

Energieffektiv asfaltbeläggning



Rapport

Energiåtgång/ emissioner av koldioxid vid tillverkning och utläggning av de asfalttyper som ingår i TRVMB 10 Bitumenbundna lager.

Roger Lundberg NCC Roads Nord

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	4
1. Inledning	5
2. Syfte	6
3. Genomförande	8
3.1. Modellens omfattning och begränsningar	9
3.2. Informationsdata	10
3.3. Kalkylförfarande	11
3.4. Grunduppgifter	12
3.5. Exempel inmatning av tillverkning varmt	13
3.6. Sammanställning av resultat och utdata	14
3.7. Kalkylförutsättning	14
3.8. Ingående poster	15
3.9. Beräknade livslängder	15
3.10. Belagda vägar i Sverige	16
4. Täktens miljöpåverkan	16
4.1. Losshållning	17
4.2. Kross	17
5. Asfaltverkets miljöpåverkan	18
5.1. Tillverkning	19
5.2. Utläggning	20
5.3. Transporter	20
Resultat av beräkningar	21
5.4. Resultatjämförelse varma massor (100 000 m ²)	21
5.4.1. Resultatjämförelse Energiåtgång varmt	22
5.4.2. Resultatjämförelse halvvarmt (100 000 m ²)	22
5.4.3. Resultatjämförelse Energiåtgång halvvarmt	23
5.4.4. Resultatjämförelse kall tillverkning	23
5.4.4. Resultatjämförelse Energiåtgång kall tillverkning	23
5.5. Resultatjämförelse Tankbeläggning (100 000 m ²)	25
5.5.1. Resultatjämförelse Energiåtgång Tankbeläggning	25
5.6. Resultatjämförelse specialmetoder varmt (100 000 m ²)	26

5.6.1.	Resultatjämförelse Energiåtgång varmt Specialmetoder.....	26
5.7.	CO2-utsläpp för en ABT 16 utlagt och klart.....	27
5.8.	Materialåtgång för 10 000 ton ABT 16 utlagt och klart.....	28
5.9.	Emissioner från drivmedel utlagt och klart	29
5.10.	Förklaring av ämnen emissioner till luft.....	30
6.	Olika slitlagerbeläggningar	34
7.	Resultatjämförelse mellan olika slitlager med samma bind- och bärlager	35
7.1.	Tillverkning ABT16.....	36
7.2.	Tillverkning ABS16	36
7.3.	Tillverkning ABb22.....	36
7.4.	Tillverkning AG22.....	36
7.5.	Tillverkning ABS16 med inkört material.....	37
7.6.	Tillverkning kallt och halvvarmt	37
7.7.	Olika slitlager på fräst eller avjämnad yta	38
7.8.	Underhållsbeläggning med olika specialmetoder och Y1B	39
8.	Exempel på miljövinst: Projektet E4 Enånger – Hudiksvall	40
8.1.	Projektets omfattning	40
8.2.	Miljö och energibesparing.....	41
9.	Slutsatser	42
10.	Referenser	43

Sammanfattning

Beläggingsbranschen representerar stor belastning i koldioxidutsläpp, fördelat på transporter, förbränning, industriprocesser och elkraft.

Volym tillverkad asfaltmassa i Sverige ligger på ca 7,5 miljoner ton/år vilket motsvarar 52,6 miljoner ton drivmedel och en miljöbelastning på 140 miljoner ton CO₂. Utöver asfalttillverkningen tillkommer loss hållning, krossning, fräsning, transporter och utläggning av den tillverkade asfaltmassan, till detta skall ingående produkter som gasol, vidhäftningsmedel, sprängmedel, cement m.m. läggas till.

Totalt ligger mängden koldioxidutsläpp per utlagt ton inklusive alla ingående faktorer på ca 52 kg CO₂/ton asfalt. Detta ger på årsbasis i Sverige ca 390 miljoner ton CO₂, beräknat på en ABT 16 70/100 med 20 km transport.

Föra att utföra beräkningar av de olika produkttyperna i VVTBT har ett fingerat objekt skapats, för att alla produkter och metoder skall jämföras lika. Objektet är på 100 000 m² och förutsättningar enligt avsnitt 4.7.

Resultatet visar att en produkt eller metod kan påverka miljön genom högt CO₂ per ton asfalt, men ger ett lågt CO₂ per m². Samma sak gäller vid beräkning av energiåtgång, framförallt vid olika specialmetoder. Typ av energislag, ingående produkter och tjocklek på beläggningen är helt styrande. CO₂/m² eller kWh/m² är det mest rättvisa sättet att redovisa och bedöma miljöpåverkan på.

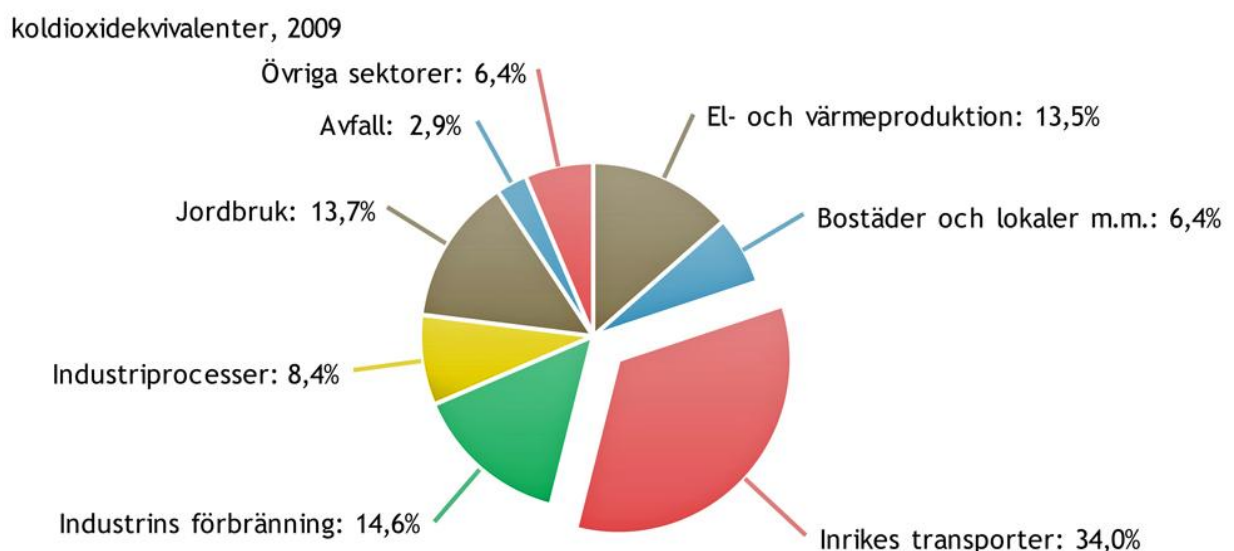
Miljöbelastningen går att sänka genom att använda större mängd återvinning, energibesparande produkter, förbättrad kvalitet som ger ökad livslängd samt temperatursänkande åtgärder och rätt beläggningstyp.

