

RAPPORT

Klimatkalkyl – Beräkning av infrastrukturens klimatpåverkan och energianvändning i ett livscykelperspektiv

Modellversion 5.0 och 6.0



Dokumenttitel: Klimatkalkyl - Beräkning av infrastrukturens klimatpåverkan och energianvändning i ett livscykelperspektiv, modellversion 5.0 och 6.0

Skapat av: Susanna Toller

Foto framsida: Gudellaphoto

Dokumentdatum: 2018-04-03

Dokumenttyp: Rapport

Ärendenummer: TRV 2018/30445

Publiceringsdatum: 2018-04-03

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 typåtgärder, byggdelar och underhållsåtgärder .	13
3.3 Underlag för beräkningar	14
3.4 Avgränsningar	17
3.5 Felkällor och osäkerheter	19
4. Förändringar från tidigare versioner	20
4.1 Utveckling av Klimatkalkylmodellen	20
4.2 Klimatkalkyl version 5.0.....	21
4.3 Klimatkalkyl version 6.0.....	23
5. Användning av Klimatkalkyl.....	24
5.1 Tillgänglighet	24
5.2 Upprätta en klimatkalkyl.....	24
5.3 Underlag och beräkningar	26
5.4 Resultatpresentation och tolkning	26
5.5 Offentliggörande av resultat	27
6. Framtida utveckling	28
7. Ordlista.....	30

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 hela eller delar av investeringsobjekt och för baskontrakt underhåll, 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. Klimatkalkyl understödjer också ställandet av klimatkrav i upphandling av investeringsobjekt, vilket styrs av riktlinje TDOK 2015:0480².

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 2013 inför förslag till nationell plan för transportsystemet, och har därefter uppdaterats årligen. År 2016 ersattes det tidigare excel-formatet av en webbapplikation, Klimatkalkyl version 4.0. Därefter utökades funktionaliteten ytterligare och 2017 och 2018 lanserades i april version 5.0 respektive 6.0. Denna rapport beskriver Klimatkalkyl version 5.0 och 6.0 och dess underlag samt klargör de förändringar som skett i dessa versioner jämfört med version 4.0.

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

² TDOK 2015:0480 Klimatkrav i planläggning, byggskede, underhåll och på teknisk godkänt järnvägsmateriel, gäller från 2016-02-15

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 2008³ och 2012⁴ lyfter regeringen därför fram att beslutsunderlag bör omfatta infrastrukturens klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv. Enligt det klimatpolitiska ramverk som beslutades 2017 finns ett mål att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser år 2045.

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 2015:0007⁵. Dessa klimatkalkyler kan sedan summeras för att beräkna klimatbelastning och energianvändning från flera projekt, t.ex. i en nationell plan för transportsystemet. Från och med version 5.0 kan modellen också användas för att beräkna klimatbelastningen av underhållsåtgärder i ett baskontrakt för underhåll väg. 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 plan för transportsystemet 2014-2025. Då användes Klimatkalkyl version 1.0 för att göra en analys av klimatbelastningen från byggande av de namngivna investeringsobjekten i planen⁶.

³ Regeringens proposition 2008/09:35

⁴ Regeringens proposition 2012/13:25

⁵ TDOK 2015:0007 Klimatkalkyl- infrastrukturhållningens energianvändning och klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv, gäller från 2015-04-01

⁶ Trafikverket 2013. Beräkning av infrastrukturens klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv för förslag till nationell plan för transportsystemet 2014 - 2025 – Metodbeskrivning och resultat (TRV 2013/34970)

Modellen har sedan uppdaterats årligen. År 2016 ersattes det tidigare excel-formatet av en webbapplikation, Klimatkalkyl version 4.0. Den senaste versionen är version 6.0 som togs i drift i april 2018. I samband med modellutvecklingen har också effektsamband och schabloner som nyttjas i modellen kompletterats och justerats. För miljöbedömning av förslaget till nationell plan för transportsystemet 2018-2029 användes version 5.0.

1.2 Syfte

Klimatkalkyl har utvecklats för att möjliggöra konsekventa beräkningar av klimatbelastning och energianvändning från byggande, drift och underhåll av transportinfrastruktur.⁷

Modellen kan beräkna klimatbelastning från investeringsåtgärder baserat på typåtgärder, byggdelar eller projektspecifika mängduppgifter för material- och energiresurser samt från underhåll baskontrakt baserat på underhållsåtgärder. I Trafikverkets styrande riktlinje TDOK 2015:0007⁸ beskrivs när och för vilka åtgärder klimatkalkyler ska upprättas med hjälp av modellen Klimatkalkyl. Den här rapporten beskriver Klimatkalkyl version 5.0 och 6.0 och dess underlag samt klargör de förändringar som skett i dessa versioner. Syftet med Trafikverkets modell Klimatkalkyl är att på ett konsekvent och effektivt sätt kunna:

- inkludera infrastrukturens energianvändning och klimatbelastning i Trafikverkets beslutsunderlag
- arbeta med ständig förbättring vid planering och genomförande av åtgärder
- följa upp och redovisa resultat
- ställa klimatkrav i upphandling enligt TDOK 2015:0480⁹.

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 nationell plan för transportsystemet
- Beräkna utgångslägen för ställande av klimatkrav, samt användas för verifiering av uppnådda utsläppsreduktioner

⁷ Miljökonsekvensbeskrivning av förslag till Nationell plan för transportsystemet 2018-2029. Publikationsnummer 2017:167.

