

Bilaga A Skeden, underlag och beslut som styr klimatprestanda

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
Åtgärdsvalsstudie	Trafikverket går, tillsammans med berörda intressenter, igenom problem och behov samt möjliga lösningar. Studien ska göras enligt fyrstegsprincipen. Om studien resulterar i att problemen bör lösas genom nybyggande eller väsentlig ombyggnad, ska planlägningsprocessen genomföras. Skedet ingår inte i Lagen om byggande av järnväg/Väglagen.	En första, mycket grov skattning av investeringskostnaden (Grov kostnadsindikation, GKI) som underlag om beslut om eventuellt fortsatt utredning. Kalkylen baseras på referensobjekt eller mycket grova nyckeltal.	Klimatkalkyl ska initialt upprättas i åtgärdsvalsstudien när steg tre- eller steg fyraåtgärder ≥ 50 miljoner kronor diskuteras som alternativ. Underlaget till klimatkalkylen baseras på underlaget till Grov kostnadsindikation (GKI). Klimatkalkylen ska, som en del av SEB:en (redovisas i kapitel 4), ingå i beslutsunderlaget för beslut om genomförandet av steg tre- eller fyraåtgärd. Om åtgärdsvalsstudien resulterar i beslut om steg tre- eller steg fyraåtgärd på ≥ 50 miljoner kr ska en klimatkalkyl överlämnas i samband med åtgärdsbeskrivning och beställning av planläggning som en del av SEB:en och de kalkyler som utgör underlag till denna.	1	Ingår ej i konsekvensanalys	Ingår ej i konsekvensanalys

¹ Enligt nivåer 1 – 3 i Trafikverkets mallar för kostnadskalkyler, samt enligt Trafikverkets klimatkalkylmodell

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
Samrådsunderlag	Är det första formaliserade skedet i Väglagen/ Lagen om byggande av järnväg. Underlag samlas in och funktionsanalyser genomförs. Syftar till att belysa alla tänkbara alternativ för den nya anläggningen samt utgöra underlag för Länsstyrelsen beslut om betydande miljöpåverkan.	Grova kalkyler baserade på relativt få och grova mängduppskattningar och nyckeltal. Kalkylernas syfte är att belysa skillnader i investeringskostnad mellan de olika lokaliseringalternativen.	Klimatkalkyl uppdateras ev baserat på underlag från reviderade kostnadskalkyler. Resultatet från klimatkalkylen ska redovisas i den reviderade SEB:ens kapitel fyra och utgör en del av samrådsunderlaget inför beslut om betydande miljöpåverkan. Ingen projektering med möjligheter till förbättringsåtgärder	1	Klimatkalkyl inarbetas i SEB	Projektledare, Inv.
Samrådshandling inför val av lokaliseringalternativ	Efter samrådsunderlaget tas, i typfall fyra och fem, en samrådshandling fram som visar på olika lokaliserings-, sträcknings-, standards- och utformningsalternativ. Samrådshandlingen ska omfatta de uppgifter som behövs för en samlad bedömning av de studerade alternativens bidrag till miljö kvalitetsmålen.	Kalkylerna baseras på grova mängduppskattningar och nyckeltal. Detaljeringsgraden på mängderna ska motsvara den faktiska kunskap som finns. Syftet med kalkylerna är att ligga till grund för slutligt val av alternativ.	Klimatkalkylen från samrådsunderlaget ska uppdateras med avseende på det nya ekonomiska underlaget för de olika alternativen. Klimatkalkylen kan i detta skede utgöra ett verktyg för att analysera hur olika val och lösningar påverkar investeringsåtgärdens klimatprestanda. Resultatet från klimatkalkylen ska redovisas i den reviderade SEB:ens kapitel fyra och utgör en del av samrådshandlingen inför val av alternativ.	1-2	Krav på klimatkalkyl och – effektivisering ställs i UB-mall (uppdragsbeskrivning) på liknande sätt som för LCC och går ut i FU för lokaliseringsutredning till konsult. Förutsättningar för klimatkalkyl och – effektivisering inarbetas ev. i FU baserat på beslut från tidigare skede. Uppdragskontrakt, UK, tecknas med konsult. Förutsätt-	Förvaltning av UB-mallar ligger på Teknik och miljö, Investering, i samråd med IL, Varor och tjänster IL, Varor och tjänster, Projektledare, Inv

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
	Syftet med aktiviteten är att Trafikverket ska välja ett alternativ för genomförande samt påbörja arbetet med MKB.		<p>Lokaliseringsutredning genomförs av konsult. Framtagen kostnadskalkyl för respektive alternativ används som underlag för upprättande av klimatkalkyler.</p> <p>Lokalisering påverkar bl a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Massbalanser • Sammansättning av anläggningdelar • Grundförstärkningsbehov 		<p>ningar för genomförande och uppföljning av klimatkrav specas ytterligare vid startmöte.</p> <p>Vid projekteringsarbetet tas klimatkalkyl löpande fram för de olika förslag som behandlas och utvecklas. Presenteras jämte kostnader, tekniska aspekter etc. som underlag för val i projekteringsprocessen. Stäms av som punkt på projekteringsmöten.</p> <p>Lokaliseringsutredning tas fram som underlag till beslut om lokaliseringsalternativ. Resultatet från klimatkalkyl för varje alternativ ska redovisas i SEB:ens kapitel fyra</p> <p>Utvärdering av beslutsunderlag för alternativ (SEB), uppföljning av krav på klimat-</p>	<p>Konsult Projekteringsledare, Inv</p> <p>Konsult</p> <p>Projektledare, Inv Miljöspecialist, Inv</p>

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
					<p>kalkyl och -effektivisering</p> <p>Beslut om val av alternativ</p> <p>Uppföljning och rapportering av vad beslut innebär i klimathänseende i relation till mål och krav</p> <p>Identifiering av vad som ska föras vidare till nästa skede.</p>	<p>Regionchef VO Planering</p> <p>Projektledare, Inv Miljöspecialist, Inv</p> <p>Projektledare, Inv Miljöspecialist, Inv</p>
Samrådshandling inför granskning– utformning av planalternativ	Syftet med aktiviteten är att ta fram underlag för kungörelse och Länsstyrelsens yttrande över det slutliga planförslaget inkl MKB samt genomföra tillåtlighetsprövning enligt miljöbalken (planläggningstyp 5).	I detta skede bör relativt detaljerade mängdbeskrivningar finnas tillgängliga, vilket möjliggör detaljerade kalkyler. Syftet med kalkylen är att beräkna totalkostnaden för det slutliga alternativet. Kalkylen ligger ofta till grund för beslut om byggande (TGO).	Inför granskningshandlingen sker en tredje kvalitetssäkring av anläggningskostnadskalkylen genom osäkerhetsanalys enligt successivprincipen. Klimatkalkylen ska uppdateras med avseende på det nya ekonomiska underlaget. Resultatet från klimatkalkylen ska redovisas i den reviderade SEB:ens kapitel fyra och utgöra en del av granskningshandlingen inför fastställande.	2-3	Krav på klimatkalkyl och –effektivisering ställs i UB-mall (uppdragsbeskrivning) på liknande sätt som för LCC och går ut i FU för plan/systemhandling till konsult. Förutsättningar för klimatkalkyl och –effektivisering inarbetas ev. i FU baserat på beslut från tidigare skede.	Förvaltning av UB-mallar ligger på Teknik och miljö, Investering, i samråd med IL, Varor och tjänster

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
			<p>Klimatkalkylen är relativt detaljerad och fastställer utgångsläge för planläggningsskedet.</p> <p>Planförslag och systemhandling tas fram av konsult. Planens utformning påverkar bl a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Massbalanser • Grundförstärkningsbehov • Bro- och tunnellängder • Val av tekniska lösningar 		<p>Uppdragskontrakt, UK, tecknas med konsult. Förutsättningar för genomförande och uppföljning av klimatkrav specas ytterligare vid startmöte.</p> <p>Vid projekteringsarbetet tas klimatkalkyl löpande fram för de olika förslag som behandlas och utvecklas. Presenteras jämte kostnader, tekniska aspekter etc. som underlag för val i projekteringsprocessen. Stäms av som punkt på projekteringsmöten.</p> <p>Granskningshandling för plan tas fram. Resultatet från klimatkalkyl för valt alternativ ska redovisas i SEB:ens kapitel fyra</p> <p>Uppföljning av krav på klimatkalkyl och –effektivisering. Rapportering av vad gransk-</p>	<p>IL, Varor och tjänster, Projektledare, Inv</p> <p>Konsult Projekteringsledare, Inv</p> <p>Konsult</p> <p>Projektledare, Inv Miljöspecialist, Inv</p>

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
					ningshandlingens klimatkalkyl innebär i relation till mål och krav Identifiering av vad som ska föras vidare till nästa skede.	Projektledare, Inv Miljöspecialist, Inv
Granskningshandling	Syftet med aktiviteten är att kunngöra planförslaget och möjliggöra granskning.	I den mån kalkyler tas fram, har den samma funktion som ovan. Revidering av kostnadskalkyl sker i de fall synpunkter från granskningen inkommer som medför revidering av totalkostnad.	I de fall synpunkter från granskningen inkommer som medför revidering av totalkostnad ska även klimatkalkylen uppdateras med avseende på genomförda revideringar.	2-3	Ev revidering av klimatkalkyl och uppdatering av SEB emligt ovan.	Konsult Projektledare, Inv Miljöspecialist, Inv Enligt ovan
Fastställelsehandling	Syftet med aktiviteten är att kvalitetssäkra planen inför fastställelseprövning av TRV och erhålla lagakraftvunnen väg-/ järnvägsplan. Anläggningens läge i höjd- och sidled samt tekniska systemval är fastställd.	I den mån kalkyler tas fram, har den samma funktion som ovan.	Genom fastställelsehandlingen fastställer CF Juridik och Planprövning förutsättningar för investeringsåtgärdens genomförande och totalkostnad utifrån granskningshandlingen. Som en del av SEB:en utgör klimatkalkylen en del av underlaget till fastställelsehandlingen. Klimatkalkylen i fastställd plan ska ingå i åtgärdsbeskrivningen vid beställning av byggskede från VO Planering till VO Investering och VO	-	SEB utgör en del av fastställelsehandlingen	Fastställeriet

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
			Stora projekt. Ingen projektering med möjligheter till förbättringsåtgärder			
Bygghandling	Anläggningen detaljprojekteras och förfrågningsunderlag tas fram, i enlighet med vald entreprenadform.	I detta skede nyttjas kalkyler som underlag för upphandlingsprocessen, som underlag för val av tekniska lösningar samt som underlag till prognoser och övrig styrning.	Framtagen mängdförteckning används som underlag för att upprättande av klimatkalkyl. Klimatkalkylen är strukturerad enligt AMA-koder och fastställer utgångsläge för bygghandlingsskedet. Klimatkalkylen används som underlag för val av tekniska lösningar samt som underlag till mål och styrning. Mer detaljerade analyser kan göras för enskilda objekt inom entreprenad utifrån prioriterade områden för förbättringsåtgärder. Bygghandling tas fram av konsult, antingen beställd av Trafikverket inom ramen för utförandeentreprenad, eller beställd av Entreprenör inom ramen för totalentreprenad. Bygghandlingens	3-4	Utförandeentreprenad: Krav på klimatkalkyl och –effektivisering ställs i UB-mall (uppdagsbeskrivning) på liknande sätt som för LCC och går ut i FU för framtagande av förfrågningsunderlag för utförandeentreprenad till konsult. Förutsättningar för klimatkalkyl och –effektivisering inarbetas ev. i FU baserat på beslut från tidigare skede. Uppdragskontrakt, UK, tecknas med konsult. Förutsättningar för genomförande och uppföljning av klimatkrav	Förvaltning av UB-mallar ligger på Teknik och miljö, Investering, i samråd med IL, Varor och tjänster IL, Varor och tjänster Projektledare, Inv.

