Regering och riksdag har också en vision om att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser år 2050.

Val som görs i tidiga planeringsskeden påverkar energiåtgång och klimatbelastning under byggande och underhåll. Ur energi- och klimatsynpunkt är det stor skillnad på att bygga i tunnel, i bergsskärning, på höga bankar eller på plan mark. Mängden massförflyttning och materialåtgång påverkas av val mellan olika lokaliseringar och utformningar. Även i senare planeringsskeden görs val som påverkar energiåtgång och klimatbelastning. Framför allt handlar det då om detaljutformning, vilka material som väljs och vilka specifika leverantörer. En metod för att beräkna infrastrukturens klimatbelastning och energianvändning ur ett livscykelperspektiv behöver kunna inkludera det som sker vid produktion av de material som används.

Klimatkalkyl är Trafikverkets modell som utvecklats för att beräkna storleken på klimatbelastning och energianvändning som transportinfrastrukturen ger upphov till ur ett livscykelperspektiv. Modellen ska användas för att göra klimatkalkyler för enskilda investeringsåtgärder och för delar av investeringsåtgärder i enlighet med Trafikverkets riktlinje TDOK 2015:0007⁴. Dessa klimatkalkyler kan sedan summeras för att beräkna klimatbelastning och energianvändning från flera projekt, t.ex. i en nationell transportplan. Modellen har utvecklats av WSP på uppdrag av, och i samråd med, Trafikverket. Den första versionen av modellen, Klimatkalkyl version 1.0 utvecklades i samband med Trafikverkets arbete med åtgärdsplaneringen inför förslag till nationell transportplan 2014-2025. Då användes Klimatkalkyl version 1.0 för att göra en analys av klimatbelastningen från byggande av de namngivna investeringsobjekten i planen⁵.

Modellen har sedan uppdaterats årligen. Den senaste versionen är version 4.0 som togs i drift i april 2016. I samband med modellutvecklingen har också

² Regeringens proposition 2008/09:35

³ Regeringens proposition 2012/13:25

⁴ TDOK 2015:0007 Klimatkalkyl- infrastrukturhållningens energianvändning och klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv, gäller från 2015-04-01

⁵ Trafikverket 2013. Beräkning av infrastrukturens klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv för förslag till nationell plan för transportsystemet 2014 - 2025 – Metodbeskrivning och resultat (TRV 2013/34970)

effektsamband som nyttjas i modellen uppdaterats och i vissa fall kompletterats eller justerats. Klimatkalkyl version 4.0 bygger på tidigare versioner men är nu en IT-baserad webbapplikation istället för en Excel-baserad modell. Dessutom har modellen utvecklats med avseende på användarvänlighet, flexibilitet och precision.

1.2 Syfte

Klimatkalkyl version 4.0 har utvecklats för att underlätta beräkning av klimatbelastning och energianvändning från såväl byggande som drift och underhåll av en investeringsåtgärd baserat på typåtgärder eller projektspecifika mängduppgifter för material- och energiresurser. I Trafikverkets styrande riktlinje TDOK 2015:0007⁶ beskrivs när och för vilka åtgärder klimatkalkyler ska upprättas med hjälp av modellen Klimatkalkyl. Den här rapporten beskriver verktyget Klimatkalkyl version 4.0 och dess underlag samt klargör de förändringar som skett i modellen från version 3.0.

Syftet med Trafikverkets modell Klimatkalkyl är att på ett konsekvent och effektivt sätt kunna:

- integrera infrastrukturens energianvändning och klimatpåverkan i Trafikverkets beslutsunderlag
- arbeta med ständig förbättring när det gäller infrastrukturens energianvändning och klimatpåverkan vid planering av transportsystemet och vid planering och genomförande av enskilda åtgärder
- följa upp och redovisa resultat av genomförda åtgärder

Detta innebär att modellen exempelvis ska kunna användas för att:

- Följa upp ett objekts eller en åtgärds klimat- och energiprestanda genom upprättande av klimatdeklaration
- Se hur olika åtgärder påverkar den totala kalkylen som ett led i klimat- och energieffektiviseringsarbetet
- Jämföra energianvändning och klimatbelastning från byggande och underhåll av olika objekt eller olika alternativa lösningar (exempelvis olika sträckningar)
- Följa upp energianvändning och klimatbelastning som en del i resultatredovisningen kopplat till Trafikverkets mål
- Uppskatta framtida energianvändning och klimatbelastning från flera objekt i exempelvis en nationell transportplan

⁶ TDOK 2015:0007 Klimatkalkyl- infrastrukturhållningens energianvändning och klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv, gäller från 2015-04-01

2. LCA-metodik

Modellen är baserad på metodik för livscykelanalys (LCA). LCA är en metod för att systematiskt beskriva och kvantifiera miljöpåverkan från ett system på ett sådant sätt att det möjliggör överblick och jämförelser. I en LCA sammanställs och utvärderas miljöpåverkan av en produkt, ett material eller en tjänst under hela dess livscykel. Arbetsprocessen vid en LCA inkluderar fyra steg; definition av mål och omfattning, inventeringsanalys, miljöpåverkansbedömning och resultatolkning. Inom regelverket för LCA kan en analys genomföras på flera olika sätt. De val som görs under processens gång påverkar resultatet av en LCA. Därför är transparensen viktig. Ett standardiserat tillvägagångssätt finns beskrivet i ISO-standard 14040⁷. En LCA kan bland annat användas till att jämföra olika alternativ för att producera samma funktion eller till att uppskatta total potentiell miljöpåverkan från en viss funktion och identifiera vilka delar av systemet som bidrar mest.

Systemgränsernas placering är av stor vikt för hur studiens resultat sedan kan tolkas och användas. LCA innebär att miljöpåverkan av produkten, eller funktionen, under dess hela livscykel inkluderas, ”från vaggan till graven”. Dock behöver analysen ofta avgränsas på olika sätt, både för att vara relevant för den frågeställning som ska besvaras och till följd av vad som är praktiskt genomförbart. Ibland genomförs analysen till exempel för den begränsade del av livscykeln som handlar om produktionen, och de faser som kommer sedan såsom användning och slutligt omhändertagande utesluts därför. Då är studien snarare av typen ”vaggan till grind”, men den kan ändå baseras på metodiken för LCA i de delar som inkluderas. I LCA som genomförts för vägar och järnvägar är det vanligt att man utesluter det slutliga omhändertagandet av konstruktionen, eftersom rivning av transportinfrastruktur sällan förekommer. Istället anges ibland ett tidsperspektiv som den ”livstid” man räknar på. I Klimatkalkyl version 4.0 inkluderas byggande och underhåll, samt de råvaror, material och produkter som krävs för byggandet och de transporter som sker vid råvaruproduktion och förädling.

Vid inventeringsanalysen ska alla relevanta in- och utflöden till systemet kvantifieras. Det kan vara till exempel råmaterial, produkter, energi och olika typer av emissioner. Även för de produkter som används (till exempel bränsle eller konstruktionsmaterial) inkluderas råvaruutvinning, förädling och transporter som sker bakåt i deras livscykler. I inventeringen utnyttjas generella LCA-data som kan hämtas ur internationella databaser tillsammans med specifika indata för vilka resurser som används och vilka emissioner som bildas i det aktuella fallet. Den information som finns i dessa databaser och som handlar om emissioner vid framställning av olika typer av produkter eller material kallas för emissionsfaktorer.