⁸ TDOK 2015:0007 Klimatkalkyl- infrastrukturhållningens energianvändning och klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv, gäller från 2015-04-01

⁹ TDOK 2015:0480 Klimatkrav i planläggning, byggskede, underhåll och på teknisk godkänt järnvägsmateriel, gäller från 2016-02-15

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 resultattolkning. 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 14040¹⁰. 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 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

¹⁰ 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 primärenergi¹¹) 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 Trafikverket¹². 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).

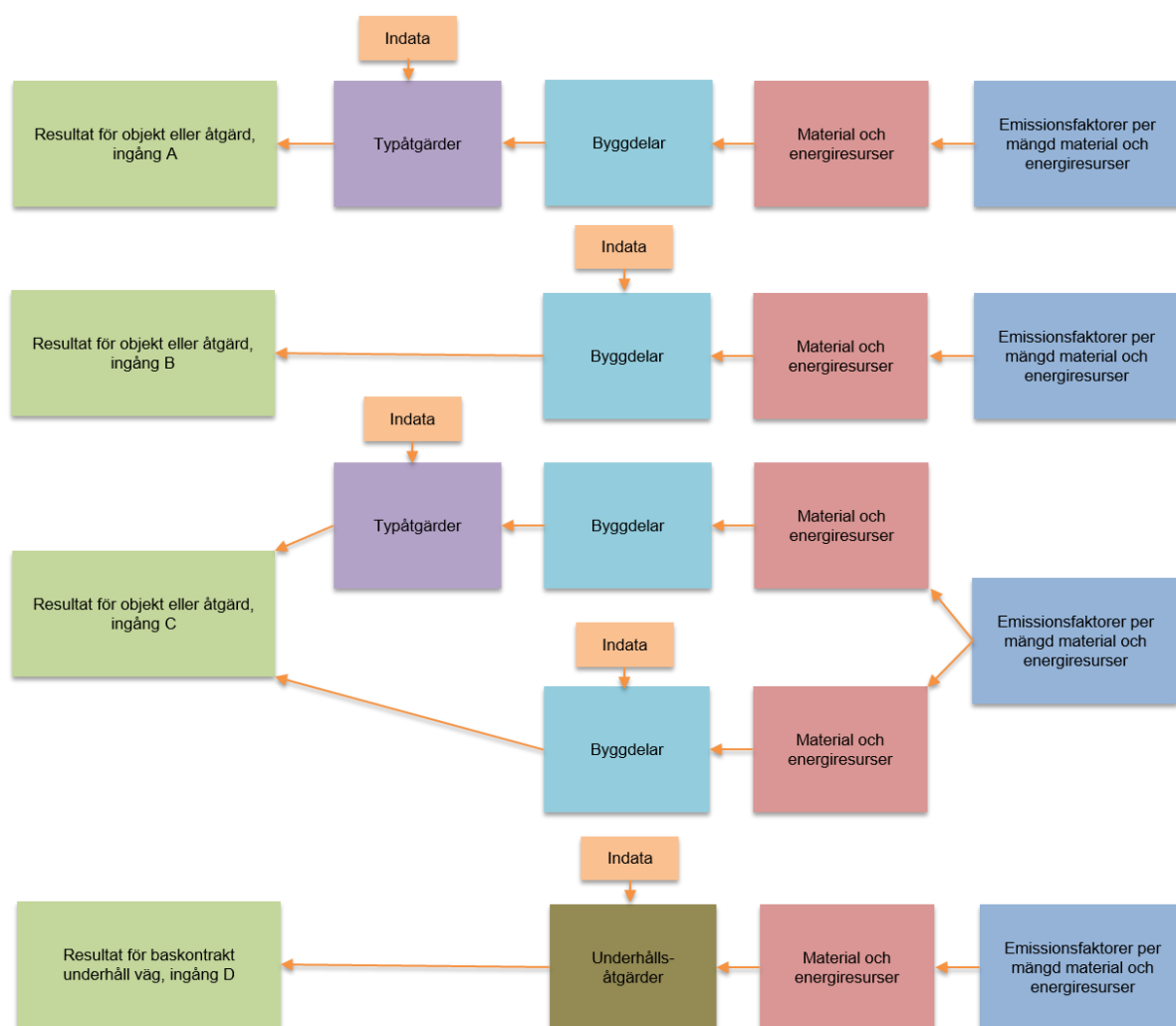
I klimatkalkylmodellen kan energianvändning och klimatbelastning från ett objekt eller en åtgärd beräknas baserat antingen på vilka typåtgärder som projektet innehåller (ingång A) eller baserat på mer detaljerad information om vilka byggdelar eller material- och energiresurser som projektet använder (ingång B). Man kan även välja en flexibel ingång (ingång C) som tillåter dataunderlag med olika detaljeringsgrad. Dessutom finns från och med Klimatkalkyl version 5.0 en ytterligare ingång D som möjliggör klimatkalkyl av baskontrakt för underhåll väg, baserat på ingående underhållsåtgärder. Med typåtgärder menas anläggningsdelar som åtgärderna är uppbyggda av, t.ex. kvadratmeter bro, kilometer tunnel, kilometer dubbelspår eller liknande. Med byggdela avses de delkomponenter som typåtgärderna omfattar. Byggdelarna omfattar i sin tur material och/eller arbetsmoment (energiresurser). Modellen innehåller resursschabloner som beskriver dels vilka byggdelar som ingår i en typåtgärd, dels vilka material- och energiresurser som ingår i respektive byggdela.