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
			<p>utformning påverkar bl a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundförstärkningsbehov • Val av tekniska lösningar • Materialval 		<p>specas ytterligare vid startmöte.</p> <p>Klimatkalkyl för utgångsläge definieras. Kan utgöras av klimatkalkyl från systemhandling/plan eller av reviderad klimatkalkyl som konsult tar fram.</p> <p>Åtgärder för klimat- och energieffektiviseringar identifieras och prioriteras i gemensam workshop med beställare och konsult.</p> <p>Vid projekteringsarbetet tas klimatkalkyl löpande fram för de olika förslag som behandlas och utvecklas. Presenteras jämte kostnader, tekniska aspekter etc. som underlag för val i projekteringsprocessen. Stäms av som punkt på projekteringsmöten.</p>	<p>Konsult Projekteringsledare, Inv</p> <p>Konsult Projekteringsledare, Inv</p> <p>Konsult Projekteringsledare, Inv</p>

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
					<p>Bygghandling levereras och godkänns.</p> <p>FU för utförandeentreprenad tas fram. Relevanta krav på klimat- och energieffektivisering baserat på genomförd klimatkalkyl och prioritering av effektiviseringsåtgärder inarbetas i FU.</p> <p>FU för utförandeentreprenad granskas och godkänns</p> <p>Uppföljning av krav på klimatkalkyl och –effektivisering. Rapportering av vad bygghandlingens klimatkalkyl innebär i relation till mål och krav.</p>	<p>Konsult Projekteringsledare, Inv</p> <p>Konsult</p> <p>Projektledare, Inv. IL, Varor och tjänster</p> <p>Projektledare, Inv Miljöspecialist, Inv</p>

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
					<p>Totalentreprenad:</p> <p>Krav på klimatkalkyl och –effektivisering ställs i UB-mall (uppdragsbeskrivning) på liknande sätt som för LCC och går ut i FU för framtagande av förfrågningsunderlag för totalentreprenad till konsult. Förutsättningar för klimatkalkyl och –effektivisering inarbetas ev. i FU baserat på beslut från tidigare skede.</p> <p>Uppdragskontrakt, UK, tecknas med konsult. Förutsättningar för genomförande och uppföljning av klimatkrav specas ytterligare vid startmöte.</p> <p>FU för totalentreprenad tas fram baserat på systemhandling/plan. Krav på att entreprenör ska upprätta klimatkalkyl och arbeta med klimat-</p>	<p>Förvaltning av UB-mallar ligger på Teknik och miljö, Investering, i samråd med IL, Varor och tjänster</p> <p>IL, Varor och tjänster</p> <p>Projektledare, Inv.</p> <p>Konsult</p>

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
					<p>och energieffektiviseringar, samt mål för dessa inarbetas i FU.</p> <p>FU för totalentreprenad granskas och godkänns</p> <p>Totalentreprenad upphandlas baserat på framtaget FU.</p> <p>Entreprenadkontrakt, EK, för totalentreprenad tecknas med entreprenör. Förutsättningar för genomförande och uppföljning av klimatkrav specas ytterligare vid startmöte.</p> <p>Klimatkalkyl för utgångsläges tas fram av entreprenör baserat på underlag till anbud inledningsvis.</p> <p>Åtgärder för klimat- och energieffektiviseringar identifieras och prioriteras i gemensam</p>	<p>Projektleddare, Inv IL, Varor och tjänster</p> <p>IL, Varor och tjänster</p> <p>IL, Varor och tjänster</p> <p>Projektleddare, Inv.</p> <p>Entreprenör/konsult</p> <p>Entreprenör/konsult</p> <p>Projektleddare, Inv.</p>

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
					<p>workshop med beställare, entreprenör och dess konsult.</p> <p>Vid detaljprojekteringsarbetet tas klimatkalkyl löpande fram för de olika förslag som behandlas och utvecklas. Presenteras jämte kostnader, tekniska aspekter etc. som underlag för val i projekteringsprocessen. Stäms av som punkt på projekteringsmöten.</p> <p>Bygghandling fastställs av entreprenör (i samråd med beställare?)</p>	<p>Entreprenör/konsult Projekteringsledare, Inv.</p> <p>Entreprenör</p>
Materialinköp	Trafikverkets gemensamma inköp av järnvägsspecifikt material. Avropas av projekten från IL Materialservice.	Ej relevant.	För utpekade artiklar/artikelgrupper med stor klimatpåverkan görs klimatkalkyl inför upphandlingar för att analysera möjligheter till reduktion av klimatgasutsläpp och för att få underlag till eventuella kravnivåer mot	3	När ett kontrakt är på väg att löpa ut så signalerar kontraktansvarig att ny upphandling ska initieras. Detta samordnas med behov från Underhåll enligt Försörjningsplan	Kontrakts- /kategoriansvariga på IL Samt UH Anläggningsutveckling

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
			<p>leverantörer.</p> <p>Under avtalens löptid görs klimatkalkyler baserat på underlag från leverantörer för att verifiera kontraktsskrav och för att förbättra kunskapsunderlag för klimatprestanda för artiklar/artikelgrupper.</p>		<p>Upphandling – Klimatkrav införda i FU varor och AF (krav på information t.ex. i form av EPD och/eller prestandakrav baserat på klimatkalkyl)</p> <p>Avtal/kontrakt – Inhämtande av klimatdeklaration/EPD från leverantör</p> <p>Publicering av klimatprestanda i Materialkatalogen och/eller</p> <p>Uppdatering av klimatkalkylmodell för artikel</p> <p>Löpande uppföljning av avtal – kontroll av deklara-tions/EPDs giltighet</p>	<p>IL, Varor och tjänster</p> <p>IL, Varor och tjänster</p> <p>IL, Materialservice</p> <p>IL, Varor och tjänster i sam-verkan med ansvarig för klimatkalkylmodell</p> <p>IL, Varor och tjänster Görs i samband med leve-rantörsuppföljningar och ev. revisioner</p>

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
Byggande	Anläggningen byggs.	I detta skede nyttjas kalkyler som underlag till prognoser och övrig styrning.	<p>Klimatkalkyl används på samma sätt som för bygghandling efter behov.</p> <p>Entreprenören genomför prioriterade åtgärder för att nå besparingsmål som fastställts i kontraktet. Klimatkalkyl och andra modeller som t.ex. EKA används för att utvärdera effekter av t.ex. materialval och produktionsmetoder.</p>	3-4	<p>Entreprenör upphandlas för genomförande av utförande- eller totalentreprenad</p> <p>Krav på klimatkalkyl och/eller –effektiviseringsåtgärder anges i FU i enlighet med <i>Bygghandling</i></p> <p>Löpande redovisning av underlag för att verifiera klimatbesparingar, som t.ex. EPD:er från materialleverantörer, i samband med uppföljning av egenkontroll.</p>	<p>IL, Varor och tjänster</p> <p>IL, Varor och tjänster</p> <p>Projektledare, Entreprenör Projektledare, Inv.</p>

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
Avslut	Projektet är färdigställt och utvärdering ska ske för återföring av gjorda erfarenheter.	Efterkalkyl ska göras för erfarenhetsåterföring och uppdatering av nyckeltal, i syfte att få bättre underlag för utredning och kalkylering av kommande projekt. För större projekt ska analys ske efter varje avslutat skede.	Vid projektslut ska en efterkalkyl i form av en klimatdeklaration upprättas som redovisar investeringsåtgärdens faktiska utfall. Klimatdeklarationen är dels en resultatredovisning av investeringsåtgärdens klimatprestanda och dels ett underlag som bidrar med erfarenhetsåterföring för att identifiera de mest effektiva lösningarna samt för att uppdatera schabloner och kalibrera klimatkalkylmodellen. Investeringsåtgärdens specifika resursrelaterade emissionsfaktorer ska kunna verifieras med tredjepartscertifierade Miljövarudeklarationer enligt europeisk standard.	3	Klimatdeklaration tas fram av E baserat på uppföljda mängder, enligt TDOK. Klimatdeklarationen verifieras i samband med slutuppföljning av entreprenad. Överensstämmelse med mängder och EPD:er för material kontrolleras.	Entreprenör Projektledare, Inv med stöd av ansvarig för klimatkalkyler, PI
Övertagande	Överlämning av förvaltningsdokumentation från VO Investering till VO Underhåll	Ej relevant.	Klimatdeklarationen ska utgöra en del av investeringsåtgärdens slutdokumentation och överlämnas till Underhåll enligt rutinen "TDOK 2012:139 Överlämnande av ny eller förändrad infrastruktur". Klimatdeklarationen ska även återrapporteras till beställande enhet inom VO Planering samt		Klimatdeklaration återrapporteras till Planering <u>och</u> Underhåll enl TDOK för klimatkalkyl	Projektledare, Inv Ansvarig klimatkalkyl, PI Projektledare aktuellt distrikt, UH

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
			till förvaltare av Klimatkalkylmodellen. Genom denna återrapportering kan ständig förbättring och kunskapsuppbyggnad av arbetssätt, effektiviseringslösningar och modell ske.			
Drift	Enligt nationell samordnare på Underhåll vill man inte ha andra begrepp än just Underhåll. Begreppet "Drift" är avvecklat.	Ej relevant.	Ej relevant.		Ej relevant.	Ej relevant.
Underhåll, Baskontrakt	Basunderhåll av vägar och järnvägar. Sker i baskontrakt i distrikt. Dessa omfattar vinterhållning och löpande kontroller av anläggningens funktion samt åtgärder för att upprätthålla funktion. Står för ca 90% av Underhålls budget.	Ej relevant.	Klimatkalkyl för baskontrakt görs baserat på ett relevant urval av poster i mängdförteckningar för kontrakten. Klimatkalkyl görs i samband med upphandling av baskontrakt för att identifiera de största effektiviseringspotentialerna, som underlag för entreprenörens identifiering av effektiviseringsåtgärder.	3	När ett baskontrakt är på väg att löpa ut så signalerar kontraktansvarig att ny upphandling ska initieras. FU för baskontrakt upprättas. Krav ställs i inköpsmallar (tidigare STUK-mallar) på att E ska upprätta klimatkalkyl samt vidta klimateffektiviseringsåtgärder.	Underhåll, projektledare baskontrakt IL, Varor och tjänster

Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
			<p>gärder.</p> <p>Klimatkalkyl görs årligen för löpande kontrakt i samband med leveransuppföljning för att följa upp effektiviseringsåtgärder och uppsatta mål för klimatbesparing. Används också för löpande uppföljning av klimatbelastning för Underhålls verksamhet övergripande.</p>		<p>Avtal/kontrakt skrivs. Vid startmöte går krav på klimat-effektivisering igenom och hur E ska uppfylla dem.</p> <p>E upprättar klimatkalkyl baserat på instruktioner och omfattning i klimatkalkylmodell, samt identifierar åtgärder för klimateffektivisering mot uppsatta mål.</p> <p>Klimateffektiviseringar följs upp årligen i samband med leveransuppföljning</p> <p>Som alternativ till ovanstående kan tänkas en inledande analys av klimat och att effektiviseringar sedan löses med fordonskrav eftersom den största delen av klimatbelastningen för baskontrakt troligen är relaterat till fordonsanvändning, framför allt på järnvägssidan.</p>	<p>IL, Varor och tjänster Projektledare baskontrakt</p> <p>Entreprenör baskontrakt</p> <p>Projektledare baskontrakt Entreprenör baskontrakt</p>