Transporter är en stor miljöbelastning som kan minskas genom tunnare beläggningar, kortare transporter genom mobil uppställning och tätortsnära täkter.

1. Inledning

Jordens klimat håller på att förändras. Naturvårdsverket har i sina direktiv uppsatta miljökvalitetsmål. Målen innefattar att halten av växthusgaser i atmosfären ska stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatet inte blir farlig. Den globala uppvärmningen är en följd av en växande världsbefolkning, industrialisering och ekonomisk utveckling. Klimatförändringarna påverkar hela ekosystemet, global matproduktion och världsekonomin. För att stabilisera halten av växthusgaser på en långsiktigt uthållig nivå krävs mycket omfattande begränsningar av utsläppen. Sveriges nya mål är att till 2020 ha minskat utsläppen med växthusgaser med 40 procent jämfört med 1990 från verksamheter som ligger utanför system för handel med utsläppsrätter och minska koldioxidutsläpp med 17 procent.

I figur 1 redovisas den ungefärliga fördelningen av CO₂-påverkan från olika kategorier.



Den stora globala utmaningen är vidare att utveckla och tillämpa hållbara energilösningar för att begränsa klimatförändringarna. När det gäller åtgärder som ska begränsa den globala uppvärmningen genom att minska de klimatpåverkande utsläppen krävs en omställning av världens energisystem.

Sedan början av 2009¹ finns ett nytt EU-direktiv om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor (2009/28/EG). I direktivet ställs bland annat bindande krav på att Sverige ska uppnå en andel om minst 49 procent förnybar energi till år 2020.

¹ <http://www.regeringen.se/sb/d/2448> 111031

Med direktivet som utgångspunkt har Sverige satt upp följande nationella mål för förnybar energi:

- Andelen förnybar energi år 2020 ska vara minst 50 procent av den totala användningen.
- Andelen förnybar energi i transportsektorn ska år 2020 vara minst 10 procent.

Naturvårdsverket ska ta fram en färdplan för ett Sverige utan nettoutsläpp av växthusgaser år 2050². Flera myndigheter involveras i uppdraget och arbetet ska bygga på dialog och samverkan med hela samhället.

Naturvårdsverket ska:

- Redovisa hur utsläppen ska minska över tiden inom olika sektorer fram till 2050.
- Analysera behov av långsiktiga förändringar inom olika samhällssektorer.
- Flera myndigheter engageras i arbetet, bland annat Boverket, Energimyndigheten, Konjunkturinstitutet, SMHI, Trafikverket, Transportstyrelsen och Vinnova.
- Föreslå förändring i styrmedel eller ytterligare styrmedel för att nå målet på ett kostnadseffektivt sätt.
- Beräkna hur hela utsläppsreduktionen kan ske inom Sverige, samt hur internationella marknader för utsläppshandel kan användas och utvecklas.

2. Syfte

Syftet med rapporten är att ge en beskrivning av ett verktyg för att beräkna Livscykelanalys (LCA) och Livscykelkostnad (LCC) för asfaltsproduktion och asfaltbeläggning. Detta syftar till att visa beräkningar av energiåtgång/ emissioner av koldioxid vid tillverkning och utläggning av de asfalttyper som ingår i TRVKB 10 Bitumenbundna lager.

För att kunna jämföra dessa beläggningstyper och metoder har följande faktorer vägts in:

- Livslängd (kalkylerad eller baserad på verklig uppföljning)
- Kostnadskalkyl (för varje asfaltmassa, kapaciteter, tillverkningskostnader, transportkostnader, utläggningskostnader och gemensamma kostnader)
- Årskostnader (baserat på livslängd och a-pris)
- Materialåtgång
- Energiåtgång

² Pressmeddelande 21 juli 2011 Miljödepartementet

- Emissionsutsläpp till luft
- Emissionsutsläpp till vatten
- Avfall.