¹¹ 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

¹² Trafikverket, 2018. Effektkatalogen "Bygg om eller bygg nytt", kapitel 7 och bilaga 1. Tillgänglig på: www.trafikverket.se/effektsamband

t.ex. kubikmeter betong per kvadratmeter bro. Resursschabloner finns även för drift och underhåll för de mest betydande typåtgärder. Schabloner för drift och underhåll av byggdelar finns inte och därmed kan endast typåtgärdsschabloner utnyttjas för att inkludera drift och underhåll i ingång B och C, även om mer detaljerad information om de ingående komponenterna finns. Underhållsåtgärder som ingår i ingång D ska inte förväxlas med resursschabloner för ovanstående drift och underhåll i enskilda investeringsobjekt. Underhållsåtgärder i ingång D gäller aktiviteter för hela baskontrakt underhåll istället för enskilda objekt.

Utgångspunkten vid upprättande av en klimatkalkyl är att samma underlag ska kunna användas som det som används i de ekonomiska kalkylerna¹³. 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 och D. Emissionsfaktorer och resursschabloner används i modellen för att beräkna energianvändning och klimatbelastning per typåtgärd, byggdela och underhållsåtgärd.

¹³ Trafikverket, 2015. Kalkylblock väg och bana. TDOK 2011:183.

Genom att detta kombineras med indata om mängden typåtgärder eller byggdelar som ingår i objektet eller åtgärden, eller typåtgärder som ingår i baskontraktet, kan den totala energianvändning och klimatbelastningen beräknas. Resursschablonerna avser typ och mängd av de byggdelar som ingår i typåtgärder och av de material- och energiresurser som ingår i byggdelen och underhållsåtgärder.

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. Schabloner för drift och underhåll följer automatiskt med resursschablonerna för respektive typåtgärd.

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 resursschablonerna 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 schabloner för drift och underhåll måste läggas till separat baserat på vilka typåtgärder byggdelen uppskattas utgöra, eftersom schabloner för drift och underhåll för enskilda byggdelar inte finns.

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 resursschablonerna för typåtgärder genom att ändra mängden av ingående byggdelar. Användaren kan också justera resursschablonerna för byggdelar genom att ändra ingående material och arbetsmoment. Användaren bör i ingång C vara observant på ev risk för dubbelbokföring eftersom byggdelar kan läggas till både som ingående delar i typåtgärder och som separata byggdelar och material- och energiresurser. 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 byggdela. Schabloner för drift och underhåll följer automatiskt med resursschablonerna för tillagda typåtgärder. Dessutom behöver schabloner för drift och underhåll läggas till separat för tillagda byggdelar, baserat på vilka typåtgärder byggdelen uppskattas utgöra, eftersom schabloner för drift och underhåll av enskilda byggdelar inte finns.

Ingång D är en funktion som lagts till i version 5.0 och är inte tillgänglig i tidigare versioner. Ingången ger användaren möjlighet att upprätta en klimatkalkyl för ett baskontrakt för underhåll väg. Användaren för in indata om baskontraktet i form av mängd för ett antal fördefinierade underhållsåtgärder.

Möjligheten att modifiera resursschablonerna och emissionsfaktorerna för enskilda resurser som ingår i dessa underhållsåtgärder är i dagsläget begränsad.

3.2 Struktur för ingående typåtgärder, byggdelar och underhållsåtgärder

Strukturen för inkluderingen av typåtgärder och byggdelar i Klimatkalkyl (ingång A, B och C) bygger på Trafikverkets struktur för kalkylblock¹⁴ 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, rövning mm.
	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
	Fyllnadsmaterial, terrassering
	Geotekniska förstärkningsåtgärder
	Grönytor & plantering
	Kanalisation
	Rivning & demontering
	Räcken, stängsel
	Schakter
	Vägoöverbyggnad
6.2 Byggnad verk/ Konstbyggnad	Avvattning, ledningar, brunnar, trummor & dränering
	Avverkning, rövning mm.
	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
	Fyllnadsmaterial, terrassering
	Geotekniska förstärkningsåtgärder
	Kanalisation
	Konstruktion
	Rivning & demontering
	Räcken, stängsel
	Schakter
	Vägoöverbyggnad
6.3 Tunnel	Avvattning, ledningar, brunnar, trummor & dränering
	Avverkning, rövning mm.
	Byggnadsverk/Konstbyggnad
	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
	Fyllnadsmaterial, terrassering
	Geotekniska förstärkningsåtgärder
	Kanalisation
	Rivning & demontering
	Räcken, stängsel
	Schakter

¹⁴ Trafikverket, 2015. Kalkylblock väg och bana. TDOK 2011:183.

	Vägoöverbyggnad
6.4 Väg	Avvattning, ledningar, brunnar, trummor & dränering*
	Avverkning, rövning mm.
	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
	Fyllnadsmaterial, terrassering*
	Geotekniska förstärkningsåtgärder*
	Grönytor & plantering
	Kanalisation
	Rivning & demontering
	Räcken, stängsel*
	Schakter*
	Vägmärken, Trafiksignaler, belysning samt kabel mm
	Vägoöverbyggnad*
7.1 Ban	Energianvändning (utöver ingående i byggdelar)
	Spår
7.2 El	EL-Högsänning (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

Strukturen för ingående underhållsåtgärder i Klimatkalkyl (ingång D) utgår från de underhållsåtgärder som ingår i mängdförteckning, MIP-rapporter samt sand och saltuppföljning och som innebär användning av material och/eller energiresurser.

3.3 Underlag för beräkningar

Underlaget för beräkningarna i Klimatkalkyl 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, byggdelar och underhållsåtgärder (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 tillverkningen¹⁵. 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

¹⁵ Trafikverket, 2012. Förstudie livscykelanalys i planering och projektering. Trafikverkets publikation 2012:182.