Skede	Skedets syfte	Kostnadskalkylens funktion	Klimatkalkylens funktion och möjligheter till förbättringsåtgärder	Detaljeringsnivå ¹	Styrande underlag/ beslut	Ansvarig funktion/ aktör
Underhåll, Nationellt underhåll	<p>Samordnade underhålls/reinvesteringsåtgärder som sker över distriktsgränserna och utanför ramarna för baskontrakten. T.ex. beläggningsåtgärder, spårslipning eller spårbyten.</p> <p>Står för ca 10% av Underhålls budget.</p> <p>Dessa åtgärder antas hanteras som investeringsprojekt.</p>	Motsvarande investeringsprojekt.	Motsvarande investeringsprojekt.		Motsvarande investeringsprojekt.	Motsvarande investeringsprojekt.
Avveckling	Avveckling av väg- eller järnvägsinfrastruktur. Bortrivning eller omvandling till annat ändamål.	Ej relevant.	Ej relevant.		Ingår ej	Ingår ej

BILAGA B Förslag till utformning av kravställning och uppföljning

Nedan redovisas förslag till utformning av kravställning och uppföljning som presenterades vid intervjuer

Materialinköp

<i>Styrande underlag/ beslut</i>	<i>Ansvarig funktion/ aktör</i>
Styrande riktlinje om krav på minskade klimatgasutsläpp för investeringsprojekt, materialinköp och underhåll	Planering
Upphandling – Klimatkrav införda i FU varor och AF (krav på information t.ex. i form av EPD och/eller prestandakrav baserat på klimatkalkyl)	IL, Varor och tjänster
Avtal/kontrakt – Inhämtande av klimatdeklaration/EPD från leverantör	IL, Varor och tjänster Leverantör
Publicering av klimatprestanda i Materialkatalogen och/eller Uppdatering av klimatkalkylmodell för artikel	IL, Materialservice IL, Varor och tjänster i samverkan med ansvarig för klimatkalkylmodell
Löpande uppföljning av avtal – kontroll av deklara-tions/EPDs giltighet	IL, Varor och tjänster Görs i samband med leverantörsuppföljningar och ev. revisioner



Investeringsprojekt

Utförandeentreprenad


<i>Styrande underlag/ beslut</i>	<i>Ansvarig funktion/ aktör</i>
Styrande riktlinje om krav på minskade klimatgasutsläpp för investeringsprojekt, materialinköp och underhåll	Planering
Krav på klimatkalkyl och –effektivisering ställs i UB-mall (uppdragsbeskrivning) på liknande sätt som för LCC och går ut i FU för framtagande av förfrågningsunderlag för utförandeentreprenad till konsult. Förutsättningar för klimatkalkyl och –effektivisering inarbetas ev. i FU baserat på beslut från tidigare skede.	Förvaltning av UB-mallar ligger på Teknik och miljö, Investering, i samråd med IL, Varor och tjänster
Uppdragskontrakt, UK, tecknas med konsult. Förutsättningar för genomförande och uppföljning av klimatkrav specas ytterligare vid startmöte.	IL, Varor och tjänster Projektledare, Inv.
Klimatkalkyl för utgångsläge definieras. Kan utgöras av klimat-kalkyl från systemhandling/plan eller av reviderad klimat-kalkyl som konsult tar fram.	Konsult Projekteringsledare, Inv
Vid projekteringsarbetet tas klimat-kalkyl löpande fram för de olika förslag som behandlas och utvecklas. Presenteras jämte kostnader, tekniska aspekter etc. som underlag för val i projekteringsprocessen. Stäms av som punkt på projekteringsmöten.	Konsult Projekteringsledare, Inv
Bygghandling levereras och godkänns.	Konsult Projekteringsledare, Inv
FU för utförandeentreprenad tas fram. Relevanta krav på klimat- och energieffektivisering baserat på genomförd klimat-kalkyl och prioritering av effektiviseringsåtgärder inarbetas i FU.	Konsult
FU för utförandeentreprenad granskas och godkänns	Projektledare, Inv. IL, Varor och tjänster
Entreprenör upphandlas för genomförande av utförandeentreprenad.	IL, Varor och tjänster
Krav på klimat-kalkyl och/eller –effektiviseringsåtgärder anges i FU i enlighet med Bygghandling	
Plan för effektiviseringsåtgärder upprättas i samband med kontrakt.	Projektledare, Entreprenör



Löpande redovisning av underlag för att verifiera klimatbesparingar, som t.ex. EPD:er från materialleverantörer, i samband med uppföljning av egenkontroll.	Projektledare, Entreprenör Projektledare, Inv.
Klimatdeklaration tas fram av E baserat på uppföljda mängder, enligt TDOK.	Entreprenör
Klimatdeklarationen verifieras i samband med slutuppföljning av entreprenad. Överensstämmelse med mängder och EPD:er för material kontrolleras.	Projektledare, Inv med stöd av ansvarig för klimatkalkyler, PI

Totalentreprenad


<i>Styrande underlag/ beslut</i>	<i>Ansvarig funktion/ aktör</i>
Styrande riktlinje om krav på minskade klimatgasutsläpp för investeringsprojekt, materialinköp och underhåll	Planering
Krav på klimatkalkyl och –effektivisering ställs i UB-mall (uppdragsbeskrivning) på liknande sätt som för LCC och går ut i FU för framtagande av förfrågningsunderlag för totalentreprenad till konsult. Förutsättningar för klimatkalkyl och –effektivisering inarbetas ev. i FU baserat på beslut från tidigare skede.	Förvaltning av UB-mallar ligger på Teknik och miljö, Investering, i samråd med IL, Varor och tjänster
Uppdragskontrakt, UK, tecknas med konsult. Förutsättningar för genomförande och uppföljning av klimatkrav specas ytterligare vid startmöte.	IL, Varor och tjänster Projektledare, Inv.
FU för totalentreprenad tas fram baserat på systemhandling/plan. Krav på att entreprenör ska upprätta klimatkalkyl och arbeta med klimat- och energieffektiviseringar, samt mål för dessa inarbetas i FU.	Konsult
FU för totalentreprenad granskas och godkänns	Projektledare, Inv IL, Varor och tjänster
Totalentreprenad upphandlas baserat på framtaget FU.	IL, Varor och tjänster
Entreprenadkontrakt, EK, för totalentreprenad tecknas med entreprenör. Förutsättningar för genomförande och uppföljning av klimatkrav specas ytterligare vid startmöte.	IL, Varor och tjänster Projektledare, Inv.
Klimatkalkyl för utgångsläge tas fram av entreprenör baserat på underlag till anbud inledningsvis, alternativt som del av anbud.	Entreprenör/konsult



Plan för åtgärder för klimat- och energieffektiviseringar identifieras och prioriteras i gemensam workshop med beställare, entreprenör och dess konsult. Alternativt levereras i anbud.	Entreprenör/konsult Projektledare, Inv.
Vid detaljprojekteringsarbetet tas klimatkalkyl löpande fram för de olika förslag som behandlas och utvecklas. Presenteras jämte kostnader, tekniska aspekter etc. som underlag för val i projekteringsprocessen. Stäms av som punkt på projekteringsmöten.	Entreprenör/Konsult Projekteringsledare, Inv
Bygghandling fastställs av entreprenör (i samråd med beställare?)	Entreprenör
Löpande redovisning av underlag för att verifiera klimatbesparingar, som t.ex. EPD:er från materialleverantörer, i samband med uppföljning av egenkontroll.	Projektledare, Entreprenör Projektledare, Inv.
Klimatdeklaration tas fram av E baserat på uppföljda mängder, enligt TDOK.	Entreprenör
Klimatdeklarationen verifieras i samband med slutuppföljning av entreprenad. Överensstämmelse med mängder och EPD:er för material kontrolleras.	Projektledare, Inv med stöd av ansvarig för klimatkalkyler, PI

Underhållsentreprenader

<i>Styrande underlag/ beslut</i>	<i>Ansvarig funktion/ aktör</i>
När ett baskontrakt är på väg att löpa ut så signalerar kontraktansvarig att ny upphandling ska initieras.	Underhåll, projektledare baskontrakt
Styrande riktlinje om krav på minskade klimatgasutsläpp för investeringsprojekt, materialinköp och underhåll	Planering
FU för baskontrakt upprättas. Krav ställs i inköpsmallar (tidigare STUK-mallar) på att E ska upprätta klimatkalkyl samt vidta klimateffektiviseringsåtgärder.	IL, Varor och tjänster
Avtal/kontrakt skrivs. Vid startmöte går krav på klimateffektivisering igenom och hur E ska uppfylla dem.	IL, Varor och tjänster Projektledare baskontrakt
E upprättar klimatkalkyl baserat på instruktioner och omfattning i klimatkalkylmodell eller likvärdigt, samt identifierar åtgärder för klimateffektivisering mot uppsatta mål.	Entreprenör baskontrakt
Klimateffektiviseringar följs upp årligen i samband med leveransuppföljning. För effektiviseringar kopplat till materialval ska EPD:er kunna uppvisas.	Projektledare baskontrakt Entreprenör baskontrakt



Som alternativ till ovanstående kan tänkas en inledande analys av klimat och att effektiviseringar sedan löses med fordonskrav eller liknande eftersom den största delen av klimatbelastningen för baskontrakt troligen är relaterat till fordonsanvändning, framför allt på järnvägssidan.

BILAGA C Jämförelsescenario

För att identifiera jämförelsescenariot – det vill säga den sannolika utvecklingen med dagens styrmedel givet att inga krav införs– har bland annat prognoser för energianvändningen och koldioxidutsläppen i insatsvaruindustrierna studerats. Viktiga förutsättningar är systemet för handeln med utsläppsrätter (EU-ETS) samt energi- och koldioxidskatter. I den mån det finns relevant underlag beaktas även den utveckling som betong- och stålindustrin planerar för. De viktigaste insatsvarorna som påverkar klimatutsläpp vid byggande och underhåll av infrastruktur utgörs av betong, järn- och stål, asfalt (bitumen) och i någon mån aluminium.

Prognos för industrin

I Energimyndighetens och Naturvårdsverkets gemensamma redovisning till regeringen från oktober 2014 bedöms den totala energianvändningen i industrisektorn till 2030 vara relativt konstant givet befintliga styrmedel (Energimyndigheten 2014). Se tabell nedan som redovisar energianvändningen på branschnivå.

Tabell 1. Branschfördelad energianvändning, TWh referensfall 2020 och 2030

	1990	2011	2020	2030
Gruvindustri (SNI 05-09)	4,4	5,4	5,5	5,4
Livsmedelsindustrin (SNI 10-12)	6,8	5,1	5,2	5,2
Trävaruindustri (SNI 16)	9,2	7,1	7,5	7,2
Massa- och pappersindustri (SNI 17)	62,0	76,0	74,0	73,0
Kemisk industri (SNI 20-21)	7,9	7,1	7,2	7,3
Jord- och stenindustri (SNI 23)	7,7	5,8	5,9	6,0
Järn och stålindustri (SNI 24.1-24.3)	18,0	22,0	22,0	22,0
Metallverk (24.4-24.5)	3,6	4,0	4,0	3,9
Verkstadsindustri (SNI 25-30)	12,0	8,1	8,3	8,1
Småindustri och övriga branscher	9,3	6,0	6,6	6,5
Total industri (05-33)	140,9	146,6	146,2	144,6

Källa: Energimyndigheten (2014), tabell 26 i Bilaga A.

Under perioden 2011–2020 ökar det totala förädlingsvärdet för industrin med 19 procent (vilket motsvarar cirka 2,0 procent per år). En övergång till produkter med högre förädlingsvärden gör att Energimyndigheten bedömer att kopplingen mellan ekonomisk tillväxt och ökad energianvändning inte förväntas vara lika stark som den varit historiskt (s 17).