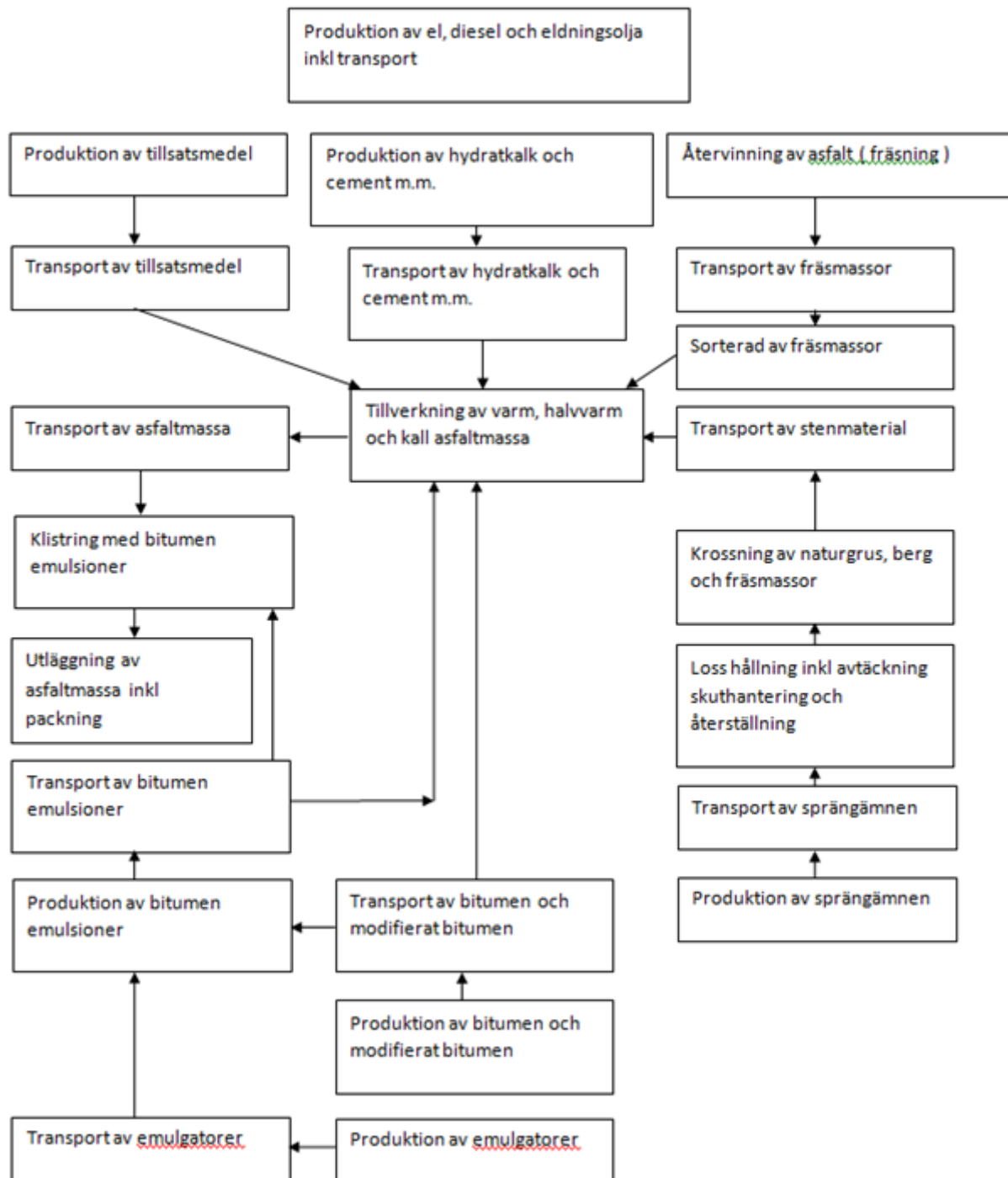
3. Genomförande

Beräkningarna har utförts med en LCA modell som beskriver dels miljöbelastning från själva byggandet och dels energiåtgången samt emissioner och avfall för varje delmoment i processen.

		LIVSCYKELANALYS		Omfattning	
Projekt:					
Inskrivningsdata			Informationsdata		
1	Grunduppgifter	8	Utsläppsvärden		
2	Råvaruhantering (sten)	9	Data Maskiner		
3	Bitumen	10	Förbrukning Maskiner		
4	Fräsning	11	Transporter		
5	Krossning	Resultatdata			
6	Asfalttillverkning	12	Sammanställning		
7	Utläggning/Packning	13	Diagram		

3.1. Modellens omfattning och begränsningar

Livscykelberäkningarna omfattar följande



Modellen håller på att vidareutvecklas så att man även kan ta hänsyn till trafikantens belastning. Dessutom kommer man att kunna lägga in mitträcken och för förstärkningsarbeten även trummor, förstärkningslager, bärlager m.m.

3.2. Informationsdata

8	Utsläppsvärden
9	Data Maskiner
10	Förbrukning Maskiner
11	Transporter

Inmatningsdata baseras på uppgifter från Naturvårdsverket som också är ett rapporterande dokument till FN:s klimatkonvention och EU.

Bitumen, mjukbitumen, emulsioner och bitumentransporter är hämtat från EuroBitume.

Indata gällande maskiner har hämtats från maskinleverantörernas egen redovisning om respektive maskin. Indata om övrigt material har hämtats från materialleverantörer som har redovisat energiåtgång och miljöpåverkan för sina produkter.

När det gäller förbrukning av olika drivmedel och materialåtgång till fräsning, losshållning, krossar och asfaltverk så är all indata baserat på verkliga insatser och verklig energiförbrukning och emissionsutsläpp.

Även transporter och olika maskiner har följts upp under ett antal år och verklig förbrukning ligger till grund för beräkningar av bränsleåtgången.

- Transporter och transporthastigheter
- Terminaltider, d.v.s. tid för lastning och lossning
- Olika bränsleslag
- Maskiner och kapaciteter
- Utsläppsvärden.

3.3. Kalkylförfarande

Kalkylmodellens beräkningar är systematiskt upplagda och följer själva byggprocessen på samma sätt som man bygger upp en kostnadskalkyl.

Programmet är självinstruerande och lättarbetat.

1	Grunduppgifter
2	Råvaruhantering (sten)
3	Bitumen
4	Fräsning
5	Krossning
6	Asfalttillverkning
7	Utläggning/Packning

Inmatade mängder och uppgifter från grundindata förs vidare till nästa steg i processen. Materialmängder, bitumenhalter samt mängd drivmedel räknas ut och beräkningar görs för varje delprocess. Transporttyp och transportlängd matas in för varje process. Miljöbelastning och energiåtgång kan ses för varje delprocess.

3.4. Grunduppgifter

Tänkt Livslängd

Massasorter		Ton	m ²	kg/m ²	Tillverkningsmetod	Stenmaterial (Vikt-%)		
						Bergkross	Natur	Granulat
Slitlager	ABT 16 6,4% 70/100	10 000	100 000	100	Varmt (>120)	100		
Bindlager				0				
Bärlager 1				0				
Bärlager 2				0				

Fräsning	m ²	mm	Ton
	0	0	0

Vägmarkering	km

Tas ej med i denna studie !

Massasammansättning						Klistring
Nytt Bindemedel (Vikt-% massan)			Fibrer	Vidhäftning	Köpfiller	kg/m ²
Pen.	Visk.	Emulsion	Vikt-%	Vikt-%	Vikt-%	emulsion
6,4				0,4% Wetfix I		0,4

Under grunduppgifter matas följande uppgifter in:

- Konstruktionens livslängd
- Asfaltmassans livslängd
- A-pris
- Massatyp
- Mängder
- Klistringsmängd
- Krosstyp
- Tillverkningsmetod
- Fräsning
- Asfaltgranulat
- Olika tillsatsmedel
- Eventuella underhållsåtgärder under vägens livstid.

På samma sätt jobbar man sig igenom programmet, från losshållning av stenmaterial till färdig beläggning på väg inklusive all material, maskiner och transporter.

3.5. Exempel inmatning av tillverkning varmt

Tillverkning Varmt

Volym, total mängd varmt	10 000	ton
Kapacitet vid produktion, medelvärde	150	ton/tim
Total produktionstid	67	tim

Materialåtgång

Material	Mängd ton	Avstånd säljare, km	Typ av trp
Bindemedel Penetrationsbitumen	637	30	Bit+Slap, 28 ton
Viskositetsbitumen			
Bitumenemulsion			
Stenmaterial Bergkross	9 360		
Natur			
Asfaltgranulat Krossat			
Fibrer			
Vidhäftning Cement	2,560		
Wetfix I			
Wetfix N			
AD-Here Lof			
Filler Kalkfiller			
Naturfiller			
AF:1,släppm. Bocka om används			

Materialöverskott

Material	Mängd ton	Avstånd mottagare km	Typ av trp
Filler Egenfiller			
Avfall Industriavfall			

Energiförbrukning tillverkning

Aktivitet	Avstånd säljare km	Typ av trp
Inlastning Lastmaskin Volvo L150	30	Enkelbil, 12 ton
Diesel, m ³ 1,467		
Uppvärmning EO1, l/ton massa 6,71	30	Bit+Slap, 28 ton
Totalt EO1, m ³ 67,1		
EI kWh/ton 10,90		
Totalt, kWh 109 000		
Elverk Ja/Nej		
Totalt EO1, m ³		

Här matas tillverkningsmetod (varmt, halvvarmt eller kallt) in utifrån verklig uppföljning från tidigare objekt eller från årsuppföljningen av:

- Transporter och maskiner
- Ballastmaterial
- Tillsatser, bitumen, emulsioner
- Drift/ el, diesel, WRD, gasol m.m.
- Etablering av maskiner, krossar och asfaltverk
- Kapaciteter

3.6. *Sammanställning av resultat och utdata*

12	Sammanställning
13	Diagram

Resultatsammanställning går att få i tabellform eller i diagramform och här kan man välja vilken typ av utdata man vill ha.