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 effektsamband¹⁶. I underfliken ”Material och Arbetsmoment” tydliggörs vilken emissionsfaktor som i modellen har kopplats till vilken material- eller energiresurs.

Resursschablonerna för bygga av typåtgärder och byggdelar redovisas under webbapplikationens flik ”Modell”, i underflikarna ”Typåtgärder” respektive ”Byggdelar”. Resursschablonerna är baserade på underlag från tidigare anläggningskostnads kalkyler 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 vägbygga är baserade på underlag från anläggningskostnads kalkyler 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 WSP¹⁷. När det gäller resursschabloner för typåtgärder inom järnvägsbygga baseras dessa på certifierade miljövarudeklarationer, EPD:er, för Botniabanan¹⁸. EPD:erna bygger på en livscykelanalys av hela Botniabanans infrastruktur och har granskats och godkänts av tredjepart i 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 resursschabloner¹⁹.

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 av enskilda komponenter, framgår i webbapplikationens flik ”Modell”, i underfliken ”Drift och underhåll”. Hur de utvecklats beskrivs i en underlagsrapport från WSP²⁰.

Resursschabloner för drift av järnväg (växel driv, spårslipning, växel värme, värme och el till stationsbyggnader, el till EST och tunneldrift) baseras på Botniabanans EPD:er. Poster som inkluderats när det gäller löpande drift och underhåll av vägar är vinterväghållning och belägningsunderhåll. Samma underhållsåtgärder inkluderas även för vägbroar. En nyhet i Klimatkalkyl v.4.0 var att användaren gavs möjlighet att komplettera drift och underhåll med vägbelysning. Det gör användaren genom att lägga till drift- och

¹⁶ Trafikverket, 2018. Effektkatalogen ”Bygg om eller bygg nytt”, kapitel 7 och bilaga 1. Tillgänglig på: www.trafikverket.se/effektsamband

¹⁷ Uppenberget & Öman, 2013. Beräkning av transportinfrastrukturens klimatbelastning i ett livscykelperspektiv - Metodbeskrivning och resultat för bedömning av nationell transportplan 2014 – 2025 (TRV 2011/51696)

¹⁸ Botniabanan, 2010. Certifierade miljövarudeklarationer, EPD:er, för Botniabanans infrastruktur. Tillgängliga på www.environdec.com

¹⁹ Uppenberget & Öman, 2013. Revidering av modell Klimatkalkyl för infrastrukturprojekt, modellversion 2.0. (TRV 2011/51696)

²⁰ Uppenberget & Öman, 2013. Revidering av modell Klimatkalkyl för infrastrukturprojekt, modellversion 2.0. (TRV 2011/51696)

underhållsschablonen ”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 drift och underhåll. Däremot ingår för tunnlar driftsenergi för belysning, ventilation och pumpning av vatten. Schabloner för tunnelbelysning och tunneldrift baseras på VGU²¹, 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^{22,23,24}. 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 vägunderhållet²⁵. 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.

När det gäller resultaten för 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.

²¹ Trafikverket, 2012. Krav för vägars och gators utformning. Trafikverkets publikation 2012:179

²² Trafikverkets statistik över förbrukade salt- och sandmängder för varje distrikt åren 2008/09-2012/13.

²³ Vinterväderindex. Trafikverket. <http://vintervaderindex.vvi.vv.se/Index2.asp>

²⁴ Kalkylverktyg för bedömning av kostnader i baskontrakt för drift av vägar, levererat från Svevia 2013 på uppdrag av Trafikverket och VTI.

²⁵ 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.

Resursschablonerna för underhållsåtgärderna som används vid upprättande av klimatkalkyl för baskontrakt (ingång D) redovisas under webbapplikationens flik ”Modell”, i underfliken ”Underhållsåtgärder”. Resursschablonerna är baserade på en kartläggning av de mest betydande underhållsåtgärderna i baskontrakt för underhåll väg²⁶.

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 byggdelen 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 bortförsel av material är en försumbar post i jämförelse med produktion av det nya materialet.

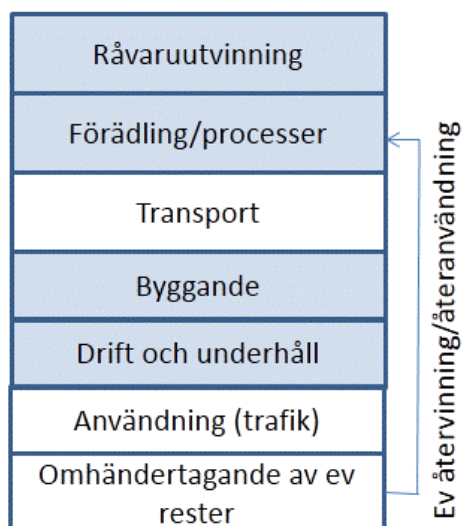
Trafikens energianvändning och emissioner vid användning av infrastrukturen ingår inte i Klimatkalkyl, utan hanteras i dagsläget enbart via andra modeller. Detta är dock något som har diskuterats eftersom de beslut som rör infrastrukturen på flera sätt påverkar den framtida trafiken. Det finns framöver 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 anläggningskostnadskalkylen 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 emissionsfaktorer som tillämpas. Transporter från produktion av komponenter och material till entreprenaden, som t.ex. betong och installationer, ingår dock generellt sett inte. Dessa transporter bedöms vanligtvis endast stå för ett litet bidrag till energianvändningen och klimatbelastningen²⁷. Asfalt och salt utgör undantag och för dessa resurser ingår även transporter till anläggningen i emissionsfaktorn. Transporterna särredovisas under rubriken teknisk representativitet (under detaljer) för att möjliggöra jämförelser med miljövarudeklarationer med snävare systemgränser. Att i framtiden kunna inkludera resursschabloner även för transporter från produktion till entreprenad ingår i utvecklingsplanerna för Klimatkalkylmodellen.