Till år 2020 är EU:s övergripande mål att minska utsläppen av växthusgaser med 20 procent jämfört med 1990 års utsläpp. Målet gäller aggregerat över alla sektorer. För att reducera industrins energianvändning finns en rad styrmedel. De skiljer sig åt beroende på om branschen ingår i handeln med utsläppsrätter eller inte. Utsläpp som ingår i EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU-ETS) regleras genom det totala antalet utsläppsrätter som finns inom handelssystemet. Här är EU:s målsättning till 2020 vägledande. Utsläppen som inte omfattas av handelssystemet regleras istället av Effort Sharing Decision (ESD). Sveriges åtagande enligt ESD är att utsläpp som inte ingår i EU-ETS ska sänkas med 17 procent till år 2020 jämfört med 2005.

Tabell 2. Historiska utsläpp av växthusgaser 2005 och 2012 samt scenario till 2030, miljoner ton koldioxidekvivalenter

	2005	2012	2020	2030
EU-ETS industri	18,7	15,6	16,9	16,4
ESD industri	2,7	1,0	1,7	1,7
Total industri	21,4	16,6	18,6	18,1

Källa: Energimyndigheten (2014), del av tabell 53

Sveriges utsläpp av växthusgaser från industrin var 17,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2012, varav 11,6 miljoner ton från förbränning, 5,1 miljoner ton från processer och 1 miljon från diffusa utsläpp. De diffusa utsläppen härrör från framför allt raffinaderier. Utsläppen från industrins förbränning varierar över åren, främst beroende på produktionsvolym och konjunktursvängningar. Nivån år 2012 bedöms vara påverkad av lågkonjunkturen. Ett fåtal energiintensiva branscher står för en stor del av utsläppen i sektorn. År 2012 stod järn- och stål-, kemi-, massa- och papper-, och mineralindustrin² för cirka 60 procent av utsläppen från förbränning.

Jämfört med basåret beräknas den totala energianvändningen inom industrin öka till 2020 och 2030 till följd av en antagen produktionsökning (se även tabell 1). Däremot bedöms utsläppen från industrins förbränning inte öka i samma utsträckning som produktionen eftersom användningen av el och biobränsle ökar mer än användningen av fossila bränslen samtidigt som energianvändningen fortsätter effektiviseras. De processrelaterade utsläppen från industrin kommer från mineral-, kemi-, och metallindustrin och be-

² I mineralindustrin ingår utsläpp från produktion av cement, kalk, dolomit, natriumkarbonat, mineralull, keramik och glas.

döms öka något under perioden till följd av bland annat antaganden om produktionsökningar.

Bedömningar

I jämförelsealternativet som tjänar som referensscenario bedöms vad som skulle hända med koldioxidutsläppen i anläggningsbyggandet om krav inte införs. Här görs bedömningar av utvecklingen av koldioxidutsläpp inom tillverkningen av centrala material och arbetsmaskiner. Bedömningarna är genomgående försiktiga. Nya produkter som är på väg att introduceras på marknaden kan påverka bedömningarna. Utgångspunkten har dock varit att inte föregå utvecklingen. En ny produkt som har andra egenskaper än dagens kan få snabbt genomslag och ge betydande reduktioner av utsläppen. Samtidigt finns en risk som har att göra med att nya produkter kan visa sig ha egenskaper som inte lever upp till förväntningarna i övrigt.

Ändrat regelverk

De företag som omfattas av det europeiska systemet för handel med utsläppsrätter (EU-ETS) påverkas, dels av tilldelningsprinciperna för utsläppsrätter, dels det pris som kommer att råda på marknaden för utsläppsrätter. Under innevarande handelsperiod som pågår till 2020 kommer företagen att i allt större utsträckning få betala för utsläppsrätterna istället för att få dem gratis. Inom EU utreds också åtgärder som kan skapa ett tryck uppåt på priserna på utsläppsrätter. Under förutsättning att ändringarna som är på gång kommer att genomföras får företagen ytterligare incitament att reducera utsläppen. Det är dock fortfarande oklart vad som kommer att ske efter 2020.

De industriföretag som inte omfattas av EU-ETS betalar energi- och koldioxidskatt. Skattesatsen är dock nedsatt för industriföretag. Nedsättningen har minskat stegvis under perioden 2010-2015. År 2015 betalar industriföretag 60 procent av den generella koldioxidskatten som är 112 öre per kilo koldioxid. År 2013 var den generella koldioxidskatten 105 öre/kg och jord- och skogsbruk samt industriföretag betalade 105 öre/kg *0,3.

Det nya lagkravet om energikartläggning i stora företag kan komma att påverka takten i energieffektiviseringarna i näringslivet. Lagen ställer dock inte något krav på att genomföra de energieffektiviseringar som identifieras i kartläggningen. Enligt Lag (2014:266) om energikartläggning i stora företag, ska alla stora företag (minst 250 anställda och en årsomsättning som överstiger 50 miljoner euro) genomföra en kartläggning av energianvändningen i byggnader, process- och verksamhetsenergi samt transportenergin. Senast den 5 december 2015 ska företagen rapportera till energimyndigheten om verksamheten omfattas av lagen och vilka delar som ska energikartläggas. Under 2016 ska företagen rapportera att en certifierad kartläggare är kontrakterad och året därpå (2017) att energikartläggningen är gjord.

Cement

Cement är en viktig beståndsdel i betong. Tillverkningsprocessen av cement ger upphov till stora utsläpp av koldioxid, både från sådan som funnits bunden i kalkstenen och från själva energianvändningen. Utsläppen från Sveriges tre cementfabriker uppgår till cirka

1,4 miljoner ton CO₂ vilket motsvarar cirka 2–3 procent av Sveriges CO₂ utsläpp³. Cement fungerar som bindemedel i betong och murbruk och innehåller finmalt kalkberg och lera. Betong består av 80 procent bergmaterial (sand, sten eller grus), 6 procent vatten och 14 procent cement. Det finns flera hundra olika kvaliteter av betong, och den som används i anläggningsbranschen har generellt mer innehåll av cement för längre hållbarhet.

Betongtillverkning sker mestadels så nära byggplats som möjligt och huvuddelen av tillverkning och produktion är också inhemsk. Viss import sker från Östeuropa, men tyngden och volymen på produkterna begränsar möjligheterna att importera. I Sverige produceras det cirka 400 000 m³ betong per månad, enligt Betongindikatorn (Källa: Svensk Betong). Under ett år handlar det således om cirka 4,8 miljoner m³. Ungefär en fjärdedel av den producerade betongen används för infrastruktur (cirka 1,2 miljoner m³). Övrigt går till husbyggande.

Cementindustrin omfattas av handeln med utsläppsätter. Industrin bedriver idag ett ambitiöst arbete med att hitta sätt att minska koldioxidutsläppen, men energieffektiviseringspotentialen är förhållandevis liten. Potentialen ligger i att ersätta delar av produkten med alternativa material, vilket ger nya produkter med andra egenskaper än de traditionella. Under 2015 introduceras en ny anläggningscement med inblandning av 15 procent flygaska. Inblandningen är godkänd av Trafikverket. Det är dock osäkert vilken marknadsandel denna cement kommer att få om krav inte ställs. Bedömningen är att förbättringsarbetet i industrin kan reducera utsläppen av koldioxid med upp till 10 procent till 2025 i förhållande till 2015.

Under förutsättning att den nya anläggningscementen skulle bli standard inom något år även om inte krav ställs skulle betyda att reduktionen underskattats i jämförelsealternativet. Om den blir standard är reduktionen utan krav 20 procent istället för 2 procent.

Stål

Stålkonsumtionen i Sverige var nära 4 miljoner ton under 2014. Tillförseln varierar något mellan åren, men har under den senaste 15-årsperioden i genomsnitt legat nära nivån för år 2014. En övervägande del av det stål som konsumeras i Sverige importeras från andra länder. Det gäller framförallt produkter av enklare stål som inte längre tillverkas i landet, eftersom de svenska stålföretagen har specialiserat sig inom olika områden och tillverkar numera avancerade stålsorter och produkter.⁴ Inom anläggningsbranschen används stål till bland annat broar, armering, belysnings- och högspänningsstolpar, räcken och järnvägar.

Brytning och förädling av järnmalm ger upphov till klimatpåverkan då många av processerna är energikrävande. Energin används huvudsakligen i processer där arbetstempera-

³ Svensk Betongs faktablad om betong och koldioxid

⁴ www.jernkontoret.se (2015-04-02)

turen överstiger 1 000°C. Detta förhållande innebär att stålverken för att kunna upprätthålla produktionen behöver ha tillgång till högvärdiga energibärare såsom kol- och oljeprodukter, gas (gasol eller naturgas) och elkraft. Malmbaserade stålverk är dock energisnålare än skrotbaserade stålverk, eftersom den koks som tillsätts råjärnet räknas in i energibalansen för malmbaserade stålverk.⁵ Enligt SSAB så släpper skrotbaserade anläggningar ut drygt 0,3 ton koldioxid per ton färdig plåt, jämfört med drygt 2 ton för de malmbaserade verken, utan att räkna utsläpp för tillverkning av elektricitet.⁶

Järn- och stålindustrin ingår i det europeiska systemet för handeln med utsläppsrätter (EU-ETS) och har därigenom ett tryck utifrån på att förbättra produktionen. Inom industrin pågår ett förbättringsarbete som bedöms kunna ge 2-5 procents reduktion av koldioxid till 2020. Den väntade skärpningen av EU-ETS och fortsatta förbättringar efter 2020 innebär att koldioxidutsläppen förväntas fortsätta att minska även i tidsperspektivet till 2025. Minskningarna av koldioxidutsläppen från järn- och stålframställning minskar med mellan 0,5 och 1 procent per år. Bedömningen är att utsläppen av koldioxid minskar med 5 procent till 2025 i förhållande till 2015.

Asfalt

Asfalt består av sten och bitumen. Genom att variera stenmaterial, stenstorlek och bindemedel får man asfalt med varierande egenskaper. Räknat i viktprocent innehåller asfalt cirka 5 procent bindemedel, resten är sten.⁷ Asfalten kan också delas upp i undergrupper med avseende på tillverkningstemperatur. Den dominerande produkten är varm asfalt. Varm asfalt tillverkas vid ungefär 150°C.

Sveriges totala bitumenkonsumtion under 2013 uppgick till 503 000 ton varav 400 000 ton användes inom vägsektorn. Det tillverkades 7,6 miljoner ton varm asfalt i Sverige under 2013 varav 70 procent tillverkades av återvunnet material. Förutom varm asfalt tillverkades 0,5 miljoner ton halvvarm asfalt och 90 000 ton kall asfalt.⁸ Asfaltverk för varmblandning använder energi för torkning och uppvärmning av stenmaterialet genom brännare som drivs med eldningsolja, gasol eller naturgas. Mekaniska delar drivs huvudsakligen med elenergi. För varmhållning av bitumensystem och materialfickor, stenmaterial och färdigtillverkad massa, används el- eller het oljesystem.

De försök som pågår inom asfaltsframställningen tyder på potential att reducera utsläpp genom att vid uppvärmningen använda bibränslen alternativt att gå över till kall beläggning. Det finns exempel på att kommuner som ställer krav på asfalt. Detta är en drivkraft för omställning. För anläggningsprojekt som omfattas av kommunala krav kommer en reduktion att ske. Det finns en stor osäkerhet i fråga om hur stort genomslag de kommu-

⁵ www.jernkontoret.se (2015-04-02)

⁶ SSAB, 2013, *Vitbok – SSAB och koldioxidutsläppen*

⁷ www.eurobitume.eu (2015-02-13)

⁸ EAPA, 2014, *Asphalt in figures 2013*

nala kraven kommer att få. Bedömningen är att utsläppen av koldioxid från tillverkningen av asfalt minskar med cirka 5 procent mellan 2015 och 2025. Detta är att betrakta som en försiktig bedömning.