I det tredje steget, miljöpåverkansbedömningen, ska betydelsen av de potentiella miljöeffekterna utvärderas. Genom klassificering och karaktärisering sorteras de inventerade flödena till olika miljöpåverkanskategorier och överförs till en gemensam enhet för varje miljöpåverkanskategori. Exempelvis kan olika växthusgaser sorteras till kategorin ”bidrag till växthuseffekten” och räknas om

⁷ ISO 14040, 2006. Environmental management: Life cycle assessment: Principles and framework, International Organisation for Standardization, Geneva

till koldioxidekvivalenter. Antalet miljöpåverkanskategorier som hanteras i en LCA kan variera. Klimatkalkyl hanterar endast energianvändning (omräknat till primärenergi⁸) och klimatbelastning i form av de emissioner som har potential att påverka klimatet (omräknat till koldioxidekvivalenter). I det sista steget, resultattolkningen, ska slutsatser dras och rekommendationer ges utifrån de föregående stegen. Även osäkerhetsanalyser och känslighetsanalyser beaktas samt resultat och begränsningar förklaras.

3. Metod för Klimatkalkyl

3.1 Beräkningsmetodik

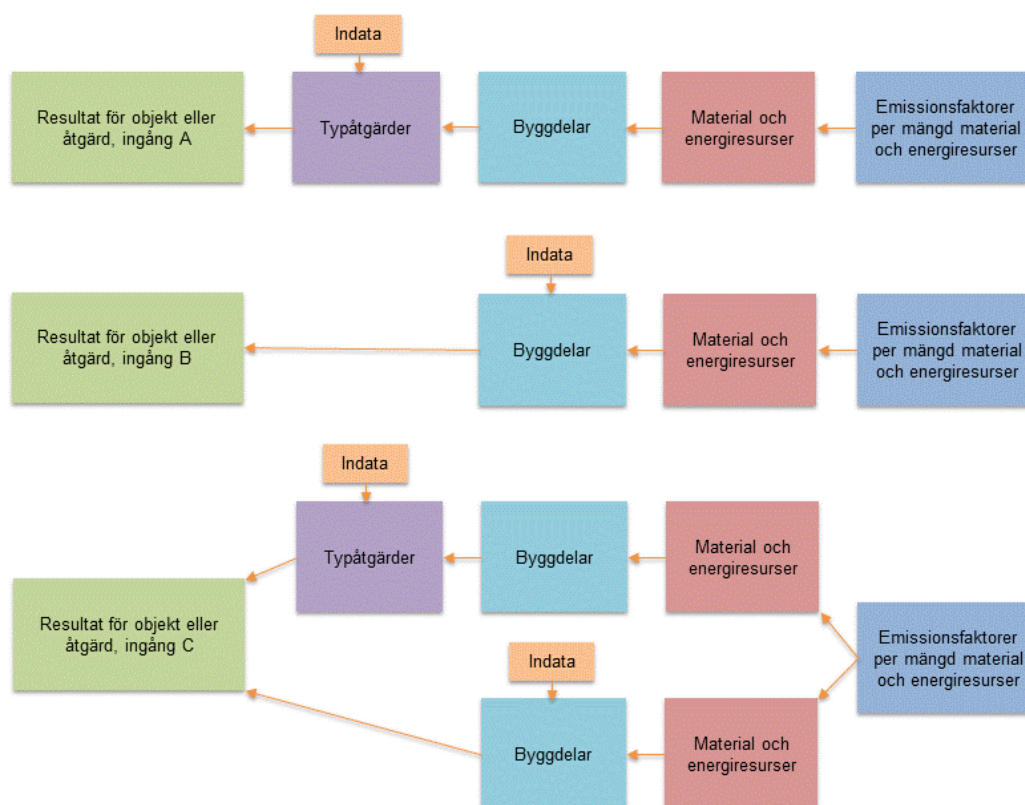
I klimatkalkyl tillämpas de grundläggande principerna för LCA, vilket innebär att systemets gränser definieras utifrån studiens syfte och ingående resurser kvantifieras och multipliceras med en emissionsfaktor som beskriver de utsläpp som sker i deras respektive produktionsprocesser. Modellen beräknar energianvändning och emissioner som orsakas av användningen av resurser, såväl vid byggandet som vid framställning (utvinning, förädling) och transporter. Ett orsakssamband antas alltså finnas mellan systemets användning av resurser och dess energianvändning och emissioner av koldioxidekvivalenter, emissionsfaktorer. De emissionsfaktorer som används i Klimatkalkyl är beslutade som effektsamband av Trafikverket⁹. Emissionsfaktorerna inkluderar energianvändning vid och emissioner från råvaruutvinning, förädling och transporter av energiresurser och material, samt från användning (förbränning) av energiresurserna. I modellen beräknas energianvändning (primärenergi) och klimatbelastning (utsläpp av koldioxidekvivalenter) för ett objekt eller en åtgärd genom att användningen av resurser multipliceras med aktuella emissionsfaktorer för dessa resurser. För att på ett enkelt sätt kunna uppskatta vilken mängd av olika resurser som ingår i objektet eller åtgärden innehåller modellen ett antal resursschabloner av olika typ (figur 1).

I klimatkalkylmodellen kan energianvändning och klimatbelastning från ett objekt eller en åtgärd beräknas baserat antingen på vilka typåtgärder som projektet innehåller (ingång A) eller baserat på mer detaljerad information om vilka byggdelar eller material- och energiresurser som projektet använder (ingång B). Man kan även välja en flexibel ingång (ingång C) som tillåter dataunderlag med olika detaljeringsgrad. Med typåtgärder menas här anläggningsdelar som åtgärderna är uppbyggda av, t.ex. kvadratmeter bro, kilometer tunnel, kilometer dubbelspår eller liknande. Med byggdel avses de delkomponenter som typåtgärderna omfattar. Byggdelarna omfattar i sin tur material och/eller arbetsmoment (energiesurser). Modellen innehåller resursschabloner som beskriver dels vilka byggdelar som ingår i en typåtgärd, dels vilka material- och energiresurser som ingår i respektive byggdel, t.ex. kubikmeter betong per kvadratmeter bro. Resursschabloner finns även för drift

⁸ En primär energibärare är en energikälla i sin ursprungliga form, till exempel solljus, vind och vatten, till skillnad mot sekundära energibärare som är omvandlade, exempelvis el. Källa: Energimyndigheten

⁹ Trafikverket, 2016. Effektkatalogen "Bygg om eller bygg nytt", kapitel 7. Tillgänglig på: www.trafikverket.se/effektsamband

och underhåll för majoriteten av typåtgärder. Schabloner för DoU av byggdelar finns inte och därmed saknas möjligheten att beräkna DoU i ingång B. Utgångspunkten vid upprättande av en klimatkalkyl är att samma underlag ska kunna användas som det som används i de ekonomiska kalkylerna¹⁰. I ingång A används samma underlag som för ekonomiska kalkyler på kalkylnivå 1 och 2 och i ingång B är underlagen desamma som för ekonomiska kalkyler på kalkylnivå 3.