²⁶ FoI-projektet Klimatkalkyl för baskontrakt Underhåll väg, WSP. Kontaktperson Håkan Johansson, PLkvm.

²⁷ Botniabanan, 2010. Certifierade miljövarudeklarationer, EPD:er, för Botniabanans infrastruktur. Tillgängliga på www.environdec.com



Figur 2. I Klimatkalkyl 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 väg är 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, växelvärme, 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 Botniabanan²⁸, Trafikverkets LCC-arbete och Klimat- och energieffektiviseringshandlingsplaner inom Trafikverkets olika verksamhetsområden. Ett antal poster som utifrån ovanstående källor ger ett mindre bidrag till energianvändning och klimatbelastning ingår ej i modellen. Exempel på sådana poster är snöröjning på järnväg, växtbekämpning, dammbindning, besiktning, sopning, röjning av hinder etc.

Objektsrelaterat drift och underhåll ingår i nuläget i modellen endast i form av schabloner för typåtgärder och alltså inte för enskilda byggdelar.

²⁸ Botniabanan, 2010. Certifierade miljövarudeklarationer, EPD:er, för Botniabanans infrastruktur. Tillgängliga på www.environdec.com

3.5 Felkällor och osäkerheter

Osäkerheter i indata för de enskilda objekten, åtgärderna eller baskontrakten bedöms vara den största osäkerheten och största felkällan vid användning av Klimatkalkyl. I tidiga skeden är dessa osäkerheter om ett specifikt objekt oundvikliga eftersom full kännedom om hur objektet 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. Även variation inom byggdelar finns. I modellen kan användaren justera dessa parametrar genom att ange projektspecifik information. Möjligheterna att modifiera resursschablonerna som gäller underhållsåtgärder i baskontrakt är i dagsläget begränsad och planeras att utvidgas på sikt.

Emissionsfaktorerna bedöms överlag vara representativa för normala resurser för svenska förhållanden men även där kan variationen vara stor. Målsättningen är att emissionsfaktorerna ska utgöra ett konservativt representativt genomsnitt av utsläpp verifierade med tredjepartscertifierade miljövarudeklarationer (EPD:er). Känsligheten för emissionsfaktorerna i resultaten från Klimatkalkyl är stor. En förändring av emissionsfaktorn får stort genomslag på resultatet. Några av emissionsfaktorerna har något lägre precision än de andra, exempelvis handlar det om bitumen, 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 och sommaren 2016 gjordes genomgångar och uppdateringar av emissionsfaktorerna²⁹. Dock kvarstår vissa osäkerheter, framför allt gäller detta tillämpningen av systemgränser i de olika underlag som använts. En ny översyn planeras, bland annat med avseende på att säkerställa överensstämmelse med Europeisk standard³⁰.

²⁹ Trafikverket, 2018. Effektkatalogen "Bygg om eller bygg nytt", kapitel 7 och bilaga 1.

Tillgänglig på: www.trafikverket.se/effektsamband

³⁰ 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 Utveckling av Klimatkalkylmodellen

När Klimatkalkyl utvecklades var förutsättningen att den skulle kunna svara mot behovet att kunna beräkna transportinfrastrukturens energianvändning och klimatbelastning ur ett livscykelperspektiv genom planering, genomförande och uppföljning av projekt. Den behövde därför kunna tillämpas såväl för en nationell plan för transportsystemet som för olika skeden i planläggningsprocessen för enskilda objekt eller åtgärder. Den första versionen av Klimatkalkylmodellen, Klimatkalkyl version 1.0, fanns tillgänglig i ett excelbaserat verktyg som i första hand utvecklats för att kunna bedöma klimatbelastning från förslaget till nationell plan för transportsystemet 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 i de fall information fanns tillgänglig kunde vissa betydande poster modifieras i de redan befintliga resursschablonerna för olika typåtgärder. I Klimatkalkyl version 3.0 förbättrades modellen och 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. Under 2015 och 2016 genomfördes ett utvecklingsarbete för att ersätta det tidigare excel-formatet för modellen med en webbapplikation. Det var i linje med Trafikverkets IT-policy och det var en nödvändig utveckling för att möta krav på modellen i form av effektiv informationshantering (spårbarhet, tillgänglighet och minskad sårbarhet), användarvänlighet/användarstöd, samt funktionalitet i climateffektiviseringsarbetet. Det utvecklingsarbetet ledde fram till att Klimatkalkylmodellen version 4.0 lanserades den 1 april 2016 i form av en webbapplikation. I samband med utvecklingen gjordes en del strukturförändringar, tillägg och mindre korrigeringar av resursschabloner. Övergången till webbapplikation var en förutsättning för fortsatt utveckling. Utvecklingen av Klimatkalkyl version 5.0 och 6.0 utgick till stor del ifrån de behov som uppstått i och med Trafikverkets pågående utveckling för att ställa klimatkrav i upphandlingar av konsulter och entreprenörer (TDOK 2015:0480)³¹. De revideringar som genomfördes byggde också på användarsynpunkter som samlades in, dels i projekt där modellen användes, dels i Trafikverkets arbetsgrupp för Klimatkalkyl där verksamhetsområde Investering, Stora Projekt, Underhåll, Inköp och Logistik samt representanter från Nationell Planering och Planering regionalt ingår.