- Emissioner totalt och per arbetsmoment samt per ton och m²
- kWh totalt och per arbetsmoment samt per ton och m²
- Kostnader per ton, m² och år
- CO₂ per ton, m² och år
- kWh per ton, m² och år
- Sammanställning material och dess miljöbelastning
- Sammanställning maskiner och dess miljöbelastning
- Sammanställning transporter och dess miljöbelastning
- Emissioner till luft (se vidare kap 7.8)
- Utsläpp till vatten (Se vidare kap 7.8)
- Avfall.

3.7. *Kalkylförutsättning*

För att kunna beräkna miljöbelastning och energiåtgång på de asfaltbeläggningar som utförs i Sverige måste man utgå från ett specifikt objekt, detta för att kunna jämföra olika beläggningstyper och beläggningsmetoder som används.

För att få en beräkningsgrund för de olika asfalttyperna görs kalkylen enligt förutsättningarna nedan.

- Objektets storlek är 100 000 m²
- Asfaltfabriken ligger i täkt med An14 material
- Transport till lägningsplats är 20 km i snitt
- Bitumendepå är belägen 30 km från fabrik
- Emulsionsfabrik är belägen 30 km från lägningsplats/fabrik
- Drivmedelstransporter är 30 km
- Kvalitetssten An7 transporteras 100 km
- Fräsning sker i objektet och transporteras 20 km i snitt
- Granulat sorteras vid uppställningsplats
- Alternativt att granulat finns och räknas som CO₂-neutralt.

3.8. *Ingående poster*

- Losshållning: Avtäckning, borring, sprängning, skuthantering, återställning
- Kross: Inlastning, trestegskrossning och utbärning i upplag/ lastning
- Asfalttillverkning: Inlastning, asfalttillverkning inkl. el, drivmedel och tillsatsmedel
- Utläggning: Klistring, utläggning, packning med 2 vältrar och servicefordon
- Återvinning: Fräsning, sopning, och sortering av granulat
- Transporter: Drivmedel, sprängmedel, bitumen, emulsion, tillsatsmedel, stenmaterial, fräsmaterial och asfaltmassa.

3.9. *Beräknade livslängder*

Livslängder på beläggningar eller metoder kan utföras med olika beräkningsprogram eller verklig uppföljning. I denna studie har Trafikverkets uppföljning från underhållsbeläggningar använts.

ÅDT tot 500-2000 fordon	År	ÅDT tot 4000-8000 fordon	År
YIB 8/11, IMT 40 8/22	20	AG 22, ABb 16	20
MJOG 16, ÅAMJOG 16	12	TSK 16	12
KALL ÅTERVINNING	10	ABS 16	13
		ABT 16	10
		Remixing 80 % av ABT och ABS	

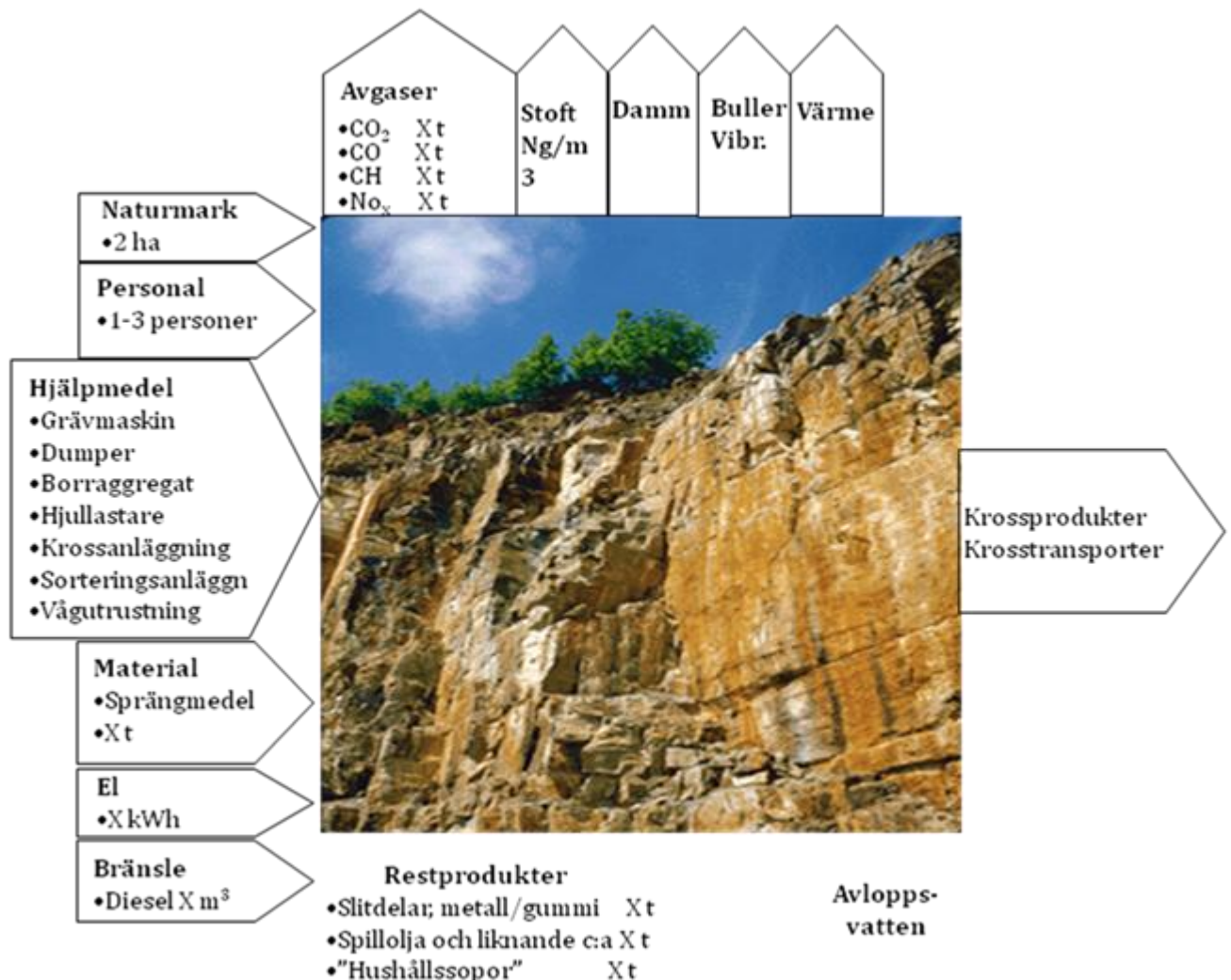
3.10. Belagda vägar i Sverige

Sveriges vägnät har en stor spridning då det gäller trafikbelastning och vilka typer av massa eller metodval som passar för de olika trafik-klasserna.