Figur 1. Klimatkalkyl och dess underlag och behov av indata i ingång A, B och C. Emissionsfaktorer och resursschabloner används i modellen för att beräkna energianvändning och klimatbelastning per typåtgärd och per byggdel. Genom att detta kombineras med indata om mängden typåtgärder eller byggdelar som ingår i objektet eller åtgärden kan den totala energianvändning och klimatbelastningen för hela objektet eller åtgärden beräknas. Resursschablonerna avser typ och mängd av de byggdelar som ingår i typåtgärder och av de material- och energiresurser som ingår i byggdelarna.

Vid upprättande av en klimatkalkyl i ingång A för användaren in indata om objektet eller åtgärden i form av typåtgärder och sedan multiplicerar modellen de material- och energiresurser som ingår i schablonerna för dessa typåtgärder med emissionsfaktorer. Den indata som krävs av användaren är hur mycket av respektive typåtgärd som planeras. Användaren kan vid behov justera resursschablonerna genom att ändra mängden ingående byggdelar så att det passar med det aktuella objektet eller åtgärden.

¹⁰ Trafikverket, 2015. Kalkylblock väg och bana. TDOK 2011:183.

Vid upprättande av en klimatkalkyl i ingång B för användaren in indata om objektet eller åtgärden i form av byggdelar och sedan multiplicerar modellen de material- och energiresurser som ingår i schablonerna för dessa byggdelar med emissionsfaktorer. Användaren kan justera resurschablonerna genom att ändra mängden ingående material och arbetsmoment så att det passar med det aktuella objektet eller åtgärden. Effekten av att välja material med lägre miljöpåverkan kan studeras genom att emissionsfaktorn för det aktuella materialet ändras. Vid upprättande av en klimatkalkyl i ingång B bör användaren vara observant på att resultaten inte omfattar DoU, eftersom DoU för byggdelar inte beräknas av modellen.

Vid upprättande av en klimatkalkyl i ingång C kan användaren föra in indata om objektet eller åtgärden både i form typåtgärder och i form av byggdelar. Modellen multiplicerar de material- och energiresurser som ingår i schablonerna för dessa typåtgärder och/eller byggdelar med emissionsfaktorer. Användaren kan justera resurschablonerna för typåtgärderna genom att ändra mängden av ingående byggdelar. Användaren kan också justera resurschablonerna för byggdelar genom att ändra ingående material och arbetsmoment. Effekten av att välja material med lägre miljöpåverkan kan studeras genom att emissionsfaktorn för det aktuella materialet ändras. För en angiven typåtgärd kan dock inte ingående material och arbetsmoment, eller en specifik emissionsfaktor för ett visst material, anges. Detta är bara möjligt när underlaget förts in som en byggdel. Vid upprättande av en klimatkalkyl i ingång C bör användaren vara observant på att resultaten för DoU endast avser DoU av de typåtgärder som inkluderats, eftersom DoU för byggdelar inte beräknas av modellen. Användaren bör också vara observant på ev risk för dubbelbokföring eftersom byggdelar kan läggas till dels i form av en typåtgärd och dels som separata komponenter.

3.2 Struktur för ingående komponenter

Strukturen för inkluderingen av typåtgärder och byggdelar i Klimatkalkyl 4.0 bygger på Trafikverkets struktur för kalkylblock¹¹ och har harmoniserats med TMALL 0167, som är en mall för hur underlagkalkyler bör struktureras (tabell 1). De huvudkategorier och underkategorier som Klimatkalkyl innehåller kan därmed återfinnas i underlagkalkyler för objekt och åtgärder. I Klimatkalkyl har också en ytterligare underkategori inkluderats, ”Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)”, för att tillmötesgå användare som behöver kunna lägga till energianvändningen separat.

Tabell 1. Strukturen i Klimatkalkyl bygger på Trafikverkets TMALL 0167, med ett antal huvudkategorier och underkategorier.

Huvudrubrik	Underrubrik
5 Miljöåtgärder	Bulleråtgärder
6.1 Markarbeten – Järnväg	Avvattning, ledningar, brunnar, trummor & dränering
	Avverkning, röjning mm.
	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
	Fyllnadsmaterial, terrassering
	Geotekniska förstärkningsåtgärder

¹¹ Trafikverket, 2015. Kalkylblock väg och bana. TDOK 2011:183.

	Grönytor & plantering
	Kanalisation
	Rivning & demontering
	Räcken, stängsel
	Schakter
	Vägöverbyggnad
6.2 Byggnad verk/ Konstbyggnad	Avvattning, ledningar, brunnar, trummor & dränering
	Avverkning, röjning mm.
	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
	Fyllnadsmaterial, terrassering
	Geotekniska förstärkningsåtgärder
	Kanalisation
	Konstruktion
	Rivning & demontering
	Räcken, stängsel
	Schakter
	Vägöverbyggnad
6.3 Tunnel	Avvattning, ledningar, brunnar, trummor & dränering
	Avverkning, röjning mm.
	Byggnadsverk/Konstbyggnad
	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
	Fyllnadsmaterial, terrassering
	Geotekniska förstärkningsåtgärder
	Kanalisation
	Rivning & demontering
	Räcken, stängsel
	Schakter
	Vägöverbyggnad
6.4 Väg	Avvattning, ledningar, brunnar, trummor & dränering*
	Avverkning, röjning mm.
	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
	Fyllnadsmaterial, terrassering*
	Geotekniska förstärkningsåtgärder*
	Grönytor & plantering
	Kanalisation
	Rivning & demontering
	Räcken, stängsel*
	Schakter*
	Vägmärken, Trafiksignaler, belysning samt kabel mm
	Vägöverbyggnad*
7.1 Ban	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
	Spår
7.2 El	EL-Högspänning (Ktl, Hjälpkraft)
	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
7.3 Signal	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
	ERTMS
7.4 Tele	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
	Teleanläggning

3.3 Underlag för beräkningar

Underlaget för beräkningarna i Klimatkalkyl version 4.0 består dels av emissionsfaktorer som anger emissioner och energianvändning per mängd använd material- eller energiresurs (effektsamband) och dels av information om resursanvändning i olika typåtgärder och byggdelar (resursschabloner). I webbapplikationens flik ”Modell” framgår vilka underlag som har använts inklusive källor. Emissionsfaktorerna beskriver den energianvändning och de klimatgasutsläpp som sker till följd av att en viss resurs används i systemet. Dessa beskrivs i underfliken ”Emissionsfaktorer”. Det som kräver energi och genererar emissioner av koldioxidekvivalenter vid byggande och underhåll av infrastruktur är användande av arbetsmaskiner och fordon, samt användning av material som vid tillverkning ger upphov till emissioner uppströms i systemet (råvaruutvinning, förädling och transporter). Stål och betong är exempel på material som kräver mycket energi och genererar stora utsläpp vid tillverkningen¹². Emissionsfaktorerna inkluderar därmed emissioner från råvaruutvinning, förädling och transporter av både energiresurser och materialresurser. För energiresurser ingår även utsläpp vid användning av resurserna dvs. de utsläpp som sker när ett bränsle används i en arbetsmaskin. Från materialresurserna antas inga utsläpp ske vid själva användandet. Några av emissionsfaktorerna härrör från databasen Ecoinvent och det ska noteras att dessa endast får användas av organisationer som har användarlicens. För närmare beskrivning av använda emissionsfaktorer hänvisas till Trafikverkets beslutade effektsamband¹³. I underfliken ”Material och Arbetsmoment” tydliggörs vilken emissionsfaktor som i modellen har kopplats till vilken material- eller energiresurs.