³¹ TDOK 2015:0480 Klimatkrav i planläggning, byggskede, underhåll och på teknisk godkänt järnvägsmateriel, gäller från 2016-02-15

4.2 Klimatkalkyl version 5.0

Följande förbättringar genomfördes i samband med utveckling av modellversion 5.0 och driftsattes i april 2017:

- **Gränssnitt och texter:** Version 5.0 anpassades till Trafikverkets grafiska profil. Samtidigt sågs alla instruerande texter över för ökad tydlighet. Ett utkast till mappträdsstruktur skapades i likhet med en vanlig utforskarvy, vilken på sikt kommer att förbättra användarvänligheten och möjliggöra vidare utveckling av efterfrågade funktioner. Förändringen påverkar inte modellens beräkningar, och gäller oavsett modellversion.
- **Förbättrad administration och förvaltning:** En ny flik skapades där avancerade användare har tillgång till samtliga klimatkalkyler i systemet, vilket underlättar support och större sammanställningar. IT-miljön försågs också med en automatisk testfunktion vilket underlättar utvecklingsarbetet. Möjligheten att hantera olika modellversioner på ett effektivt sätt skapades. Förändringen påverkar inte modellens beräkningar, och gäller oavsett modellversion.
- **Uppdaterade emissionsfaktorer:** Emissionsfaktorerna ändrades i enlighet med de justeringar och kompletteringar av effektsamband som beslutades 1 okt 2016.
- **Utökad funktion för att kunna inkludera drift och underhåll i klimatkalkyler av investeringsobjekt i sena planeringsskeden (ingång B och C):** Användaren gavs möjlighet att lägga till drift- och underhållsschabloner för typåtgärder i de fall kalkylen bygger på ingående byggdelar, material och bränslen för vilka framtida drift och underhåll ej kan definieras. Typåtgärder med tillhörande schabloner för drift och underhåll läggs då till i ett nytt steg i guiden, och särredovisas sedan i resultatpresentationen.
- **Klimatkalkyl för underhåll baskontrakt väg:** Nya underhållsåtgärder kopplade till baskontrakt väg har lades till i modellen. Klimatkalkyler för baskontrakt väg upprättas i en ny ingång (D) med tillhörande guide och mapptyp.

Den nya funktionen för att kunna upprätta klimatkalkyler för baskontrakt underhåll väg följer samma beräkningsmetodik som för klimatkalkyler i investeringsobjekt. En ny användaringång, ingång D, lades till, där användaren behöver fylla vilka mängder av olika underhållsåtgärder som ingår i baskontraktet. Varje underhållsåtgärd har en på förhand definierad användning av resurser i form av bränslen och material. Dessa mängder redovisas tillsammans med källa för antaganden under Klimatkalkylmodellens flik "Modell", under fliken "Underhållsåtgärder". Användaren har i nuläget begränsade möjligheter att modifiera de fördefinierade resursmängderna inom respektive underhållsåtgärd, här finns ytterligare utvecklingsmöjligheter.

Den nya funktionen för klimatkalkyl baskontrakt underhåll väg innebar att de betydande underhållsåtgärderna behövde identifieras och att resursschabloner för dessa behövde tas fram. Det skedde inom det parallella FoI-projektet "Klimatkalkyl för baskontrakt Underhåll väg". I det projektet kartlades vilka

aktiviteter i baskontrakt som bidrar mest till klimatbelastningen, och nödvändiga underlag för att beräkna klimatbelastningen identifierades. Ett urval av baskontrakt gjordes med syfte att uppnå representativitet utifrån distrikt, involverade entreprenörer samt förutsättningar i form av vinterförhållanden, fördelning mellan vägtyper etc. De kontrakten analyserades med avseende på underlag och betydande aktiviteter. Den årliga klimatbelastningen för ett antal baskontrakt beräknades sedan. Därefter gavs förslag på struktur för hur beräkningen skulle ingå i Klimatkalkylmodellen, samt förslag på standardvärden för ingående resurser. Strukturen och ingående antaganden (tabell 2) förankrades med projektledare för underhåll väg samt nationell samordnare baskontrakt.

Tabell 2. Antaganden som använts för att skapa resursschablonerna för underhållsåtgärder i Klimatkalkylmodellen, ingång D.

Antagande	Mängd	Enhet
Andel salt i "Mekaniskt halkbekämpningsmaterial, med saltblandning"	5	%
Mängd plogskär per år	10	ton
TMA-schablon snabellagare (antal fordon per åtgärd)	1	st
TMA-schablon lagning med massa (antal fordon per åtgärd)	1	st
Försegling, bitumen	1,6	kg/m ²
Försegling, grus	1,5	cm/m ²
TMA-schablon försegling (antal fordon per åtgärd)	1	st
Kantskärning, schaktarea	0,15	m ²
TMA-schablon kantskärning	0,02	h/m ³
TMA-schablon dikesrensning	0,02	h/m ³
Salt vid dammbindning	0,7	ton/km
Rep av ställineräcke	5	st/h
Rep av balkräcke	9	m/h
TMA-schablon rep räcke (antal fordon per åtgärd)	1	st
TMA-schablon rep räcke, vänster sida (antal fordon per åtgärd)	3	st
Andel salt i Mekaniskt halkbekämpningsmaterial, med saltblandning	3	%
Transportavstånd från täkt för underhållsgrusning	10	km
Vikt per linräckestolpe	7,45	kg

Arbetet innebär att grunden är lagd för fortsatt arbete med kravställning för minskade klimatgasutsläpp för underhållsverksamheten. På sikt förväntas upprättade klimatkalkyler kunna användas för att förbättra resursschablonerna i Klimatkalkylmodellen, inte bara resursschablonerna för baskontrakt underhåll utan även för drift och underhåll i enskilda objekt.