Arbetsmaskiner

I Trafikverkets rapport (Trafikverket 2012:223)⁹ framkommer att entreprenadmaskiner svarar för drygt 40 procent av utsläppen från samtliga arbetsmaskiner som är cirka 4 miljoner ton koldioxidekvivalenter (ibid, tabell sidan 20). Till entreprenadmaskiner räknas arbetsmaskiner verksamma inom bygg, anläggning och industri, i princip alla hjullastare, grävmaskiner dumprar etc. Den samlade potentialen för minskad användning av fossila drivmedel inom arbetsmaskiner bedöms av författarna vara 45-55 procent till 2030. Störst potential bedöms finnas inom entreprenadsektorn. Bakgrunden är att här finns de största möjligheterna till elektrifiering. Samtidigt konstaterar författarna att det idag saknas styrmedel för att reducera koldioxidutsläppen från arbetsmaskiner. I en uppföljande intervjustudie som Trafikverket har låtit göra med tillverkare av arbetsmaskiner bekräftas denna bild (Trafikverket 2013:130)¹⁰.

Det pågår en utveckling av dieselmotorer som berör arbetsmaskiner. Arbetet är dock långsiktigt och mot bakgrund av att utvecklingen av tunga fordon inte visat några betydande framsteg är det inte troligt att befintlig maskinpark kommer att beröras. Den kortsiktiga potentialen handlar om övergång till biodiesel. Dock kan det visa sig att kostnaden för biodiesel stiger. Till och med slutet av 2015 har Sverige kvar skattebefrielsen av biobränslen (förutom etanol). För närvarande finns ingen långsiktig lösning av frågan om beskattning. Bedömningen är att om inga ytterligare krav ställs, kommer utsläppen från arbetsmaskiner att vara oförändrad mellan 2015 och 2025.

Sammanfattning jämförelsescenario

I tabellen nedan sammanfattas bedömningarna av vilken reduktion av koldioxidutsläpp inom anläggningsbyggnade som kan förväntas till 2025, givet befintliga styrmedel.

⁹ Trafikverket (2012) Arbetsmaskiners klimatpåverkan och hur den kan minska - ett underlag till 2050-arbetet. Trafikverket 2012:223.

¹⁰ Trafikverket (2013) Trender inom teknisk utveckling och åtgärder för energieffektiva arbetsmaskiner Kartläggning av hur tillverkare och användare av arbetsmaskiner arbetar för att minska bränsleförbrukning och emissioner till luft. Trafikverket 2013:130.

Tabell 3. Sammanfattning jämförelsesscenario

	Reduktion av CO ₂ till 2025 om krav inte ställs	Kommentar
Järn- och stål	5 procent	
Aluminium	5 procent	
Koppar	Ingen förändring	Antar oförändrad fördelning mellan återvunnen och jungfrulig koppar i anläggningsprojekt
Zink	Ingen förändring	
Cement	10 procent	Ny produkt introduceras 2015 kan öka potentialen om den blir standard
Stenkross	Ingen förändring	Användning av el från nätet och biobränslen kan ge reduktion
Asfalt	5 procent	Kommuner ställer krav
Arbetsmaskiner	Ingen förändring	Biobränslen kan ge reduktion

BILAGA D - Minskning av energianvändning och klimatpåverkan i industrin

Generell besparingspotential inom industrin

Fram till 2030 bedöms industrins energianvändning vara i princip oförändrad, se tabell nedan¹¹. Detta givet 2014 års styrmedel. Scenarierna av den framtida energianvändningen har tagits fram av Konjunkturinstitutet i samråd med Energimyndigheten och Naturvårdsverket.

Tabell 26 Branschfördelad energianvändning i industrin för Referensfall, TWh

	1990	2011	2020	2030
Gruvindustri (SNI05-09)	4,4	5,4	5,5	5,4
Livsmedelsindustri (SNI 10-12)	6,8	5,1	5,2	5,2
Trävaruindustri (SNI 16)	9,2	7,1	7,5	7,2
Massa- och pappersindustri (SNI 17)	62	76	74	73
Kemisk industri (SNI 20-21)	7,9	7,1	7,2	7,3
Jord- och stenindustri (SNI 23)	7,7	5,8	5,9	6,0
Järn- och stålindustri (SNI 24.1-24.3)	18	22	22	22
Metallverk (SNI 24.4-24.5)	3,6	4,0	4,0	3,9
Verkstadsindustri (SNI 25-30)	12	8,1	8,3	8,1
Småindustri och övriga branscher	9,3	6,0	6,6	6,5
Total industri (SNI 05-33)	140	146	147	145

I en rapport som beställts av Näringsdepartementet¹² görs med hänvisning till "Ett energieffektivare Sverige" (SOU 2008:25) bedömningen att energieffektiviseringspotentialen är 20 procent för elintensiv industri (Massa- och pappers-, Kemi- samt järn- och stålindustrin). Senare forskning har dock funnit att det i denna och tidigare bedömningar främst har ingått rent tekniska åtgärder. De åtgärder som har karaktären driftoptimering och beteendeförändringar har däremot inte räknats in i den utsträckning som borde vara möjligt. Bedömningen i Näringsdepartementets rapport är därför att potentialen kan uppgraderas till cirka 25 procent.

¹¹ Referensfall Underlag till kontrollstation 2015 Naturvårdsverkets och Energimyndigheten (2014)

¹² Kvantitativ utvärdering av marknadsmisslyckanden och hinder. En rapport till Näringsdepartementet. SWECO, 19 december 2014

Den spontana potentialen som kan väntas realiseras till år 2030 utan ytterligare styrmedel, bedöms vara relativt stor på grund av den pågående strukturomvandlingen och den historiska trenden mot minskad energianvändning per förädlingsvärde. Sektorn kommer att påverkas av det nya beslutade kravet på energikartläggning i stora företag.

I "Vägen till ett energieffektivare Sverige" (SOU 2008:110) beskrivs Svenskt Näringslivs uppskattning av den spontana energieffektiviseringen inom *energiintensiv industri* till följd av befintliga styrmedel vara 2,3 TWh/år. Detta utgör drygt 30 procent av den bedömda energieffektiviseringspotentialen som samma rapport anger för sektorn. Per år innebär det en besparing på cirka 1,7 procent. Av denna anledning ökar inte energianvändningen i takt med den väntade produktionsökningen.

Minskning av energianvändning och klimatpåverkan vid stål- och järnframställning

Följande utveckling av befintlig och ny teknologi förutses inom stålindustrin.

Kort sikt - minska koldioxidutsläppen med ständiga förbättringar¹³

Genom att fortsätta väga in koldioxidminskningar i det dagliga förbättringsarbetet är det möjligt att på några års sikt, fram emot 2020, minska energianvändningen och därmed utsläppen av koldioxid som härrör från fossila bränslen och reduktionsmedel med 2-5% men större minskningar kräver helt ny teknik.

Lång sikt - skapa förutsättningar för ny stålframställningsteknik med kraftig minskning av CO2 utsläpp

Tillsammans inom stålindustrin i världen drivs ett långsiktigt utvecklingsarbete för att ta fram ny tillämpbar teknik för framställning av stål. Detta sker bl.a. inom det europeiska forskningsprojektet ULCOS (Ultra Low Carbon dioxide Steelmaking). Målet är att utveckla ny teknik för stålframställning med minst 50 % mindre utsläpp av koldioxid. Den nya tekniken för stålframställning kan börja tillämpas kommersiellt tidigast efter år 2020.

Försök har bl.a. genomförts med att reducera järnmalm med ren vätgas. Vätgasen kan framställas med hjälp av elektricitet som kan vara mer eller mindre fossilbaserad. I laboriemiljö har reduktion av järnmalm även gjorts med elektrolys, det vill säga med enbart elektricitet.

Lång sikt – undersöka möjligheterna för lagring av koldioxid

Insatser görs också för att undersöka möjligheten att lagra koldioxid, den s.k. CCS-tekniken (Carbon Capture and Storage och är ett projekt som bedrivs för att avskilja och lagra koldioxid). Detta kan realiseras framemot 2050.

Upphandla grön teknologi

¹³ Vitbok, SSAB och koldioxidutsläppen, 2013

Koldioxidutsläppen från ett skrotbaserat stålverk är betydligt lägre jämfört med ett masugnsmaserat verk. Av hela världens stålproduktion är ca 29 % helt skrotbaserat. Genom att upphandla stål baserat på skrot kan koldioxidutsläppen minska. Krav kan också ställas på att grön energi skall användas.

Enligt uppgifter från stålbranschen är spannet för carbon footprint för tillverkning av masugnsmaserat stål (baserat till största delen på jungfruliga råvaror) ca 1,5 – 2,5 ton CO₂/ton stål.

Utsläppen av CO₂ per ton stål som tillverkas i elektrostålugnar är i storleksordningen knappt hälften av vad som angivits för masugnstillverkat stål och är väldigt beroende av vilken el-mix man antar används för tillverkningsprocessen. D.v.s. utsläppen blir väldigt mycket lägre om man antar en svensk el-mix som till stor del är baserad på förnyelsebara energikällor, jämfört med om man antar en europeisk el-mix som består av en stor andel fossil kolkraft.

Om man utgår från vad som angivits för masugnstillverkat stål ger det en teoretisk besparingspotential på 0,5-1,5 ton CO₂/ton stål.

Det finns också miljöprofilerade produkter t.ex. Celsa Green Steel från Norge som tillverkas med el från vattenkraft.

Kostnader

Investering i ny teknologi innebär vanligtvis stora investeringar. På plussidan vid energieffektivisering står minskade energikostnader och minskade kostnader för utsläpp av emissioner. Sannolikt över tid kommer detta att innebära att materialpriserna inte ökar.

Ökad efterfrågan på speciellt "gröna" eller energieffektiva produkter kan dock leda till kapacitetsbrist i det kort perspektivet och till ökade priser. På längre sikt kommer dessa prisökningar sannolikt att neutraliseras om efterfrågan på produkterna består.

Minskning av energianvändning och klimatpåverkan vid aluminiumframställning

Den europeiska aluminiumindustrin har minskat sina emissioner betydligt den senaste 15-årsperioden. I de mest betydande stegen har t.ex. utsläppen av CO₂, BaP och fluori-der minskat med mer än 50 % per ton Al. Energianvändningen minskar också, men inte i samma utsträckning.

Minskad energianvändning reducerar även branschens kostnader, ökar konkurrenskraften och stärker aluminiums varumärke. Genom att fortsätta väga in koldioxidminskningar i det dagliga förbättringsarbetet är det möjligt att på några års sikt, fram emot 2020, minska energianvändningen och därmed utsläppen av koldioxid som härrör från fossila bränslen och reduktionsmedel med 2-5% men större minskningar kräver helt ny teknik.

En förutsättning för ansvarsfullt användande av aluminium är att det återvinns. Inom bygg och fordonsindustrin återvinns över 90 % av det aluminium som finns i uttjänta produkter. I branschen brukar uppskattas att återvinning använder 5 % av energin som primärframställningen.

Den enskilt största besparingspotentialen på kort sikt för minskad energianvändning och reducerade CO2 emissioner är att använda aluminiumprodukter med hög halt återvunnet material.

Utveckling på sikt – pilotförsök¹⁴

Inom aluminiumindustrin pågår pilotförsök med inerta anoder i primäraluminiumproduktion. Intensifierad utveckling kan ge smältverk som producerar aluminium med syrgas som enda biprodukt. På kortare sikt kan vidareutveckling av kolanoder tillverkade av biobaserat kol bidra till avsevärd CO2-reduktion. Här följer några exempel på utvecklingsområden.