Resursschablonerna för byggande av typåtgärder och byggdelar redovisas under webbapplikationens flik ”Modell”, i underflikarna ”Typåtgärder” respektive ”Byggdelar”. Resursschablonerna är baserade på underlag från tidigare anläggningskostnadskalkyler och miljövarudeklarationer, eller specifika produktblad. Resursschablonerna för typåtgärder baseras på ett antal projekt som har antagits vara representativa för Trafikverkets produktportfölj som helhet. Typåtgärder inom vägbyggande är baserade på underlag från anläggningskostnadskalkyler från Förbifart Stockholm och Umeåprojektet 2, Etapp 1, Norra länken (”Cirkulationsplats Hissjö”). För mitträcke och vägräcke har specifika produktblad legat till grund för resursschablonerna. För närmare beskrivning av hur resursschablonerna för väg beräknats hänvisas till underlagsrapport från WSP¹⁴. När det gäller resursschabloner för typåtgärder inom järnvägsbyggande baseras dessa på certifierade miljövarudeklarationer, EPD:er, för Botniabanan¹⁵. EPD:erna bygger på en livscykelanalys av hela Botniabanans infrastruktur och har granskats och godkänts av tredjepart i

¹² Trafikverket, 2012. Förstudie livscykelanalys i planering och projektering. Trafikverkets publikation 2012:182.

¹³ Trafikverket, 2016. Effektkatalogen ”Bygg om eller bygg nytt”, kapitel 7. Tillgänglig på: www.trafikverket.se/effektsamband

¹⁴ Uppenberg & Öman, 2013. Beräkning av transportinfrastrukturens klimatbelastning i ett livscykelperspektiv - Metodbeskrivning och resultat för bedömning av nationell transportplan 2014 – 2025 (TRV 2011/51696)

¹⁵ Botniabanan, 2010. Certifierade miljövarudeklarationer, EPD:er, för Botniabanans infrastruktur. Tillgängliga på www.environdec.com

enlighet med regelverket för det internationella EPD-systemet. En genomgång har utförts av LCA-modellerna för Botniabanan och de underliggande uppgifterna om resursanvändning har identifierats och sammanställts som resursschabloner¹⁶.

De resursschabloner som används för beräkning av framtida drift och underhåll bygger framför allt på uppgifter om vad som sker i dagsläget kopplat till de olika typåtgärderna. De resursschabloner som används, samt hur de byggts upp, framgår i webbapplikationens flik ”Modell”, i underfliken ”Drift och underhåll”. Hur de utvecklats beskrivs i en underlagsrapport från WSP¹⁷.

Resursschabloner för drift av järnväg (växeldriv, spårslipning, växelvärm, värme och el till stationsbyggnader, el till EST och tunneldrift) baseras på Botniabanans EPDer. Poster som inkluderats när det gäller löpande drift och underhåll av vägar är vinterväghållning och beläggningsunderhåll. Samma underhållsåtgärder inkluderas även för vägbroar. En nyhet i Klimatkalkyl v.4.0 är att användaren ges möjlighet att komplettera drift och underhåll med vägbelysning. Det gör användaren genom att lägga till DoU-schablonen ”Belysningspunkt” i sin kalkyl. Indata för ”Belysningspunkt” ska anges som antalet belysningsstolpar för en angiven vägsträcka. Schabloner för vinterväghållning och beläggningsunderhåll samt vägbelysning baseras på underlag från VTI. Beläggningsunderhåll beräknas i modellen som en del av löpande drift och underhåll, vilket kan diskuteras eftersom det i praktiken handlar om utbyte/förbättring av en komponent när dess livslängd tjänat ut. Beläggningsunderhåll är dock en resurskrävande verksamhet som beror helt och hållet på belastningen på vägen och denna post går därför inte att beräkna via en generell teknisk livslängd såsom för övriga reinvesteringar.

För tunnlar och broar saknas idag modellsamband för specifika underhållsåtgärder. Däremot ingår för tunnlar driftsenergi för belysning, ventilation och pumpning av vatten. Schabloner för tunnelbelysning och tunneldrift baseras på VGU¹⁸, tillsammans med erfarenheter från tidigare fallstudier. För vinterväghållning har resursschablonerna tagits fram utifrån information om mängd salt- och sand som sprids och antal fordonskörningar i kombination med väderdata för olika regioner och Svevias verktyg för att beräkna kostnader för vinterväghållning^{19,20,21}. Detta har därefter kalibrerats mot Trafikverkets årsbudgetar för väghållning. Hur beräkningarna genomförts beskrivs mer ingående i underlagsrapporten från WSP. För beläggningsunderhåll baseras resursschablonerna på underlag från verktyget LCC Väg som VTI utvecklar åt Trafikverket för kostnadsberäkning av

¹⁶ Uppenbergs & Öman, 2013. Revidering av modell Klimatkalkyl för infrastrukturprojekt, modellversion 2.0. (TRV 2011/51696)

¹⁷ Uppenbergs & Öman, 2013. Revidering av modell Klimatkalkyl för infrastrukturprojekt, modellversion 2.0. (TRV 2011/51696)

¹⁸ Trafikverket, 2012. Krav för vägars och gators utformning. Trafikverkets publikation 2012:179

¹⁹ Trafikverkets statistik över förbrukade salt- och sandmängder för varje distrikt åren 2008/09-2012/13.

²⁰ Vinterväderindex. Trafikverket. <http://vintervaderindex.vvi.vv.se/Index2.asp>

²¹ Kalkylverktyg för bedömning av kostnader i baskontrakt för drift av vägar, levererat från Svevia 2013 på uppdrag av Trafikverket och VTI.

vägunderhållet²². Baserat på det verktyget har resursmängder för beläggningsunderhåll identifierats med utgångspunkten att kvalitet och funktion för den aktuella vägtypen ska bibehållas över tid. Resursschablonerna är beroende av trafikbelastningen, angivet som ÅDT (årsdygnstrafik). Som default används en medel-ÅDT för respektive typåtgärd, men användaren av Klimatkalkyl har möjlighet att istället definiera projektspecifika ÅDT för modellens beräkningar av beläggningsunderhållet.

Avseende posten bygg och reinvestering används samma resursschabloner som för byggande och resursanvändningen per år för reinvesteringarna beräknas baserat på livslängder för systemets komponenter. För indata gällande livslängderna för de olika komponenterna används defaultvärden i modellen. Dessa defaultvärden baseras framför allt på komponenternas tekniska livslängd, eller faktiska livslängd (som också ofta används i livscykelkostnadsanalyser, LCC). Den tekniska livslängden är i vissa fall längre än den ekonomiska livslängden och bedöms som mest relevanta att använda i Klimatkalkyl eftersom de är mer differentierade och mer i samklang med Trafikverkets reinvesteringsbehovsanalyser. I nuläget hanteras livslängderna schablonmässigt utifrån de olika komponenterna som ingår, även om de i verkligheten också beror på belastningen på respektive komponent.