4.3 Klimatkalkyl version 6.0

Redan under 2017 genomfördes några förbättringar av modellens användargränssnitt, som inte medförde några förändringar i beräkningarna. Mappstrukturen som togs fram redan i modellversion 5.0 vidareutvecklades och driftsattes i oktober 2017. Det gjorde det möjligt för alla användare att under fliken "Klimatkalkyler" se egna, utdelade och tilldelade kalkylmappar, samt även övriga kalkylmappar i systemet men med begränsad information (inga resultat). En sökfunktion för att söka efter klimatkalkyler i systemet med hjälp av fritext eller med "avancerade alternativ" som objektnummer med mera ingick också i den nya strukturen, samt nya funktioner för att flytta eller kopiera klimatkalkyler. En sammanställningsrapport med möjlighet att sammanställa upp till 50 klimatkalkyler lades samtidigt till.

I juni 2017 driftsattes också en funktion som gör det möjligt att från den öppna modellversionen exportera klimatkalkyler till en fil som kan sparas ner på den egna datorn, med syfte att underlätta för externa användare utan användarkonto och behörighet.

Följande förbättringar genomfördes i samband med utveckling av modellversion 6.0 och driftsattes i april 2018:

- **Rättning av två schabloner:** I version 6.0 korrigerades drift- och underhållsschablonerna för stationsbyggnader och 6,5 meters breda tvåfältsvägar³².
- **Tillägg av två nya byggdelar:** I version 6.0 lades två nya byggdelar till, rörbro (5 mm plåt och med spännvidd 4,6m) och stödmur (av typen L-stöd, innehållande betong och armering). Underlaget togs fram av Tyrens, baserat på erfarenhetsvärden³³.
- **Mindre förbättringsåtgärder som ökar användarvänligheten men inte påverkar modellens beräkningar:** Möjligheten att i en kalkyl lägga till flera typåtgärder eller byggdelar av samma slag, samt att namnge dessa, skapades. Rapporternas utseende justerades och de anpassades till olika användningsområden. Sökningen av typåtgärder vid upprättande av en klimatkalkyl utvidgades till att omfatta även metadata. Dessutom sågs informationstexter, knappar och möjligheten att lämna kommentarer över och förbättrades eller förtydligades. Förändringarna påverkar inte modellens beräkningar, och gäller oavsett modellversion.

³² Tyrens 2018. Rättnings-PM 2018-02-08 (TRV 2018/30168)

³³ Tyrens 2018. Nya schabloner Klimatkalkyl 2018-04-03 (TRV 2018/30122)

- **Förändring av behörighetsnivåer:** De behörighetsnivåer som finns för Klimatkalkylmodellen är "user", "super-user" och "adm". För behörighetsnivån "super-user" begränsades möjligheten till skrivrättigheter i andras kalkyler. Det ger möjlighet att öppna upp för fler "super-users" i systemet och därmed ökad insyn för de användare som behöver. Förändringen påverkar inte modellens beräkningar och gäller oavsett modellversion.

5. Användning av Klimatkalkyl

5.1 Tillgänglighet

Klimatkalkylmodellen finns tillgänglig i form av 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. Kalkyler som upprättats i den öppna versionen kan dock exporteras till en fil som sparas ner på den egna datorn. Filen kan sedan skickas, öppnas igen och bearbetas vidare, eller importeras i den fullständiga modellversionen och sparas i Trafikverkets system. För att exportera en klimatkalkyl till fil används knappen "Exportera kalkyl" längst ner till höger i en öppen klimatkalkyl. Kalkylen sparas ner tillsammans med den mapp den ligger i. För att importera en ikalkyl används knappen "importera kalkyl" direkt under fliken "Mina kalkyler".

För användare som har Trafikverksdator söks behörighet till Klimatkalkyl (user eller super-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.

5.2 Upprätta en klimatkalkyl

Alla klimatkalkyler som skapas i klimatkalkylmodellen placeras och sparas i en så kallad kalkylmapp som tillhör ett specifikt investeringsobjekt (kan även vara en åtgärd eller en ÅVS, som sedan blir ett objekt eller en åtgärd) eller ett specifikt baskontrakt. 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. Detta gäller dem med behörighetsnivån "user", de med behörighetsnivå "super-user" eller "adm" kan se alla kalkyler och mappar i systemet. 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 går användaren igenom ett antal steg, som är utformade för att underlätta och minska risken att göra fel. Inledningsvis väljs användaringång. För investeringsobjekt finns tre olika användaringångar, A, B och C. Vilken som är lämplig avgörs utifrån typ av tillgänglig 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. Om drift och underhåll ska kunna läggas till i ingång B måste användaren också göra ett antagande om vilka typåtgärder som byggdelarna utgör. 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 drift och underhåll för tillagda byggdelar måste adderas och att resultatet annars endast omfattar drift och underhåll för ingående typåtgärder. 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 en giltig tredjepartsgranskad miljövarudeklaration enligt europeisk standard³⁴ eller motsvarande. En kommentar med hänvisning till källa ska göras.

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 sparad och 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, och ev även skede, uppdateras så att det är tydligt vad den nya kalkylen avser.

Vid upprättandet av en klimatkalkyl behöver också modellversion anges. När en klimatkalkyl upprättats går det inte att i efterhand byta till en annan modellversion.

³⁴ EN 15804, Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products.

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, schabloner för underhållsåtgärder i baskontrakt, samt uppbyggd struktur för typåtgärder och byggdelar 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, per byggdel eller per underhållsåtgärd får dessa dock användas utan några sådana restriktioner.