A. Minska fossilt bränsle

Branschen har på egen hand redan reducerat sina CO2-utsläpp betydligt. Fortfarande används en del fossila bränslen och mycket el. I många processteg kan det tekniskt ersättas med förnyelsebar energi. I primärprocessen borde det undersökas om man kan ersätta det fossila kolet med biokol (450 kg/ton aluminium).

B. Minska omsmältning

Kartläggningen visar tydligt på betydande skrotfall i aluminiumprocesserna. Innan primärmetallen har nått slutkonsument kan hälften av metallen ha skrotats till omsmältning. Detta är planerat i vissa fall, men beror också på kvalitetsbrister. Orsaken är ofta parametrar som idag är okända, och betydande besparingar i nedströms processer kan uppnås med ökad kunskap.

C. Tillvarata värmeförluster

Primärproduktion av aluminium medför idag stora värmeförluster. Som första företag i världen undersöker tillverkaren Kubal möjligheterna att omvandla en del av värmeförlusterna från ugnarna till fjärrvärme. Möjlig överföring till fjärrvärmenätet är ca 100 kW/ugn, vilket skulle ge mer än 250 GWh/år totalt.

Minskning av energianvändning och klimatpåverkan vid tillverkning av koppar och zink

Inga konkreta positioner eller handlingsplaner avseende reduktion av energianvändning eller CO2 emissioner är presenterade från dessa industrier.

Självfallet arbetar industrierna med energieffektivisering och den generella reduktionspotential som beskrivs i tidigare kapitel kan tjäna som vägledning hur långt industrierna kan väntas nå.

Återvinningsgraden för de båda metallslagen är en nyckelfråga när det gäller framställning av ny metall med låg energianvändning och klimatpåverkan.

¹⁴ Material och Energiflöden i svensk Aluminiumindustri. Slutrapport GeniAl. 2013.

Ny koppar innehåller i genomsnitt 35% återvunnen koppar och återvinningsgraden av all koppar på marknaden är 60%.

Återvinningsinformation för zink framgår av tabellen nedan.

TABLE 2: Typical Recycling Rate Indices		
INDICATOR	DESCRIPTION	ESTIMATED GLOBAL RECYCLING RATE
Recycled Content (RC)	Fraction of zinc scrap (new and old) in the total metal input of metal production (primary and secondary)	15%
Old Scrap Ratio (OSR)	Fraction of zinc from old scrap in the overall recycling flow	45%
End of Life Recycling Rate (EOL-RR)	Fraction of zinc recycled at end of life relative to the amount of zinc available at end of life	60%

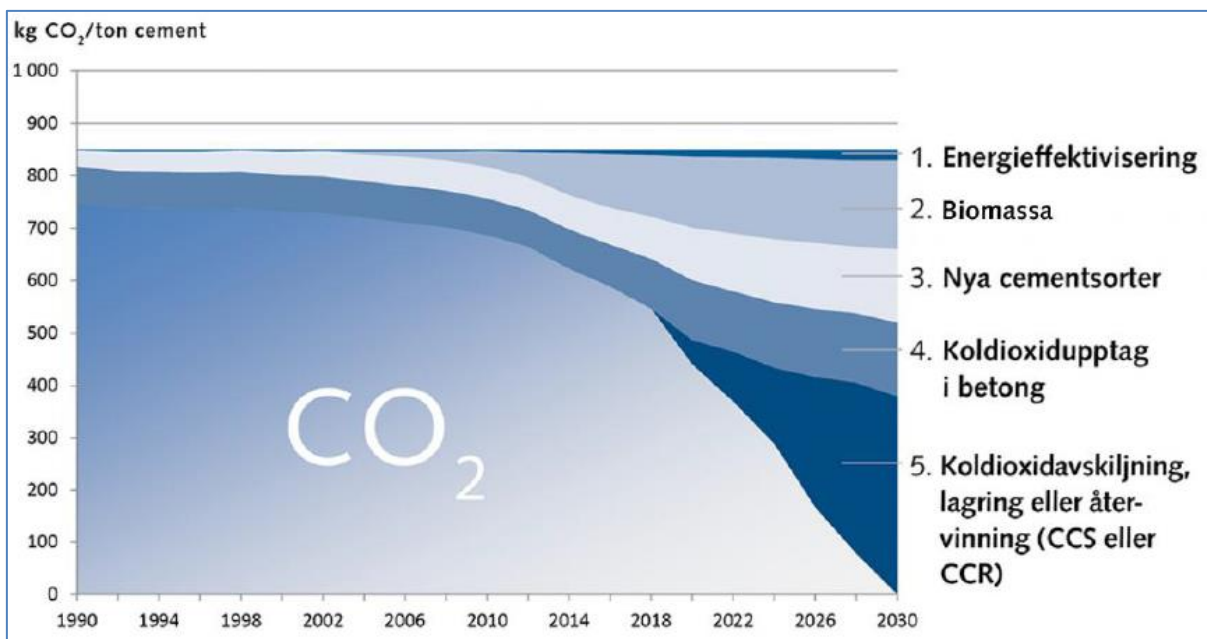
Minskning av energianvändning och klimatpåverkan vid cement- och betongframställning

Inom cement- och betongbranschen pågår en mängd olika initiativ för att ändra produktionsprocesser och ta fram nya typer av material för ersättning av cement i syfte att minska energianvändning och utsläpp av klimatgaser sett över hela livscykeln. Det kan göras genom att använda alternativa bränslen i tillverkningsprocessen för cement, öka andelen återvunnet material, använda alternativ till cement (slagg, flygaska), förlänga livslängden, öka karbonatiseringen (upptag av CO₂ i betong) m.m.

Nollvision 2030, HeidelbergCement

Cementa och HeidelbergCement Northern Europe har formulerat en vision om att nå klimatneutralitet 2030. En vision som innebär noll koldioxidutsläpp under cementproduktens livstid.

Visionen kan illustreras med en graf där minskningen av koldioxidutsläppen per ton cement från 1990 fram till idag och vidare till 2030 kan följas. Cementa arbetar efter fem huvudområden för att minska utsläppen; energieffektivisering, utfasning av jungfruliga fossila bränslen, utveckling av nya cementsorter, förståelse av samt ett förhöjt koldioxidupptag av betongstrukturer samt koldioxidavskiljning följt av lagring eller återanvändning.



Betong med nya cement- och tillsatsmaterial

Koldioxidutsläpp uppkommer främst från cementklinkerproduktionen. Klinker är en koldioxidintensiv mellanprodukt och den huvudsakliga komponenten i cement. Genom att ersätta delar av klinkern med andra liknande reaktiva material såsom flygaska eller slagg får vi ett cement med betydligt lägre koldioxidbelastning.

Ersättning av cement med både flygaskor och GGBS är relativt vanligt internationellt. I övriga världen är flygaskor från pulvereldning av kiselrika kol en mycket stor produkt med utomordentliga egenskaper i betong. Denna typ av flygaskor finns i princip inte i Sverige. Det finns dock andra typer av flygaskor som går att använda och det bedrivs forskning inom området.

Ungefärlig effektiviseringspotential för energianvändning och CO₂ utsläpp vid inblandning av cementersättningsmedel framgår i tabellen nedan.

	Ingen cementersättning		30 % cementersättning med flygaska		50 % cementersättning med GGBS	
	Ton CO ₂	GJ energi	Ton CO ₂	GJ energi	Ton CO ₂	GJ energi
Per ton betong	0,153	1,03	0,136	0,89	0,094	0,78
Effektiviseringspotential i %	0	0	11 %	14 %	39 %	24 %

Vid Cementas anläggning i Degerhamn har försök gjorts med slagg, en restprodukt vid järn- och ståltillverkning, för att minska koldioxidutsläppen och energiåtgången, och för att minska användningen av natursand. Försöket innebar att en del av kalkstenen ersattes

med slagg i tillverkningen vilket resulterade i lägre koldioxidutsläpp, lägre energiförbrukning och minskat behov av att använda natursand och kalksten.

Cementa arbetar nu vidare med denna möjlighet att ersätta traditionella råvaror i ett utvecklingsprojekt tillsammans med SSAB och Tekniska Högskolorna i Luleå och Umeå för att ännu bättre anpassa slaggen för att passa in i cementproduktionen¹⁵.

I den nyligen reviderade standarden SS-EN 206 och den Svenska tillämpningsstandarden SS 13 70 03 finns nyheter som berör bland annat bindemedel och ballast. En av nyheterna är att fler cementtyper och tillsatsmaterial får användas i betong. Redan idag användas nya cementtyper i Sverige, som exempelvis Cementa Bascement (med flygaska och en koldioxidbelastning som är cirka 8 procent lägre än tidigare) eller Cemex Kompositcement (med slagg). Det förekommer även användning av tillsatsmaterial i betong, främst slagg (GGBS)¹⁶.

Bascement är Cementas senaste cementprodukt som anpassats till dagens högt ställda krav på ett hållbart byggande. Betong med Bascement ger en lägre koldioxidbelastning på miljön och en kontroll av beräknad miljövinst för Bascement har nu visat på en ännu bättre miljöprofil än vad man tidigare räknat med. Implementeringen av Bascement har pågått sedan maj månad 2013 och huvuddelen av Cementas kunder använder nu Bascement i stället för Byggcement.

Cementa genomförde under november 2014 en kontroll av beräknad miljövinst för Bascement som klargör dess fina miljöprofil: 630 kg koldioxidekvivalenter/ton för Bascement och där 17 % av energianvändningen är från förnybara bränslen. Utefter beräkningar ger därmed Bascement 10 % mindre koldioxidutsläpp än Byggcement Slite, det vill säga bättre än de 8 procent Cementa tidigare trott¹⁷.

Cementas nya Anläggningscement FA¹⁸

Cementa har också utvecklat ett nytt anläggningscement med inblandning av 15% flygaska. Detta medför att CO2 utsläppen minskar med 20% (160 kg CO2/ton cement). Prover visar att denna produkt kommer att uppfylla alla relevanta krav som ställs på anläggningscement. Avseende hanterbarhet, flytbarhet, blir produkten bättre på grund av flygaskens egenskaper.

Produkten kommer ut på marknaden under 2015. Eftersom tillgången på flygaska är god så kommer den faktorn inte att vara en begränsande omständighet.

¹⁵ Cementa, Temanummer hållbarhet, Degerhamnfabrikens hållbarhetsarbete 2010–2011.

¹⁶ Information från Betongföreningen

¹⁷ <http://www.cementa.se/sv/node/3875>

¹⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=RfI10ptiPps>

Trafikverket har godkänt anläggningscement med inblandning av flygaska enligt ovan och den nya cementsorten kan användas så snart det finns på tillgängligt på marknaden.

Hur stor minskning av CO2 utsläppen som kommer att realiseras i slutändan i olika projekt kommer att avgöras i vilken utsträckning entreprenörerna väljer denna nya cementtyp.

Andra åtgärder för att minska klimatpåverkan

Vid användning av bibränslen i cementugnen är minskningspotentialen för CO2-emissioner¹⁹ ca 40% med hänsyn tagen till att bibränslen ofta har ett dåligt värmevärde. Användning av bibränslen får dock marginell påverkan på energianvändning i processen.

Användning av grön el i processen har en minskningspotential på CO2 emissionerna med ca 30%.

En total minskning av energianvändningen med 15% och CO2 emissionerna med 45% från 2015-2050 anses rimligt enligt Cement Sustainability Initiative WBCSD²⁰.

Insatser görs också för att undersöka möjligheten att lagra koldioxid, den s.k. CCS-tekniken (Carbon Capture and Storage och är ett projekt som bedrivs för att avskilja och lagra koldioxid). Detta kan realiseras framemot 2050²¹.