3.4 Avgränsningar

Klimatkalkyl beaktar användning av energi (primärenergi) samt klimatbelastning (emissioner av koldioxidekvivalenter) från väg- och järnvägsinfrastruktur ur ett livscykelperspektiv (figur 2). Modellen omfattar byggande, drift och underhåll, men en eventuell framtida avveckling av ett objekt beaktas inte eftersom fullständig rivning av transportinfrastruktur sällan förekommer. Däremot finns möjligheten att beakta rivning av en specifik byggdel i användaringång B och C. Vid det kontinuerliga utbyte av komponenter som sker när deras livslängd tjänat ut antar modellen per default att rivning och bortförelse av material är en försumbar post i jämförelse med produktion av det nya materialet.

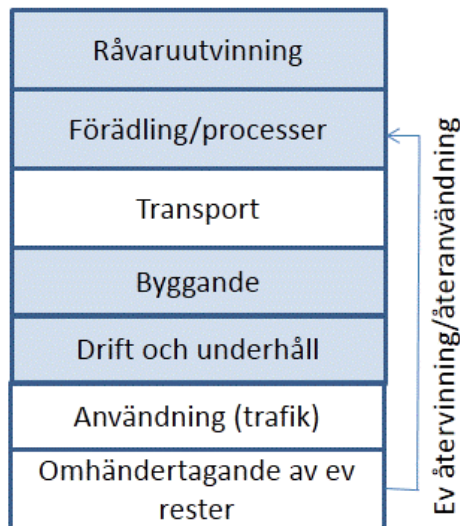
Trafikens energianvändning och emissioner vid användning av infrastrukturen ingår inte i Klimatkalkyl, utan hanteras i dagsläget enbart via andra modeller. Detta är dock något som har diskuterats eftersom de beslut som rör infrastrukturen på flera sätt påverkar den framtida trafiken. Det finns framöver ett behov av att definiera gränssnittet mellan Klimatkalkyl och befintliga modeller för beräkning av trafikens utsläpp och energianvändning.

Kalkylen beräknar emissioner och energianvändning utifrån dagens teknik och materialval och några marginaleffekter beaktas inte. Till skillnad från många biltrafikanalyser beaktas alltså inte framtida teknikutveckling. Det finns dock möjlighet att föra in sådana aspekter manuellt för enskilda specifika projekt.

Alla transporter som genereras inom entreprenaden och som beskrivs som en kostnadspost i anläggningskostnads kalkylen ingår i klimatkalkylen. Således ingår exempelvis transporter av jord- och bergmassor inom projektet. Utsläpp från de transporter som sker vid råvaruutvinning och förädling ingår i de

²² LCC Väg. Verktyg i Excel som utvecklas av VTI och levereras till Trafikverket under 2014 och dokumenteras i en manual samt vetenskapliga artiklar i PhD-projekt av Jonas Wennström.

emissionsfaktorer som tillämpas. Transporter från produktion av komponenter och material till entreprenaden, som t.ex. betong och installationer, ingår dock inte. Dessa transporter bedöms vanligtvis endast stå för ett litet bidrag till energianvändningen och klimatbelastningen²³. Utveckling pågår dock för att i modellen kunna inkludera resursschabloner även för transporter från produktion till entreprenad.



Figur 2. I Klimatkalkyl version 4.0 beaktas råvaruutvinning, förädling och transporter (inom förädlingskedjan) av energiresurser och material, byggande, drift och underhåll samt förbränning av energiresurser inom dessa poster (fyllda boxar). Underhåll avser här såväl utbyte av komponenter vars livslängd tjänat ut, som kontinuerlig drift och underhåll av systemet (tex vinterväghållning). Transporter från produktion till entreprenad, trafikens utsläpp vid användning av infrastrukturen samt omhändertagande av ev. rester ingår ej (vitmarkerade boxar).

Poster som inkluderats när det gäller löpande drift och underhåll av vinterväghållning, beläggningsunderhåll samt tunneldrift (belysning, ventilation och pumpning vatten), samt möjlighet att lägga till belysningspunkter separat. I posten vinterväghållning inkluderas användningen av salt och av sand och den energi som går åt vid spridning av detta samt vid snöröjning. När det gäller löpande drift och underhåll för järnväg inkluderas växeldriv, spårslipning, växelvärm, värme och el till stationsbyggnader, el till EST och tunneldrift (belysning, elektronik, frostskydd brandvatten).

Ovanstående poster inom löpande drift och underhåll har inkluderats eftersom de identifierats som betydande när det gäller klimat och energi från underhåll baserat på certifierade miljövarudeklarationer (EPDer) från Botniabanan²⁴, Trafikverkets LCC-arbete och Klimat- och energieffektiviseringshandlingsplaner inom Trafikverkets olika verksamhetsområden. Ett antal åtgärder som utifrån ovanstående källor ger ett mindre bidrag till energianvändning och

²³ Botniabanan, 2010. Certifierade miljövarudeklarationer, EPD:er, för Botniabanans infrastruktur. Tillgängliga på www.environdec.com

²⁴ Botniabanan, 2010. Certifierade miljövarudeklarationer, EPD:er, för Botniabanans infrastruktur. Tillgängliga på www.environdec.com

klimatbelastning ingår ej i modellen. Exempel på sådana driftåtgärder är snöröjning på järnväg, växtbekämpning, dammbindning, besiktning, sopning, röjning av hinder etc.

Drift och underhåll ingår i nuläget i modellen endast i form av schabloner för typåtgärder och alltså inte för enskilda byggdelar. Detta ska ses över och ev utökas på sikt. Diskussion pågår även om att inkludera möjligheten att upprätta en klimatkalkyl för underhåll av ett helt driftsområde på årsbasis.

3.5 Felkällor och osäkerheter

Osäkerheter i indata för de enskilda objekten eller åtgärderna bedöms vara den största osäkerheten och största felkällan vid användning av Klimatkalkyl. I tidiga skeden är dessa osäkerheter oundvikliga eftersom full kännedom om hur projektet kommer att byggas ännu inte finns. Underlaget för Klimatkalkyl är detsamma som för de ekonomiska kalkylerna. När detta underlag preciseras under den fysiska planläggningen kommer såväl kostnadskalkylens som klimatkalkylens precision att öka. Det finns även osäkerhet kring resursschabloner och deras representativitet. Variationer inom typåtgärder finns beroende på variation i utformning och omgivning, exempelvis påverkar topografin behovet av grundförstärkning och schaktarbete. I modellen kan användaren justera dessa parametrar genom att ange projektspecifik information.

Emissionsfaktorerna bedöms överlag vara representativa för normala resurser för svenska förhållanden och bedöms hålla god kvalitet eftersom de är hämtade från allmänt vedertagna och använda LCA-databaser och publicerade studier. Dock är känsligheten för emissionsfaktorerna stor. En förändring av emissionsfaktorn får stort genomslag på resultatet. Några av emissionsfaktorerna har något lägre precision än de andra, det handlar om framför allt bitumen och salt, där underlaget varit bristfälligt. Dessa emissionsfaktorer kommer att behöva uppdateras när bättre underlag finns tillgängligt. Emissionsfaktorerna ses kontinuerligt över. Under sommaren 2014 genomfördes en större validering inklusive kritisk granskning och kvalitetssäkring av emissionsfaktorerna i modellen. Källor granskades och emissionsfaktorerna jämfördes med de som använts i andra liknande studier och modeller. Emissionsfaktorerna justerades utifrån resultatet. Även under sommaren 2015 gjordes en genomgång och uppdatering av emissionsfaktorerna²⁵. Dock kvarstår vissa osäkerheter, framför allt gäller detta tillämpningen av systemgränser i de olika underlag som utnyttjats. En ny översyn planeras, bland annat med avseende på att säkerställa överensstämmelse med Europeisk standard²⁶.