5.4 Resultatpresentation och tolkning

Resultaten av en klimatkalkyl presenteras på den översta raden i en öppnad kalkyl. För ingång A, B och C redovisas resultat 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 resultattabellen. 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 och C är resultatet uppdelat per kategori. I det högra diagrammet redovisas 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).

För ingång D redovisas resultat enbart i form av utsläpp respektive energianvändning totalt per baskontrakt och år. Ett resultatdiagram presenteras

där resultatet för de fem mest betydande underhållsåtgärderna redovisas separat medan resterande benämns som "Övrigt".

Indata och resultat för en klimatkalkyl kan också presenteras i en rapport som kan sparas eller skrivas ut. Rapporterna görs i Excel eller PDF och innehåller ett urval av informationen i kalkylen beroende på användningsområde. De rapporttyper som finns tillgängliga för en enskild kalkyl är "Utgångsläge klimatkrav", "Underlag klimatkrav", "Bilaga SEB" samt "All information inklusive figurer". De skapas via knappen "Rapporter" längst ner i en öppen kalkyl. Dessutom finns ytterligare två rapporttyper "Jämförelse av två kalkyler" och "Sammanställning". De avser mer än en kalkyl och skapas därför i mappträdet. Kalkylerna som ska omfattas markeras och sedan nås rapporttyperna via knappen "Hantera".

5.5 Offentliggörande av resultat

I Trafikverkets styrande riktlinje TDOK 2015:0007 beskrivs hur Klimatkalkyl ska ingå som ett underlag i samlade effektbedömningar (SEB) av större nyinvesteringar³⁵. Klimatkalkylens sammanräknade resultat ska sedan 1 april 2015 redovisas i den samlade effektbedömningens kapitel 4 (transportpolitisk målanalys) och hela kalkylen, inklusive indata, ska ligga som en bilaga till den samlade effektbedömningen. De samlade effektbedömningarna redovisas öppet³⁶ och dess underlag, inklusive Klimatkalkylerna, är offentliga handlingar.

Klimatkalkylmodellen understödjer också ställandet av klimatkrav i upphandling av projekt med beräknad kostnad från 50 miljoner kronor och uppåt. Kraven styrs av Trafikverkets styrande riktlinje TDOK 2016:0480 (Klimatkrav i planläggning, byggskede, underhåll och på teknisk godkänt järnvägsmateriel)³⁷. Klimatkalkylmodellen används för beräkning av det utgångsläge, från vilket ett reduktionskrav ställs med avseende på utsläpp av växthusgaser i större investeringsobjekt. Vid upphandlingen anges utgångsläget i antal ton och reduktionskravet i procent i förhållande till detta. I slutet av 2016 beslutades att indata till klimatkalkylen ska finnas tillgängligt för anbudsgivare i form av "översiktlig information om objektet", något som formaliserades i och med uppdatering av malltexter under början av 2017. Klimatkalkylen ska ses som Trafikverkets erfarenhetsbaserade uppskattning av utsläpp från projektet och indata ska inte tolkas som en anvisning om hur projektet ska genomföras. Klimatkalkylmodellen används också för att upprätta den klimatdeklaration som används för att verifiera att reduktionskraven uppnåtts och som underlag för en eventuell bonus. Förutsättningarna för bonus anges i samband med upphandlingen.

³⁵ TDOK 2015:0007 Klimatkalkyl- infrastrukturhållningens energianvändning och klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv, gäller från 2015-04-01

³⁶ <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planer-och-beslutsunderlag/Samhallsekoniskt-beslutsunderlag/>

³⁷ TDOK 2015:0480 Klimatkrav i planläggning, byggskede, underhåll och på teknisk godkänt järnvägsmateriel, gäller från 2016-02-15

6. Framtida utveckling

I det korta perspektivet planeras en del förbättringsarbete inom ramen för förvaltningen av verktyget. Det handlar framför allt om ökad användarvänlighet, tex genom förbättringar av de olika rapporttyperna, tydligare angivelse av källa och beräkningar samt användarstöd i form av metadata för byggdelar. På längre sikt finns en rad möjliga utvecklingsåtgärder. Det som i nuläget identifierats som viktigast omfattar:

- Översyn av resursschabloner - 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.
- Översyn av emissionsfaktorer med avseende på representativitet och överensstämmelse med internationell standard.
- Tydligare koppling till internationell standard för EPD, samt till produktspecifika regler (PCR) för miljövarubedömning av vägar³⁸ och järnvägar³⁹.
- Definiera ett gränssnitt gentemot andra befintliga modeller och kalkylverktyg som kompletterar Klimatkalkyl (exempelvis Geokalkyl, EKA samt modeller för beräkning av trafikens utsläpp)
- Systemutvidgning (framför allt map transporter av material mellan produktion och anläggning men även med avseende på effekter vid exploatering av organogen mark)
- 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

³⁸ PCR 2013:20 Highways (except elevated highways), streets and roads (Version 2.0)

³⁹ PCR 2013:19 Railways (Version 2.0)

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 i klimatkravsarbetet⁴⁰.

⁴⁰ TDOK 2015:0480 Klimatkrav i planläggning, byggskede, underhåll och på teknisk godkänt järnvägsmateriel

7. Ordlista

Tabell 3. Begrepp som används i Klimatkalkyl.

Begrepp	Beskrivning
Arbetsmoment	Arbetsmoment är tillsammans med material den minsta beståndsdelen 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 beståndsdelen 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 planlägningsprocessen 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.
Underhållsåtgärd	De övergripande komponenter som ett baskontrakt för underhåll är uppbyggt av.



TRAFIKVERKET

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

www.trafikverket.se