Kostnader

Investering i ny teknologi innebär vanligtvis stora investeringar. På plussidan vid energiefektivisering står minskade energikostnader och minskade kostnader för utsläpp av emissioner. Sannolikt över tid kommer detta att innebära att materialpriserna inte ökar.

Troligtvis medför cementsättning med flygaska eller GGBS lägre faktiska kostnader eftersom det är restprodukter som troligtvis har ett lägre pris än cement.

Cement Sustainability Initiative WBCSD²² uppskattar kostnaderna för att lagra koldioxid med den s.k. CCS-tekniken till ca 10-40 Euro per ton cement vid 2050.

¹⁹ IVL report. Greenhouse gas strategies for cement containing products. Stripple, 2014

²⁰ www.wbcdcement.org

²¹ www.wbcdcement.org

²² www.wbcdcement.org

Minskning av energianvändning och klimatpåverkan vid krossning av sten

Det saknas i dagsläget detaljerade uppgifter om energianvändning för olika krossprodukter. Om en bergskross saknar tillgång till elnätet och därför har en egen elproduktion så blir det en högre energianvändning, mätt i köpt energi (ex för en dieseldriven mobil kross).

Värdena nedan gäller vid 100% användning av el för krossningen²³. Om dieselaggregat används så skall värdena ökas med hänsyn till verkningsgraden vid den lokala elgenereringen. När dieselaggregat används för att generera elen så antas denna ha en verkningsgrad på 33%, d.v.s. alla siffror nedan räknas upp med en faktor 3.

Benämning	Allm. användningsområde	Antal krossningssteg	El-energianv. för krossning och siktning, kWh el/ton ^{1) 2)}
Stenmjöl, 0-4 mm	Läggs bl.a. som underlag till asfaltering, plattsättning, Boulebana.	1 till 4	6,7 ⁴⁾
Stenmjöl, 0-8 mm	Används i princip till samma saker som 0-2 och 0-4, men inte till Boulbana.	1 till 4	5,7 ⁴⁾
Samkross, 0-16 mm	Vägmateriäl.	2 till 3	4,2
Samkross, 0-32 mm	Vägmateriäl.	2	3,5
Samkross, 0-63 mm	Vägmateriäl.	2	2,8
Samkross, 0-125 mm	Vägmateriäl.	1	2,0
Samkross, 0-250 mm	Vägmateriäl	1	1,2

Till energianvändningen för krossning och siktning läggs sedan bergsbrytning och interna transporter. Utöver dessa uppgifter så ingår miljöpåverkan från sprängningsarbetet och de utsläpp som då uppstår till luft och vatten.

Ett generellt värde på sprängmedelsåtgång är 0,3 g/kg (alt kg/ton), som används om specifika data saknas. Dieselanvändningen för interna transporter och bergsbrytning är satta till 4 kWh/ton.

Av miljöskäl antas att den dominerande tekniken i framtiden är att el används (och inte dieselgeneratorer). Vid användning av grön el blir CO2 utsläppen mycket låga vid krossning av sten.

²³ Miljödata för krossprodukter och naturgrus. IVL, Martin Erlandsson, 2010-09-08, dokument BPI 10/2

Minskning av energianvändning och klimatpåverkan vid asfaltframställning

Inom asfaltbranschen pågår en mängd olika initiativ för att ändra produktionsprocesser och ta fram nya typer av asfaltmaterial för att minska energianvändning och utsläpp av klimatgaser sett över hela livscykeln. Det kan göras genom att sänka tillverknings temperaturer, använda alternativa bränslen, öka andelen återvunnet material, använda alternativa bindemedel, förlänga livslängden m.m.

Effektiviseringspotential

Green asphalt, NCC

Utsläppen och energianvändning vid tillverkning av asfalt uppgår normalt till ca 80 kg CO₂/ton asfalt resp. ca 4,5 GJ/ton asfalt inkl. utsläpp och energianvändning från tillverkning av bindemedlet bitumen. NCC anger att deras "Green asphalt" reducerar CO₂-utsläppen med upp till 30 % och energianvändningen med upp till 20 %. Orsaken till reduktionerna är att asfalten kan tillverkas vid 120°C istället för ca 160°C.

Detta har man lyckats åstadkomma genom modifieringarna i tillverkningsprocessen som skumning av bindemedlet m.m. Green asphalt räknas som en varm beläggning och kan användas i alla fall där sådan föreskrivs. Andra beläggningstyper som halvvarma och kalla kan ge ännu större reduktioner av klimatgasutsläpp och energianvändning. Alla beläggningstyper kan dock inte användas för hårt trafikerade vägar. Några exempel från NCC med angivelser av besparingspotential i förhållande till normal varm beläggning:

- Green Mix, halvvarm beläggning, för lågtrafikerade vägar: ca 80 – 90 %
- Green Cold, kall beläggning, klarar hög belastning: ca 80 – 90 %
- Green Road, beläggning som ger lägre rullmotstånd och lägre bullernivåer.

Biobaserad asfalt, Skanska

Asfalten tillverkas genom förnyelsebar rapsolja. Genom att använda rapsolja minskar koldioxidutsläppen vid tillverkningen med hela 65 procent jämfört med att använda vanlig eldningsolja

Lågtempererad asfalt (LTA)

Peab Asfalt har under den senaste tioårsperioden arbetat intensivt med att utveckla miljövänlig och klimatsmart asfalt. De senare åren under namnet "Eco Paving" där lågtempererad asfalt (LTA) är en del av vårt miljöanpassade och energisnåla produkter²⁴.

Teknikutvecklingen har under dessa tio år gått framåt, vilket inneburit att både kvaliteten på färdig beläggning förbättrats inom LTA-området samt att större temperatursänkningar, kombinerat med ökad återvinning, vid tillverkningen möjliggjorts. Genom att sänka ut-

²⁴ <http://www.peabasfalt.se/Data/Referensprojekt/Infrastruktur/Lagtempererad-asfalt-LTA/>

läggningstemperaturen på asfalten med cirka 30 grader, minskas energiförbrukningen med 20 % och koldioxidutsläppen med 30% samtidigt som rökgaser och dammpartiklar minskas med hela 65%.

Utöver ovan besparingar, har Peab Asfalt under senaste tioårsperioden enbart köpt miljöklassad vattenproducerad elkraft till våra asfaltverk. Detta har inneburit att koldioxidutsläppen minskat ytterligare.

Bland de aktörer som valt att lägga Peab Asfalts energisnåla asfalt återfinns bland annat Trafikverket, Järfälla kommun, Västerås kommun och Hallstahammars kommun.

Asfalt med slagginblandning ger goda egenskaper²⁵

Stålslagg används i många länder i asfaltbeläggningar men i Sverige är detta ännu inte särskilt vanligt. Ljusbågsugnsagg har egenskaper som hög stabilitet, bra slitstyrka, beständighet, friktionsegenskaper och bullerreduktion, som gör att den lämpar sig mycket bra som en komponent i asfalt. Slaggens basiska egenskaper medför även att bindemedlet i asfalt (bitumen) får bättre vidhäftning jämfört med konventionellt krossmaterial.

Jämfört med traditionell asfalt får slaggasfalten bättre slitstyrka, vrid- och draghållfasthet och stabilitet. Den går därför utmärkt att använda i rondeller, i broms- och startsträckor eller på hårt belastade trafikleder. Materialet är också mindre känsligt för vatten och växlingar mellan temperaturer under och över nollstrecket. En annan god egenskap hos slaggen hänger samman med dess kornform och resultatet blir en bullerdämpande effekt. Något som är särskilt viktigt i tätbebyggda områden.

Slaggasfalt har också en tendens att "självläka" mindre sprickor. Den är något dyrare än vanlig asfalt med sett över livslängden blir den billigare. En nackdel ur trafiksäkerhets-synpunkt kan vara att den är mörkare än vanlig asfalt.

Ljusbågsagg från företaget Ovako används på ett flertal ställen i Sverige med goda resultat. Projektet sker i samarbete med NCC Roads och inleddes 2005. En annan intressant möjlighet är om slaggasfalten kan förbättra luftkvaliteten. Det finns indikationer på att det slitage av vägen som orsakas av användningen av dubbdäck under vintern kan bli lägre på vägar med slaggasfalt. Dubbdäcken ger kraftigt slitage och orsakar spridning av hälsofarliga partiklar till omgivningen.

Reduktion av klimatbelastningen vid inblandning av slagg i stället för grus är inte så stor med tanke på att klimatbelastningen för grus inte är betydande. Större effekt (även klimatmässigt) uppnås dock sannolikt genom det faktum att slaggasfalt är mer hållbar och leder till längre livslängd för beläggningen och vägen.

Kostnader

Om man väljer att använda en varm beläggning motsvarande Green Asphalt medför det inga förändrade produktionsmetoder och därför inga merkostnader på grund av det. Den

²⁵ <http://miljonnytta.se/arbetsplatser/mer-an-stal-fran-stalindustrin-2/>

specifika NCC-produkten Green Asphalt (som är patentskyddad) är inte heller generellt sett dyrare än en konventionell varm beläggning.

Om man väljer att använda en kall beläggning motsvarande Green Cold bedöms materialkostnaden vara i samma storleksordning som en konventionell varm beläggning, men produktionskapaciteten är lägre än för varm beläggning och det krävs en annan uppbyggnad av beläggningen, vilket sammantaget gör att produktionen bedöms ta dubbelt så lång tid jämfört med varm beläggning.

Ökad efterfrågan på speciellt ”gröna” eller energieffektiva produkter kan dock leda till kapacitetsbrist i det kort perspektivet och till ökade priser. På längre sikt kommer dessa ökningarna sannolikt att neutraliseras om efterfrågan på produkterna består.

Minskning av energianvändning för arbetsmaskiner

Text och bedömning nedan avser transport- och arbetsmaskiner inom skogs- som jordbruk. Till stora delar bör detta också vara relevant för entreprenadmaskiner.

Stor potential för fortsatt energieffektivisering finns för transport- och arbetsmaskiner inom såväl skogs- som jordbruk²⁶. Bedömningen är att det kan gå att nå 50 procent energieffektivisering till år 2050. Ungefär 30–40 procent bedöms ligga i förlängningen av pågående teknikutveckling, rationaliseringar av arbetsmoment och lastkapaciteter. Men för att nå 50 procent behövs intensifiering av både kunskapsspridning och stimulanser till implementering.

Ny teknik

Förväntningarna är störst på effektivare dieselmotorer, el-hybridisering och hydraul-effektivisering/ hybridisering. Höga drivmedelskostnader är en drivkraft, men viktigare är den generella produktivitetshöjningen i arbete utfört per timme.

Dieselmotorn

Dagens bästa verkningsgrad på cirka 40–42 procent går teoretiskt att lyfta uppemot 60 procent i optimala fall, men realistiskt på lång sikt till i genomsnitt cirka 50 procent.

Vid starkt dynamiska körcykler (till exempel skördare, hjullastare) vid mycket varierande belastning och varvtal ligger verkningsgraden kring 25 procent. Här finns de största potentialerna för både el-hybridisering och hydraul-hybridisering: separata motorer och separata arbetstryck anpassade till olika arbetsmoment, återföring av bromsenergi via batteri eller hydraulisk ackumulator, undvikande av strypning mm.

²⁶ ENERGIEFFEKTIVISERING AV SKOGS- OCH JORDBRUK. Hinder och möjligheter att nå en halverad energianvändning till 2050. Ett arbete inom IVAs projekt Ett energieffektivt samhälle. 2014

El-hybridisering

För hjullastare generellt (cirka 50 procent körning och 50 procent arbetsmoment) bedöms effektiviseringspotentialen till totalt cirka 50 procent, medan den för lastbilar i fjärrtransporter bara är av storleksordningen 5 procent.