²⁵ Trafikverket, 2016. Effektkatalogen "Bygg om eller bygg nytt", kapitel 7. Tillgänglig på: www.trafikverket.se/effektsamband

²⁶ EN 15804, Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products.

4. Förändringar från tidigare versioner

4.1 Tidigare versioner

Klimatkalkyl ska svara mot behovet att kunna beräkna transportinfrastrukturens energianvändning och klimatbelastning ur ett livscykelperspektiv genom planering, genomförande och uppföljning av projekt. Den behöver därför kunna tillämpas såväl för en nationell transportplan som för olika skeden i planläggningsprocessen för enskilda objekt eller åtgärder. Den första versionen av Klimatkalkyl, Klimatkalkyl version 1.0, var i första hand utvecklad för att kunna bedöma klimatbelastning från förslaget till nationell transportplan 2014-2025. I ett sådant tidigt planeringsskede fanns det ingen möjlighet att ta reda på vilka materialmängder de olika objekten i planen kunde förväntas komma att kräva. Det underlag som fanns om objekten handlade istället om ingående typåtgärder. Inför framtagandet av klimatkalkyl version 1.0 lades därför mycket fokus på att ta fram generella resursschabloner för dessa typåtgärder. Klimatkalkyl version 2.0 som beslutades och publicerades 2014 var tillämpbar i tidiga skeden, men tillät en större flexibilitet för användaren så att de fall information fanns tillgänglig kunde vissa betydande poster modifieras i de redan befintliga resursschablonerna för olika typåtgärder. I Klimatkalkyl version 3.0 förbättrades verktyget ytterligare med avseende på användarvänlighet, transparens, flexibilitet och kompletthet utifrån användarnas behov. Möjligheten att upprätta klimatkalkyler baserat på projektspecifika byggdelar eller mängder av material- och energiresurser lades också till. Benämningar av typåtgärder för väganläggning anpassades så långt som möjligt till Vägars och Gators utformning (VGU)²⁷. För järnväg fanns inte motsvarande regelverk som VGU tillgänglig därför användes tidigare Banverkets anläggningsstruktur för benämningar av typåtgärder inom järnvägsanläggningen.

4.2 Nyheter i Klimatkalkyl version 4.0

I version 4.0 har Klimatkalkyl har ändrat format från en Excel-baserad modell till en webbapplikation. Detta har gjorts med syfte att uppnå en mer effektiv informationshantering, ett användarvänligare gränssnitt och möjlighet till fortsatt utveckling utifrån användarnas behov. Den nya webbapplikationen innebär:

- Bättre kontroll på modellversioner och kalkylversioner och därmed en mer effektiv informationshantering och spårbarhet i resultat
- Central nedsparning av klimatkalkyler vilket ger bättre möjligheter till långsiktig uppföljning, ökad tillgänglighet och minskad sårbarhet
- Möjligheter att analysera flera kalkyler tillsammans
- Möjligheter till informationsutbyte med andra system
- Förutsättningar för fortsatt modellförbättring utifrån användarnas önskemål
- Ett bättre användarstöd i form av instruerande texter och dialogrutor

²⁷ Trafikverket, 2012. Krav för vägars och gators utformning. Trafikverkets publikation 2012:179

Förutom övergång till webbapplikation har följande förändringar gjorts jämfört med version 4.0:

- **Struktur:** Struktur, urval och benämningar av resursschabloner för byggdelar i användaringång B (kalkylnivå 3) har ändrats och harmoniserats för att bättre matcha gängse nomenklatur och ekonomiska underlagskalkyler. Termen ”sammansatta emissionsfaktorer” har i samband med detta utgått och ersatts av termen ”byggdelar”. Byggdelarna utgör delkomponenter av typåtgärderna och omfattar material och arbetsmoment. Den nya strukturen gör det möjligt att på ett tydligare sätt i resultatpresentationen se vilka delar som bidrar till resultatet. Den möjliggör exempelvis en uppdelning av markarbeten för väg (6.4) respektive järnväg (6.1). Dessutom har kalkylblock 7 fått en tydligare struktur i och med att 7 BEST-arbeten ersatts med huvudrubrikerna 7.1 Ban, 7.2 El, 7.3 Signal och 7.4 Tele. Strukturen arbetades fram av WSP i samarbete med sakkunniga på Trafikverket.
- **Utökad antal resursschabloner:** Listan av ingående byggdelar modifierades och utökades något. En typåtgärd för belysningspunkter väg, samt byggdelar för fyllning för vegetationsyta samt rivning har exempelvis lagts till.
- **Ökad flexibilitet:** Med den nya strukturen kunde typåtgärder sorteras in under samma huvudrubriker som byggdelar, vilket gav möjlighet för användaren att kunna kombinera typåtgärder med byggdelar i en och samma klimatkalkyl. Användaringång C skapades, i vilken man i en klimatkalkyl på kalkylnivå 3 nu har möjlighet att lägga till typåtgärder.
- **Ökade möjligheter för egna tillägg:** Användaren kan nu lägga in fler egendefinierade byggdelar och då precisera vilket material som ingår och vilken emissionsfaktor som ska användas. Detta öppnar också upp för möjligheten att inkludera en hel byggdela, med en emissionsfaktor avseende hela den byggdelen. Egendefinierade byggdelar/material läggs till i posten ”Annat material”. När en egen emissionsfaktor anges i modellen är det viktigt att dess relevans och kvalitet kan styrkas. En tredjepartscertifierad miljövarudeklaration för materialet eller byggdelen krävs. Vill man lägga till energianvändningen separat kan man göra det via posterna ”Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)”.
- **Uppdaterade emissionsfaktorer:** Emissionsfaktorerna har ändrats i enlighet med de justeringar och kompletteringar av effektsamband som beslutades 1 okt 2015.
- **Mindre korrigeringar:** Antagande som gäller schaktning har setts över och korrigerats. Det har resulterat i att en svällfaktor 1,5 nu tillämpas på grävmaskin i Bergschakt Fall B och på både grävmaskin och dumper i Bergschakt Fall A, samt att resursschablonen för typåtgärden mötesfri 2+1 väg korrigerades något. I samband med övergången till webbapplikation upptäcktes också ett antal mindre felaktigheter som rättades till. Inga av dessa bedömdes som allvarliga.

De revideringar som har genomförts bygger till stor del på användarsynpunkter på version 3.0. Dessa har samlats in under 2015 i projekt där modellverktyget

använts samt i Trafikverkets arbetsgrupp för Klimatkalkyl där verksamhetsområde IV,PR, UH samt representanter från nationell planering och planering regionalt ingår.

5. Användning av Klimatkalkyl

5.1 Tillgänglighet

Klimatkalkyl version 4.0 är en webbapplikation. För att kunna använda alla funktioner i Klimatkalkyl fullt ut behövs ett användarkonto i Trafikverket samt behörighet till modellen (Klimatkalkyl-User). Klimatkalkyl finns även som en öppen men begränsad version som inte kräver ett användarkonto. Den öppna versionen möjliggör extern granskning och upprättande av klimatkalkyler precis som i den fullständiga versionen, med undantag för nedsparning. De klimatkalkyler som upprättas raderas när webbläsaren stängs ner. Sammaställning av indata och resultat kan dock skrivas ut och/eller exporteras.