ÅDT tot. < 1000 fordon utgör ca 63%	Utförs med CO2-snåla produkter
ÅDT tot. < 2000 fordon utgör ca 76%	Utförs med CO2-snåla produkter
ÅDT tot. < 3000 fordon utgör ca 80 %	Utförs oftast med CO2-krävande produkter
ÅDT tot. 4000-8000 fordon utgör ca 88%	Utförs med CO2-krävande produkter. Kan utföras med alternativa CO- reducerade produkter

Om vin kan öka kvaliteten på de produkter och metoder som idag används till vägar upp till 2000 ÅDT så att dessa kan användas på vägar upp till 4000 ÅDT, skulle det innebära en ökning av energi- och CO2-snåla produkter med 10 %.

4. Täckens miljöpåverkan



Täktverksamhet med markanspråk, avtäckning och losshållning inkl. skuthantering har en stor inverkan på miljöbelastningen och materialhushållning. Återställning av täkt har också en stor betydelse. Ju mer kunskap man har om ekologin i och omkring en täkt desto bättre återställningsarbeten kan man göra. I vissa fall har täktmiljön skapat unika möjligheter för växt- och djurliv som inte återfinns på andra ställen, vilket innebär att återställning måste genomföras ytterst varsamt. Genom att planera för detta under tiden produktionen pågår blir produktionstiden en del av återställningen, vilket avspeglar sig i resurshushållningen i täkten.

Även återvinning av olika material såsom betong och asfalt har fått ökad betydelse inte bara för emissioner utan också för resurshållningen.

Losshållning och krossning är energikrävande och kan utföras på många olika sätt. Genom rätta resurser och arbetsplanering samt god framförhållning från beställare kan energiförbrukning och emissionsutsläpp minskas med 50 %.

4.1. Losshållning

I losshållning ingår avtäckning, borrar, sprängning och 10 % skuthantering. Miljöbelastningen för 1 ton stenmaterial är:

- Drivmedel 0,16 l/ton material vilket motsvarar 0,4kg CO₂/ton material
- Sprängmedel 0,5 kg/ton material med 0,03kg CO₂/ton material
- Totalt CO₂/ton stenmaterial är ca 0,43kg

Med bränslebesparingskit som monteras på borrhvagn och genom att använda miljösprängmedel minskar CO₂-utsläppen med 0,11 kg/ton material.

4.2. Kross

Krossning kan ske med mobil eller fast krossanläggning. Beroende på tidsplanering och resurser kan krossning ibland ske med flera etableringar eftersom krossning av asfaltmaterial sker i tre eller fyra steg. Detta är energikrävande och emissionskrävande process.

I beräkningarna räknas krossning i en sammanhängande etablering där det ingår inlastning, trestegskrossning samt utbärning i upplag med hjullastare.

Miljöbelastning från fast kross:

- Drivmedel: 1,3 l/ton material
- CO₂: 3,5 kg/ton material

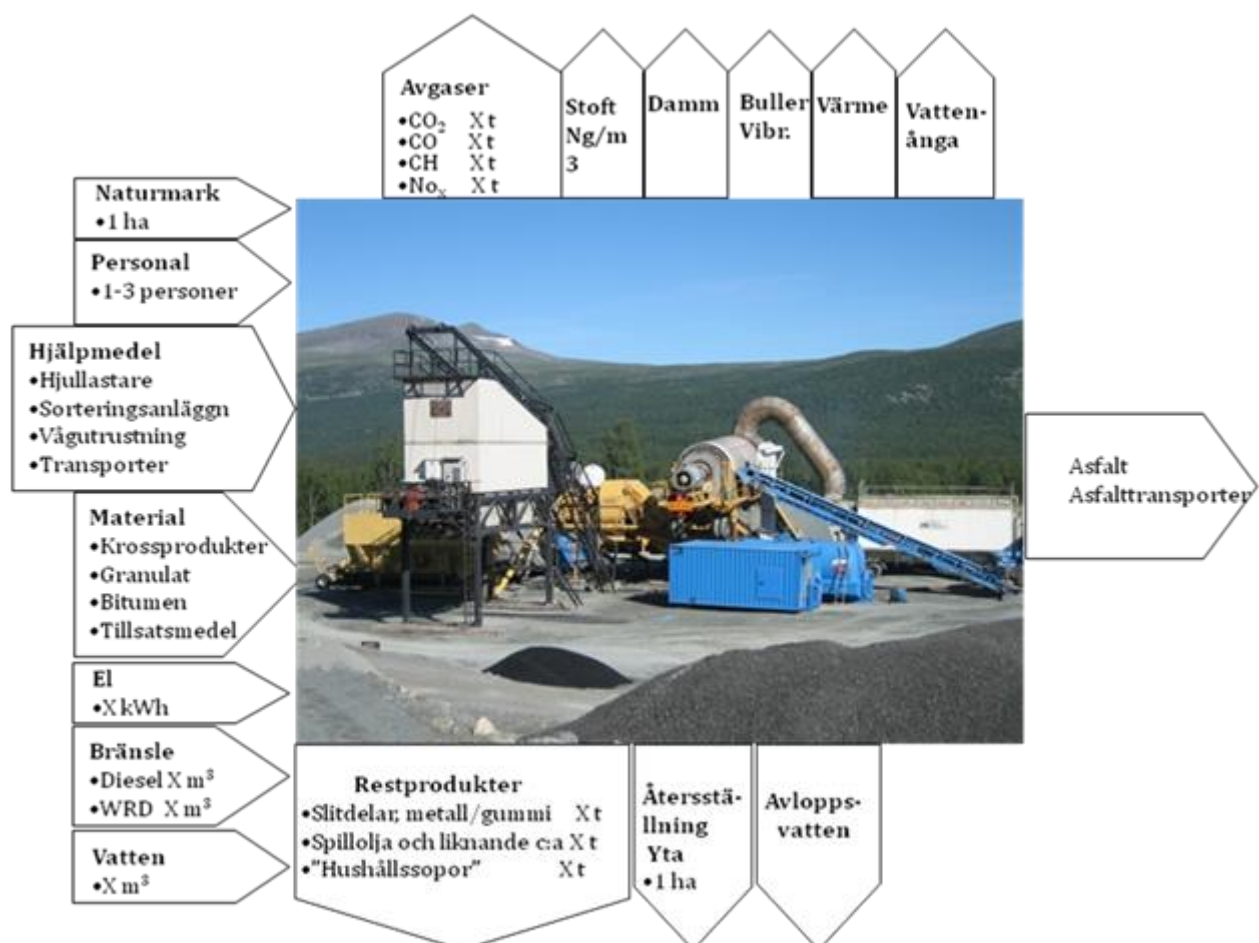
Miljöbelastning från mobil kross:

- Drivmedel: 1,7 l/ton material
- CO₂: 4,5 kg/ton material

Om krossanläggningen drivs med direktel istället för elverk som drivs med diesel minskar drivmedelsförbrukningen med 0,9 l/ton material och CO₂ utsläppen minskar med 2,4kg/ton material.