Hydraulikeffektivisering och -hybridisering

Potentialen på detta område har hamnat i skuggan av el-hybridisering och är gravt underskattad. Här finns väsentligt fler lågt hängande frukter. En färsk offentlig amerikansk studie visar att en genomsnittlig verkningsgrad i hydrauliksystem på 22 procent (befintlig teknik) skulle kunna dubbleras, mest på fordon med starkt cykliska arbetsmoment (sopbilar, hjullastare och grävmaskiner).

Lanseringar har nyligen kommit från tillverkarna Caterpillar (grävmaskin) respektive Liebherr (traktor med 30 procent ökad produktivitet). En 30 procent energieffektivisering på krandelarna av skotare och skördare kan vara lönsam, vilket skulle ge totalt cirka 10 procent, men kanske ta 10–15 år ("konservativ bransch").

El- och hydraulikhybridisering underlättar även produktivets- och energieffektivisering genom nya och bättre styrsystem och delautomatisering.

Bränslen - alternativa bränslen²⁷

Dieselbränsle är det vanligaste drivmedlet för entreprenadmaskiner. Genomsnittsförbrukningen för en enskild entreprenadmaskin kan vara mycket hög. Exempelvis förbrukar en typisk hjullastare (130-560kW) ca 25 ton bränsle per år och en typisk bandgrävare (130-560kW) ca 15 ton bränsle per år.

Med alternativa bränslen menas bränslen som är alternativ till bensin och diesel och som ofta, men inte alltid, har minskad påverkan på miljön, särskilt mängden utsläpp av klimatgasen koldioxid.

De alternativa bränslen som idag är aktuella eller kan bli som ersättning av diesel är framförallt metangas, etanol, metanol, biodiesel och syntetisk diesel.

Metangas kan utvinnas ur jordskorpan och kallas då för naturgas och är en fossil gas. Metangas framställs även genom rötning i särskilda röt-kammare genom nedbrytning av organiskt material i syrefri miljö. Denna metangas kallas biogas och är en förnybar gas. Biogasanläggningar finns oftast i anslutning till reningsverk, deponianläggningar eller större gårdar med gott om organiskt avfall såsom grödor och gödsel. För att biogasen skall kunna nyttjas som fordonsbränsle så måste den uppgraderas. Energiinnehållet måste höjas genom att koldioxiden avskiljs.

27

http://www.trafikverket.se/contentassets/2d49ba7e945c40709ab858b83ce2f0f1/9_branslen_for_arbetsmaskiner.pdf

Biogas kan även framställas genom termisk förgasning vid hög temperatur och tryck av skogsavfall. I denna process erhålls syntesgas som via metanisering omvandlas till biogas. Den gemensamma benämningen på metangas, oavsett ursprung, som används i fordon brukar vara fordonsgas.

För biogas minskas koldioxidutsläppen med ca 80 procent genom att kolet i gasen ingår i kretsloppet. Naturgas ger genom sitt lägre kolinnehåll ca 25 procent lägre koldioxidutsläpp per energienhet jämfört med diesel. Den fördelen försvinner dock om gasen används i en gnisttänd motor (ottoprincipen) med lägre verkningsgrad än den kompressionstända dieselmotorn.

Etanol baseras på förnybar råvara och framställs oftast genom jäsning av socker- eller stärkelserika grödor. Etanol, är fritt från svavel, aromater och har högt oktantal. Etanol är flytande och hanteras och brandklassas (brandklass 1) som bensen, varför det befintliga distributionssystemet kan användas om vissa äldre gummi- och plastmaterial byts ut. Enligt gällande EU direktiv är det tillåtet att blanda upp till 10% etanol i motorbensen, men nuvarande skattereduktion gäller inte för så hög inblandning, vilket innebär att oljebolagen ännu inte gör det (kommer sannolikt att ske 2014-2015).

Etanol kan användas som rent bränsle (E100) eller som inblandning i bensen. Det går utmärkt att köra dieselmotorer på etanol om man höjer kompressionen och tillsätter en tändförstärkare. Idag finns ca 20 års erfarenhet av att köra etanolbussar i Sverige. Bland lastbilar är antalet fordon som drivs med etanol däremot litet.

För att kunna blanda etanol med diesel krävs en lösningsförmedlare (emulgator). Blandningen får då en annan brandklassning vilket försvårar distributionen.

Andra koncept som innebär att insprutningen sker i en liten förkammare eller att antändning sker med hjälp av glödstift finns i forskningsstadiet men inget av dessa koncept är kommersiella i dag.

Metanol är det enklaste av alla alkoholer och benämns ibland för träsprit. Metanol kan produceras från naturgas, kol och ett antal förnybara resurser, inklusive biomassa, depognigas och kraftverk eller restprodukter från industrin. Metanolens egenskaper som flytande bränsle vid rumstemperatur gör det till ett attraktivt alternativ drivmedel för fordon. Metanol kan framställas genom förgasning av träavfall med högt utbyte och får därmed en låg klimatpåverkan. Produktionen av biometanol är emellertid ytterst begränsad i dag.

Metanol är ett idealiskt bränsle för transporter i stor del på grund av dess effektiva förbränning och låga kostnad jämfört med många andra bränslen. Utsläpp av oförbrända kolväten och kolmonoxid är låga samt att metanol också har låga NO_x och partikel emissioner. Användningen av metanol i dag är i princip begränsad till framställning av biodiesel. DME (se nedan) kan också tillverkas från metanol, eller via metanol direkt vid anläggningen.

DME (dimetyleter) är den enklaste av alla etrar och anses vara ett lovande bränslealternativ för dieselmotorer. Framställningen av DME är snarlik den för metanol, råvarubasen är densamma och utbytet är ungefär likvärdigt. Idag framställs DME via metanol men en

process för direkt syntes som skulle kunna öka verkningsgraden något och minska kostnaden finns under utveckling. Framställning av DME från träråvara finns idag bara i pilot skala men fullskaliga anläggningar diskuteras.

DME är idag bara på pilotstadiet när det gäller användning, dvs. det finns en mindre flotta av fordon som körs på DME, men DME skulle mycket väl också kunna användas i arbetsmaskiner.

Biodiesel är ett lätthanterat flytande bränsle som kan blandas med vanlig diesel. Även blandningen av biodiesel och vanlig diesel brukar i vardagligt tal kallas biodiesel. Mängden inblandad biodiesel brukar betecknas exempelvis B7 eller B80, där siffran anger procentandel biodiesel i blandningen.

Biodiesel framställs av vegetabiliska oljor och fetter genom en process som kallas omförestring. Den biodiesel som används i dieselmotorer ingår i bränslefamiljen FAME (Fatty Acid Methyl Ester). Biodiesel tillverkas av bland annat raps (RME, rapsmetylester) eller sojabönor (SME, sojametylester) och metanol (för omförestringen).

Syntetisk diesel/Dieselparaffin (ofta kallad FT-diesel) består av syntetiskt mättade kolväten och kan blandas med vanlig dieselolja. Syntetisk diesel framställs oftast med Fischer-Tropsch-processen, vilken omvandlar syntesgas (blandning av kolmonoxid och vätgas som bildas vid förgasning av utgångsmaterialet) till långa kolkedjor (syntetisk råolja). Den syntetiska råoljan upparbetas sedan till syntetisk diesel.

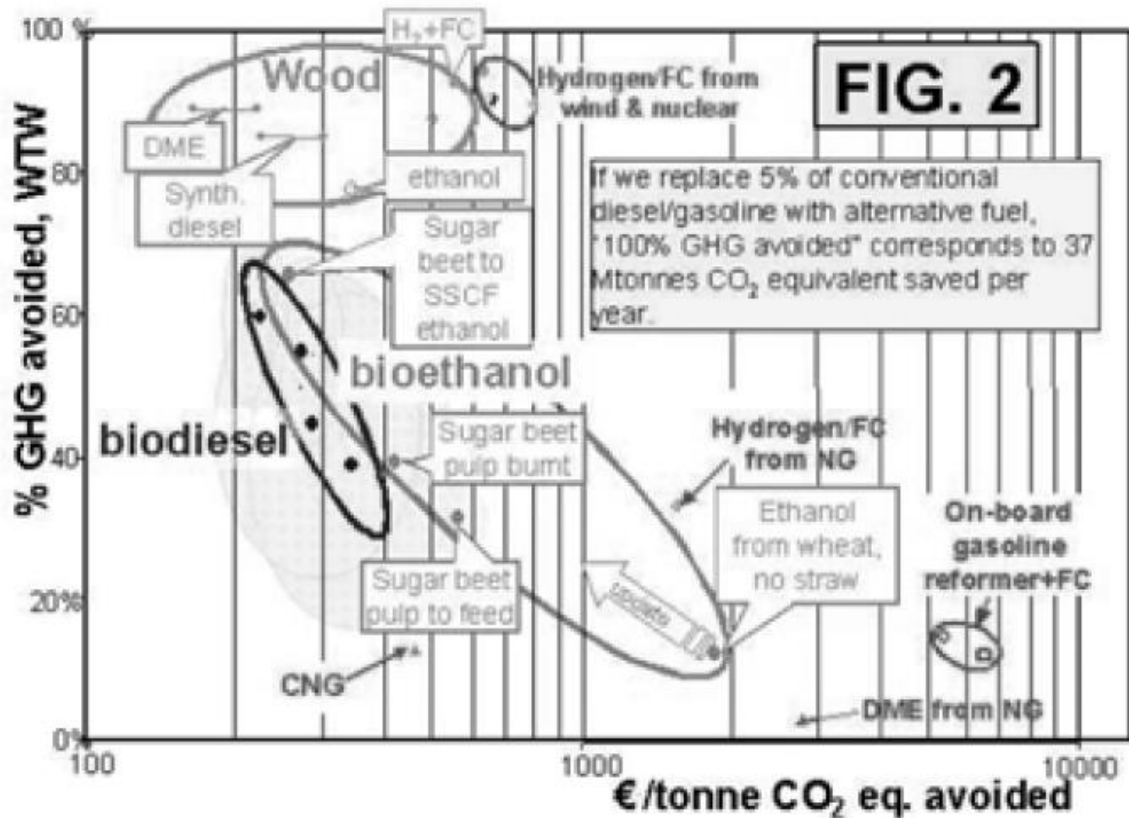
Syntetisk diesel är fri från svavel och aromater och går att köra i befintliga dieselfordon utan att dessa modifieras. Utsläppen av partiklar och kväveoxider har visat sig ligga på samma nivå som för vanlig diesel. Oftast har syntetisk diesel högre energiinnehåll per kilo men låg densitet, vilket ibland ger lägre energiinnehåll per liter. Då den produceras av biomassa kan koldioxidbesparingen uppgå till 80 procent. Syntetisk diesel har således en stor potential som alternativt bränsle.

Biogrödor i debatten

Biobränslen som i framtiden kan framställas från grödor som inte är jordbruksbaserade, eller som härrör från bio-avfall, har inte samma problematik som de flesta av dagens biobränslen, även om markanvändningen här också kan påverkas och konkurrens med annan användning av biomassa (t.ex. cellulosa) kan förekomma.

Sammantaget är resurserna av tillgänglig biomassa inte tillräckligt stora för att inom överskådlig tid kunna ersätta all dagens användning av fossila bränslen.

Potential för minskning av klimatpåverkan²⁸



Figur 19. Procentuell reduktion av växthusgaser (CO₂, CH₄ och N₂O) vid användandet av alternativa drivmedel jämfört med konventionella drivmedel (diesel och bensin) och den specifika kostnaden i Euro för växthusgasreduktionen. Data baseras på 2010 års teknologi (EUCAR, CONCAWE and JRC, 2006).

²⁸ NATURVÅRDSVERKET. Arbetsmaskiner. Rapport 5728