För användare som har Trafikverksdator söks behörigheten Klimatkalkyl-user via Arthur. För användare utanför Trafikverket behövs både ett användarkonto i Trafikverket samt behörigheten Klimatkalkyl-user. Användarkonto och behörighet söks av Trafikverkets kontaktperson för det uppdrag i vilket användaren arbetar. Saknas det ett uppdrag kan diarienumret för en diarietörd handling som styrker användarens behov av konto och behörighet ersätta avtalsnumret i ansökan.

5.2 Upprätta en klimatkalkyl

Alla klimatkalkyler som skapas i klimatkalkylmodellen placeras och sparas i en så kallad kalkylmapp som tillhör ett specifikt objekt eller en specifik åtgärd (eller en ÅVS, som sedan blir ett objekt eller en åtgärd). Klimatkalkyler kan skapas i olika skeden av planeringsprocessen men flera kalkyler kan också skapas i samma skede för att jämföra olika alternativ. Genom att spara klimatkalkyler som upprättas för samma objekt eller åtgärd i samma kalkylmapp underlättas sökningar och jämförelser mellan kalkyler. Om behov finns kan dock flera kalkylmappar skapas för delar av ett objekt, exempelvis för åtgärder eller delsträckor som hanteras av olika entreprenörer. Det är bara den som skapat en kalkylmapp och de som av skaparen tilldelats behörighet som kan se de klimatkalkyler som ligger i kalkylmappen. Under fliken "Mina klimatkalkyler" ligger alla kalkylmappar och klimatkalkyler som användaren skapat eller tilldelats behörighet till. Användaren kan här skapa nya kalkylmappar, skapa nya klimatkalkyler, se tidigare skapade klimatkalkyler och göra ändringar i dem.

Vid upprättande av en ny klimatkalkyl i Klimatkalkyl 4.0 går användaren igenom ett antal steg, som är utformade för att underlätta och minska risken att göra fel. Inledningsvis väljs användaringsgång utifrån typ av underlagsinformation, vilket i sin tur beror på var i planläggningen projektet befinner sig. I ingång A används samma underlag som för ekonomiska kalkyler på kalkylnivå 1 och 2. Som användare behöver man då känna till vilka typåtgärder och i vilken omfattning de planeras i den aktuella investeringsåtgärden. I ingång B är underlagen desamma som för ekonomiska kalkyler på kalkylnivå 3. Det innebär att mer detaljerad information kan anges

om vilka byggdelar projektet innehåller och vilka material- och energiresurser dessa omfattar. Löpande drift och underhåll kan inte beräknas i ingång B. Ingång C är en flexibel ingång som tillåter användaren att utgå från underlag med olika detaljeringsgrad i samma kalkyl. Man kan i ingång C använda underlag med avseende både på typåtgärder och byggdelar. Detta innebär dock en risk för dubbelräkning, eftersom flertalet byggdelar också ingår i typåtgärder. Här måste användaren veta vad det är som läggs in i kalkylen. Användaren bör också vara observant på att DoU i resultatet endast omfattar DoU för ingående typåtgärder, eftersom DoU för enskilda byggdelar inte beräknas. I ingång B och C har användaren möjlighet att använda egna leverantörsspecifika emissionsfaktorer och därmed kunna visa på effekten av att välja ett material med bättre miljöprestanda. När en egen emissionsfaktor anges i modellen är det viktigt att den kan styrkas genom tredjepartscertifierad miljövarudeklaration eller motsvarande.

När man har upprättat en klimatkalkyl sparas den i systemet för framtida ändringar, så länge den har status "arbetsversion". Om man anger status "slutlig version" blir kalkylen låst för fortsatt redigering. Anledningen till detta är att man ska kunna gå tillbaka till en kalkyl vars resultat ingår i ett beslutsunderlag, exempelvis en SEB, för att se vad som ingick i kalkylen utan att riskera att det gjorts ändringar i kalkylen efter det att resultatet användes. Vill man fortsätta att arbeta på samma kalkyl vid ett senare tillfälle kan den slutliga versionen av kalkylen kopieras. Den nya kalkylen får då samma innehåll men status "arbetsversion" och man kan arbeta vidare med den. Viktigt är då att namn och beskrivning uppdateras så att det är tydligt vad den nya kalkylen avser.

5.3 Underlag och beräkningar

Alla underlag för beräkningarna, samt de viktigaste beräkningsformlerna, visas under fliken "Modell". Fliken är låst för redigering och visas för att det ska vara möjligt att följa beräkningsgången och granska underlaget för de resursschabloner och emissionsfaktorer som ligger som default. Här listas alla komponenter som modellen omfattar. Information om vilka byggdelar som ingår i de olika typåtgärderna, vilka material och arbetsmoment som ingår i de olika byggdelarna, samt resursschabloner för dessa visas. Även emissionsfaktorer, omräkningsfaktorer, schabloner för drift och underhåll samt uppbyggd struktur utifrån kategorier framgår. Några av emissionsfaktorerna härrör från databasen Ecoinvent och det ska noteras att dessa endast får användas av organisationer som har användarlicens. När det gäller resultat för emissioner per typåtgärd eller emissioner per byggdela får dessa dock användas utan några sådana restriktioner.

5.4 Resultatpresentation och tolkning

Presentationen av resultat har anpassats till kraven i de gällande regelverken för certifierade miljövarudeklarationer, EPD:er, för väg- och järnvägsinfrastruktur enligt det internationella EPD-systemet. Enligt dessa regelverk ska den beräknade miljöbelastningen redovisas per km och år med separat redovisning av bygg och reinvestering, drift respektive underhåll. I Klimatkalkyl har det dock inte bedömts vara relevant att dela upp Drift och Underhåll varför de redovisas sammanslagna.

Resultaten av en klimatkalkyl presenteras på den översta raden i en öppnad kalkyl, uppdelat på:

- **Bygg totalt, totalt per projekt:** Energianvändning och klimatbelastning från all resursanvändning kopplad till byggandet av projektet.
- **Bygg & reinvestering, per projekt och år:** Under rubriken Bygg/reinvestering redovisas energianvändning och klimatbelastning (utsläpp av koldioxidekvivalenter) från samma aktiviteter som för Bygg, totalt, men uttryckt per år baserat på angivna livslängder för alla komponenter som ingår i modellen. Det speglar alltså en årlig belastning från en anläggning som bibehåller sin funktion baserat på att komponenter byts ut med olika frekvens utifrån deras angivna livslängder.
- **Drift och underhåll, per projekt och år:** Under rubriken Drift och underhåll redovisas energianvändning och klimatbelastning (utsläpp av koldioxidekvivalenter) från drift av komponenter (exempelvis fläktar, belysning, växelvärmare etc.) som ingår i typåtgärder, samt beläggningsunderhåll och vinterväghållning för vägar, per år.