Om etablering sker dels för förkross och sedan efterdel så tillkommer transportbelastning och ökad drivmedelsförbrukning med ca 1 liter/ton och CO₂-utsläppen med 2,7 kg/ton stenmaterial.

5. Asfaltverkets miljöpåverkan



5.1. Tillverkning

Asfalttillverkning kan ske på många olika sätt:

- Varm, halvvarm eller kall tillverkning
- Tillverkning i mobila eller fasta anläggningar
- Med eller utan återvinning
- Med eller utan olika tillsatsmedel

I beräkningarna ingår inlastning av stenmaterial med hjullastare, inblandning av bitumen och vidhäftningsmedel samt uppvärmning och torkning av stenmaterial.

Miljöbelastning för en ABT16 70/100 i en täkt med godkänt stenmaterial som har en fukthalt på 3 % och normala förbrukningsvärden är:

- Drivmedel maskiner: 0,2 liter/ton asfalt
- WRD till brännare: 7,5 liter/ton asfalt, motsvarar 20,4 kg CO₂/ton asfalt
- Elförbrukning: 8 kWh/ ton asfalt, motsvarar 0,8 kg CO₂/ton asfalt
- Bindemedel: 64 kg/ton asfalt, motsvarar 17,9 kg CO₂/ton asfalt
- Amin: 0,4 kg/ton asfalt, motsvarar 0,5 kg CO₂/ton asfalt.

Detta ger totalt 39,6 kg CO₂/ton asfalt

Med cement som vidhäftningsmedel ökar CO₂-utsläppen 8,8 kg/ton asfalt jämfört med amin som vidhäftningsmedel.

Lågtempererad asfalt minskar CO₂-utsläppen med 5,3 kg/ton asfalt jämfört med konventionell tillverkad varmassa.

Inblandning av 10 % CO₂-neutralt granulat ger 1,4 kg CO₂-reducering per ton.

Vid byte från 6,4 % 70/100 till PMB ökar CO₂ utsläppen med 5,6 kg.

Transport av stenmaterial är en stor belastning av resurser och emissioner av bland annat svaveldioxid, kväveoxid, kolmonoxid, koldioxid och kolväte.

5.2. Utläggning

Utläggning av asfalt sker med asfaltmaskin eller med olika specialmaskiner som har olika energibehov beroende på metod och maskintyp. Diesel och gasol/propan är stora energikällor och källa till höga emissionshalter. Utöver detta tillkommer klisteremulsioner, klisterutrustning och vältar samt olika servicefordon.

Miljöbelastning för att lägga ut 1 ton asfalt med en stor maskin och två vältar inkl. klistring och lagbil är:

- Drivmedel maskiner: 0,5 l/ton asfalt, motsvarar 1,3 kg CO₂/ton asfalt
- Klister: 4 kg/ton asfalt, motsvarar 2,4 kg CO₂/ton asfalt
- Gasol till skridvärmare: 0,7 kg/ton asfalt, motsvarar 2,0 kg CO₂/ton asfalt

Detta ger en total miljöbelastning 5,7 kg CO₂/ton utlagd asfalt. Med elskrid minskar CO₂ utsläppen med 1,8 kg/ton asfalt enligt de mätningar som är gjorda. Ökad livslängd på 3 år genom ökad kvalitet sänker CO₂-utsläppen med 1,2 kg/ton och år.

5.3. Transporter

Transporter av drivmedel, bitumen, fräsmassor, stenmaterial och asfalt har en stor effekt på miljön och är helt beroende på tåktens läge, asfaltverkets uppställning och transport ut till läggningsplats samt alla insatsvaror som stenmaterial, bitumen, emulsioner, drivmedel, vidhäftningsmedel m.m.

Miljöbelastning för 1 ton utlagd asfaltmassa vid 100 km grustransport och 20 km asfalttransport är:

- Transport av stenmaterial: 2,6 liter diesel/ton stenmaterial, motsvarar 6,9 kg CO₂/ton stenmaterial
- Transport bitumen: 64 kg/ton asfalt, motsvarar utsläpp på 2,2 kg CO₂/ton bitumen vilket motsvarar 0,14 kg CO₂/ton färdig asfalt
- Transport av asfalt 20 km: 0,7 liter/ton asfalt, motsvarar 1,8 kg CO₂/ton asfalt

Totalt för 1 ton utlagd asfalt så åtgår det ca 8 kg CO₂ enbart för grus, bitumen och asfalt. Därutöver till kommer etableringar, transport drivmedel och andra insatsvaror samt persontransporter.

CO₂-utsläppen för transporter är stora och är helt beroende av transportlängd, utsläppsklass på transportfordon och fordonsstorlek, kapaciteter och mängd material som skall transporteras.

Resultat av beräkningar

Med förutsättningar enligt avsnitt 4,7, 4,8 och 4,9 har beräkningar på CO₂-utsläpp och energibelastning (kWh) för varje massatyp och tillverkningsmetod beräknats.

Genom beräkning av kWh kan man beräkna och sätta ett värde/belastning på olika beläggningstyper och metoder samt beräkna miljövinster i kronor och ören. (1 kWh = 1 kr)

5.4. Resultatjämförelse varma massor (100 000 m²)

Massatyp	CO ₂ tot.	CO ₂ /ton	CO ₂ /m ²	Livsl	kr/m ² /år
150 AG22 160/220	512 775 kg	47,3 kg	5,1 kg	20 år	7,90 kr
120 ABb16 100/150	420 778 kg	49,5 kg	4,2 kg	20 år	7,60 kr
100 ABT16 70/100	380 763 kg	54,2 kg	3,8 kg	10 år	10,30 kr
100 ABS16 70/100	401 704 kg	54,5 kg	4,0 kg	13 år	11,20 kr

Transporteras stenmaterialet 100 km till asfaltverket tillkommer en påverkan på +6,9 kg CO₂/ton.

Använder man lågtempererad asfalt sjunker CO₂-påverkan med -5,3 kgCO₂/ton.

Om asfaltgranulatet skall fräsas i objektet och transporteras till asfaltverket och sorteras förändras CO₂ värden enligt följande:

- vid 10 % inblandning tillkommer 1,3 kg CO₂/ton asfalt
- vid 15 % inblandning ± 0 kg
- vid 20 % inblandning avgår 1,0 kg CO₂/ton asfalt
- vid 30 % inblandning avgår 2,1 kg CO₂/ton asfalt.