Resultatdiagram för utsläpp av klimatgaser visas också ovanför tabellen med typåtgärder och/eller byggdelar. I det vänstra diagrammet redovisas utsläpp totalt för byggfasen för hela projektet. I ingång A är resultatet uppdelat på de fem mest betydande typåtgärderna samt en kategori som benämns med "Övrigt" och i ingång B är resultatet uppdelat per kategori. I det högra diagrammet redovisas i ingång A utsläpp årligen uppdelat på Bygg & reinvestering (byggfasens klimatbelastning fördelat per år baserat på livslängden för varje ingående komponent) samt Drift & underhåll (löpande vinterväghållning, beläggningsunderhåll samt energianvändning för drift av anläggningar). I ingång B saknas drift och underhåll och där visar diagrammet därför enbart resultaten för Bygg & Reinvestering.

Indata och resultat för en klimatkalkyl presenteras också i varsin sammanställning. Dessa sammanställningar kan exporteras till Word eller Excel, respektive PDF, eller skrivas ut. I sammanställningen av resultat presenteras resultaten för både klimat och energi med samma uppdelning som beskrivits ovan och både i tabell- och diagramform. Rapportformatet har anpassats både till behov av underlag till Samlad Effektbedömning (SEB) och till regler (PCR) för miljövarudeklarationer (EPD) av vägar²⁸ och järnvägar²⁹, medtabeller med resultat i de enheter som behövs för båda användningsområdena. Kalkylperiod och energienhet behöver väljas vid resultatsammanställning till samlad effektbedömning.

²⁸ PCR 2013:20 Highways (except elevated highways), streets and roads (Version 1.02)

²⁹ PCR 2013:19 Railways (Version 1.03)

6. Framtida utveckling

I det korta perspektivet planeras några åtgärder för att göra Klimatkalkyl version 4.0 än mer användarvänlig och öka dess precision i beräkningarna. Detta inkluderar framförallt:

- Ytterligare förbättrad funktionalitet avseende möjlighet till jämförelse mellan olika alternativ och åtgärder.
- Utveckling av funktion för att aggregera flera investeringsåtgärders klimatkalkyler. Detta bidrar till att effektivisera och underlätta arbetet med Trafikverkets åtgärdsplanering inför förslag till nationell transportplan 2018-2029.
- Komplettera modellen med mer information från genomförda projekt för att skapa mer representativa medelvärden för resursschabloner, samt vid behov utöka antalet typåtgärder och byggdelar för att öka precisionen i beräkningarna ytterligare.
- Komplettera modellen med schabloner för drift- och underhåll på kalkylnivå 3.
- Ytterligare användarstöd i modellen (exempelvis metadata för byggdelar).
- Översyn av emissionsfaktorer med avseende på representativitet och överensstämmelse med internationell standard.

På längre sikt finns en rad möjliga utvecklingsåtgärder. Det som i nuläget identifierats som viktigast omfattar:

- Definiera ett gränssnitt gentemot andra befintliga modeller och kalkylverktyg som kompletterar Klimatkalkyl (exempelvis Geokalkyl, EKA samt modeller för beräkning av trafikens utsläpp)
- Öka modellens tillämpning inom underhåll genom att inkludera möjligheten att beräkna energianvändning och utsläpp från underhåll av ett driftsområde på årsbasis.
- Systemutvidgning (framför allt map transporter av material mellan produktion och anläggning)
- Översyn av framtida möjligheter att hantera och kvalitetssäkra emissionsfaktorer

Den fortsatta utvecklingen bör inkludera viss systemutvidgning eller samverkan med andra system. I nuläget ingår till exempel inte användningen av investeringsåtgärderna, dvs. den framtida trafiken. Utsläpp och energianvändning från trafiken påverkas dock av infrastrukturen. Dels påverkas trafiken av linjeföring och val av korridor, men också av rullmotstånd och underhållsbehov. Det behöver utredas hur Trafikverkets befintliga beräkningar när det gäller utsläpp och energi för trafiken kan sättas i relation till resultat från Klimatkalkylmodellen, samt om det är önskvärt och i så fall hur modellen på bästa sätt ska kunna fånga upp de aspekter av trafiken som påverkas av infrastrukturens byggande. En utvidgning med avseende på trafik har potential att öka modellens tillämpbarhet som underlag för åtgärdsvalsstudier och för beslut om lokalisering. Transporter av produkter från förädling och till entreprenaden är en annan del av systemet som i dagsläget inte beaktas, men

om det visar sig att det finns fall där dessa påverkar objektets eller åtgärdens energi- och klimatprestanda finns skäl att söka efter metod att inkludera även dessa.

Ett led i utvecklingen mot ökad precision i klimatberäkningar är att identifiera vilka förbättringsåtgärder Klimatkalkylmodellen behöver kunna fånga och för vilka åtgärder resultat från andra modeller bör utnyttjas. Modellens precision skulle kunna ökas avsevärt genom en bättre koppling till de geologiska förutsättningarna för att exempelvis bedöma schaktnings- och stabiliseringsbehov i byggfasen. Möjligheten att utnyttja redan befintliga modeller såsom Geokalkyl och LICCER bör ses över. EKA-modellen som hanterar beräkning av klimatpåverkan och energianvändning vid beläggningsarbeten är en annan modell som bör kunna nyttjas för att få klimatkalkyler med ökad precision.

Vid sidan av möjligheterna till nyttjande av andra modeller för ökad precision kommer modellen också att vidareutvecklas för att möta de behov som finns vid användning i upphandlingssituationer³⁰.

³⁰ TDOK 2015:0480 Klimatkrav i planläggning, byggskede, underhåll och på teknisk godkänt järnvägsmateriel

7. Ordlista

Tabell 2. Begrepp som används i Klimatkalkyl.

Begrepp	Beskrivning
Arbetsmoment	Arbetsmoment är tillsammans med material den minsta beståndsdel i en klimatkalkyl. Ett arbetsmoment innebär användning av energiresurser. Dessa energiresurser multipliceras med emissionsfaktorer för att beskriva vilken energianvändning och vilka utsläpp som genomförandet av arbetsmomentet innebär.
Byggdel	Byggdelarna utgör delkomponenter av typåtgärderna och omfattar material och arbetsmoment.
Emissionsfaktor	Emissionsfaktorerna beskriver den energianvändning och de emissioner som sker vid råvaruutvinning, transporter och förädling av energiresurser och material, samt vid användning (förbränning) av energiresurserna.
Kalkylmapp	Mapp som innehåller klimatkalkyler för ett objekt eller en åtgärd.
Klimatdeklaration	Den sista klimatkalkylen som genomförs för ett objekt eller en åtgärd är en klimatdeklaration.
Klimatkalkyl	En kalkyl som beskriver energianvändning och klimatbelastning från byggande av ett objekt eller en åtgärd ur ett livscykelperspektiv.
Material	Material är tillsammans med arbetsmoment den minsta beståndsdel i en klimatkalkyl. Mängden material multipliceras med emissionsfaktorer för att beskriva vilken energianvändning och vilka utsläpp som användningen av materialet innebär.
Skede	Avser det skede i planläggningsprocessen som man befinner sig i.
Status	En kalkyl kan antingen ha status arbetsversion eller slutlig version. I en slutlig version är kalkylen låst för fortsatt redigering.
Trafikverkets modell Klimatkalkyl	Trafikverkets modell för att på ett effektivt och konsekvent sätt kunna beräkna den energianvändning och klimatbelastning som transportinfrastrukturen ger upphov till ur ett livscykelperspektiv.
Typåtgärd	De övergripande anläggningsdelar som ett investeringsobjektet är uppbyggt av.



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 0243- 750 90

www.trafikverket.se