Om granulatet finns i täkt och är processat räknas granulatet som CO₂-neutralt, vilket ger följande förändringar:

- 10 % inblandning ger en minskning med 1,4 kg CO₂/ton asfalt
- 20 % inblandning ger en minskning med 2,7 kg CO₂/ton asfalt
- 30 % inblandning ger en minskning med 4,0 kg CO₂/ton asfalt

5.4.1. Resultatjämförelse Energiåtgång varmt

Massatyp	kWh el	Drivmedel	Tot. kWh	kWh/ton	kWh/m2
150 AG22, 160/220	120 000 kWh	151 986 l	1 565 386 kWh	104 kWh	15,7 kWh
120 ABb16, 100/150	96 000 kWh	123 125 l	1 266 918 kWh	105 kWh	12,7 kWh
100 ABT16, 70/100	80 000 kWh	103 412 l	1 063 448 kWh	106 kWh	10,6 kWh
100 ABS16, 70/100	80 000 kWh	103 420 l	1 063 524 kWh	106 kWh	10,6 kWh

Transporteras stenmaterialet 100 km till asfaltverket tillkommer en påverkan på +25 kWh. Används lågtempererad asfalt sker en minskning av energiåtgången med -19 kWh.

Blandas det i 10 % granulat ökar energiförbrukningen med +3,3kWh och med det dubbla +6,6 kWh om granulathalten ökar till 20 %. Med 30 % granulat ökar följaktligen siffran till +9,9 kWh.

5.4.2. Resultatjämförelse halvvarmt (100 000 m2)

Tillverkning halvvarmt är beräknat med ångturboverk.

Massatyp	CO2 tot.	CO2/ton	CO2/m2	Livsl	kr/m2/år
110 MJOG16, 3,5 % V1500	367 176 kg	44,1 kg	3,7 kg	12 år	8,30 kr
110 ÅAMJOG, 2,3 % V1500 85 % ÅA	230 172 kg	17,3 kg	2,3 kg	12 år	6,10 kr

Vid inblandning av 20 % CO2-neutralt granulat minskar miljöpåverkan med -3,9 kg CO2/ ton vid nytillverkning av MJOG 16 V1500.

Massatyp	CO2 tot.	CO2/ton	CO2/m2	Livslängd	Kr/m2/år
110 MJOG16, 4,1 % V12000	409 330 kg	51,1 kg	4,1 kg	12 år	8,60 kr
110 ÅAMJOG16, 2,9 % V12000 85 % ÅA	245 059 kg	19,3 kg	2,5 kg	12 år	6,10 kr

Vid inblandning av 20 % CO2-neutralt granulat minskar miljöpåverkan med -2,7 kg CO2/ ton vid nytillverkning av MJOG 16 V12000.

Om stenmaterialet transporteras 100 km till asfaltverket tillkommer en CO2 påverkan med +6,9 kg CO2/ton material.

5.4.3. Resultatjämförelse Energiåtgång halvvarmt

Massatyp	Drivmedel	Tot. kWh	kWh/ton	kWh/m2
110 MJOG16 V1500	70 714 l	672 490 kWh	61 kWh	6,7 kWh
110 ÅAMJOG16 V1500	71 594 l	680 859 kWh	62 kWh	6,8 kWh
110 MJOG16 V12000	74 453 l	708 048 kWh	64 kWh	7,1 kWh
110 ÅAMJOG16 V12000	75 334 l	716 426 kWh	65 kWh	7,2 kWh

Transporteras stenmaterialet 100 km till asfaltverket tillkommer en påverkan på +25kWh/ton. Vid inblandning av CO2-neutralt granulat minskar påverkan med -3,4 kWh/ton.

5.4.4. Resultatjämförelse kall tillverkning

Massatyp	CO2 tot.	CO2/ton	CO2/m2	Livsl	kr/m2/år
110 KallÅA16 3,6 % BE60M/V1500, 85 % ÅA 15 % 0/16	185 129 kg	16,9 kg	1,9 kg	10 år	6,40 kr
110 KallÅA16 3,6 % Nymuls 160, 85 % ÅA 15 % 0/16	163 476 kg	14,9 kg	1,6 kg	12 år	6,10 kr
110 Kall ÅA 16 2,3 % skum 330/430, 85 % ÅA 15 % 0/16	182 496 kg	13,0 kg	1,8 kg	12 år	5,40 kr
110 Kall ÅA16 2,3 % V1500, 85 % ÅA 15 % 0/16	182 497 kg	13,2 kg	1,8 kg	10 år	6,90 kr

Om stenmaterialet transporteras 100 km till asfaltverket tillkommer en CO2-påverkan med +6,9 kg CO2/ton material. Vid inblandning av 20 % CO2-neutralt granulat minskar miljöpåverkan med -3,8 CO2/ton vid nyttillverkning.

5.4.4. Resultatjämförelse Energiåtgång kall tillverkning

Massatyp	Drivmedel	Tot. kWh	kWh/ton	kWh/m2
110 Kall ÅA16 BE60M/V1500	50 208 l	477 478 kWh	43 kWh	4,8 kWh
110 Kall ÅA16 Nymuls 330/430	50 208 l	477 478 kWh	43 kWh	4,8 kWh
110 Kall ÅA 16, 2,3 % skum	50 208 l	477 478 kWh	43 kWh	4,8 kWh
110 Kall ÅA16, 2,3 % V1500	50 208 l	477 478 kWh	43 kWh	4,8 kWh

Transporteras stenmaterialet 100 km till asfaltverket tillkommer en påverkan på +25 kWh/ton. Vid inblandning av CO₂-neutralt granulat minskar påverkan med -3,4 kWh/ton.

5.5. Resultatjämförelse Tankbeläggning (100 000 m²)

Massatyp	CO ₂ tot.	CO ₂ /ton	CO ₂ /m ²	Livsl	kr/m ² /år
Y1B 8/11, 2,4 kg/m ² BE65R	96 392 kg	66,2 kg	1,0 kg	20 år	1,70 kr
IMT 40, 4,7 kg/m ² BE60R	240 774 kg	42,6 kg	2,4 kg	20 år	4,10 kr
JIM 8/22, 4,0 kg/m ² BE60R	201 039 kg	39,4 kg	2,0 kg	20 år	3,50 kr

Om stenmaterialet transporteras 100 km utläggningsplatsen tillkommer en CO₂-påverkan med +6,9 kg CO₂/ton material.

5.5.1. Resultatjämförelse Energiåtgång Tankbeläggning

Massatyp	Drivmedel	Tot. kWh	kWh/ton	kWh/m ²
Y1B 8/11, 2,4 kg/m ² BE65R	12 727 l	121 033 kWh	75,6 kWh	1,1 kWh
IMT 40, 4,7 kg/m ² BE60R	40 589 l	386 001 kWh	48,3 kWh	3,9 kWh
JIM 8/22, 4,0 kg/m ² BE60R	33 291 l	316 597 kWh	45,2 kWh	3,2 kWh

Transporteras stenmaterialet 100 km till utläggningsplatsen tillkommer en påverkan på +25kWh/ton.

5.6. Resultatjämförelse specialmetoder varmt (100 000 m²)

Massatyp	CO ₂ tot.	CO ₂ /ton	CO ₂ /m ²	Livsl	kr/m ² /år
Referens 100 ABS16 70/100	434 288 kg	61,8 kg	4,3 kg	13 år	11,20 kr
Remixing 25 ABS16 70/100	282 972 kg	131,5 kg	2,8 kg	10 år	3,40 kr
Remixing plus 50 ABS16 70/100	427 518 kg	103,8 kg	4,3 kg	10 år	5,30 kr
Tunnskikt 50 ABS16 70/100	301 040 kg	64,8 kg	3,0 kg	12 år	6,20 kr

100 km transport av stenmaterial med kvalitet AN7 ingår. AN7 stenmaterial i täkt ger en minskning med -6,9 kg CO₂/ton. Används lågtempererad asfalt minskar påverkan med -5,3 kgCO₂/ton.

5.6.1. Resultatjämförelse Energiåtgång varmt Specialmetoder

Massatyp	kWh el	Drivmedel	Tot. kWh	kWh/ton	kWh/m ²
Referens 100 ABS16 70/100	80 000 kWh	122 969 l	1 169 435 kWh	117 kWh	11,7 kWh
Remixing 25 ABS16 70/100	20 000 kWh	52 132 l	495 775 kWh	198 kWh	5,0 kWh
Remixing plus 50 ABS 16 70/100	40 000 kWh	98 465 l	936 402 kWh	187 kWh	9,4 kWh
Tunnskikt 50 ABS 16 70/100	40 000 kWh	62 614 l	595 459 kWh	119 kWh	6,0 kWh

Transport stenmaterial 100 km ingår. AN7 stenmaterial i täkt minskar med -25 kWh/ton. Används lågtempererad asfalt minskar påverkan med -19 kWh/ton.

5.7. CO2-utsläpp för en ABT 16 utlagt och klart

Med förutsättningar enligt avsnitt 4.7, 4,8 och 4,9 har beräkningar på CO2-utsläpp och energibelastning (kWh) för en ABT 16 utlagt och klart beräknats:

1 ton ABT16 6,4 % 70/100 i täkt. CO2/ton asfalt		
Aktivitet:	CO2/ton	Tillägg / avdrag CO2
Losshållning:	0,4 kg	
Kross:	3,5 kg	
Transport stenmaterial 100 km:		+6,9kg
Bitumen:	17,9 kg	
Transport bitumen:	0,14 kg	
Tillverkning:	23,5 kg	
Lågtempererad asfalt:		-5,3kg
10 % CO2 neutralt granulat:		-1,4kg
Aminer/ släppmedel:	1,2 kg	
Transport asfaltmassa:	1,8 kg	
Utläggning:	5,8 kg	
TOTALT:	54,2 kg	

5.8. *Materialåtgång för 10 000 ton ABT 16 utlagt och klart*

Materialåtgång enligt ovan beräknad CO2 belastning

10 000 ton ABT16 6,4 % 70/100 i täkt.	
Sprängmedel:	5 ton
Drivmedel kross:	14 585 liter
Drivmedel utläggning:	4 833 liter
El:	80 000 kWh
WRD:	75 000 liter
Amin:	4 ton
Emulsion:	40 ton
Bitumen:	640 ton
Gasol:	7 ton
Drivmedel transport asfalt:	7 194 liter
Stenmaterial:	10 000 ton

5.9. Emissioner från drivmedel utlagt och klart

10 000 ton ABT16 6,4 % 70/100 i täkt.

Förbrukning av WRD och Diesel:

WRD:	75 000 l
Diesel:	35 052 l

Emissioner till luft:

Svaveldioxid:	220 kg
Kväveoxid:	2 641 kg
Kolmonoxid:	1 540 kg
Koldioxid:	292 737 kg
Kolväte:	440 kg
Lustgas:	0,1 kg
PM10:	110 kg

Emissioner till vatten:

Kaliumdikromat:	0,022 kg
N-Total:	0,003 kg
Olja:	1,541 kg

5.10. *Förklaring av ämnens emissioner till luft*³

Svaveldioxid

Svaveldioxid, SO₂, är en färglös och hostretande gas. Gasen bildas naturligt då biologiskt material bryts ner. Den uppstår även vid förbränning av fossila och andra svavelhaltiga ämnen. I vatten löser den sig lätt varvid svavelsyra bildas. Den största naturliga källan till svaveldioxid är vulkaner.

Då gasen kommit ut i atmosfären oxideras den till svaveltrioxid ($2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$) som sedan med vatten bildar svavelsyra ($\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$), vilket bidrar till försurning.

I Sverige har svaveldioxidutsläppen minskat kraftigt sedan 1970-talet. År 1980 låg utsläppen på cirka 500 000 ton och hade år 1990 minskat med 79 % till cirka 105 000 ton. Därefter har utsläppen fortsatt minska och var 2009 nere i cirka 30 000 ton, vilket är en minskning med 72 % jämfört med 1990, och 94 % jämfört med 1980. Orsaken till minskningen är framför allt förbättrad rökgasrening i stora förbränningsanläggningar och inom industrin samt en övergång till svavelfattig olja. Ersättning av kol och olja med biobränslen har också minskat utsläppen¹.

Kväveoxid

Kväveoxid eller kvävemoxid, NO, är en giftig gas som bildas vid förbränning i luft. Kvävemoxid verkar irriterande på hud och ögon och inandning av stora mängder kan leda till döden.

Kvävemoxid bildas då en blandning av kväve och syre utsätts för höga temperaturer och högt tryck. Ju längre tid som en blandning av kväve och syre utsätts för höga temperaturer och högt tryck, desto mer kvävemoxid bildas. Den största källan till bildandet av kvävemoxid är förbränningsmotorer i bilar eller vid förbränning i kraftverk. Kvävemoxid reagerar med syre och bildar kvävedioxid (NO₂). Kvävemoxid, kvävedioxid och några andra kväveoxider kallas med ett gemensamt namn för NO_x. Gasen kvävedioxid spelar en roll i bildandet av marknära ozon ihop med andra luftföroreningar som till exempel kolväten (HC) och sot. Kvävemoxid kan bidra till nedbrytningen av ozonlagret. Oftast omvandlas kvävemoxid till kvävedioxid långt innan gasen når ozonlagret. I förorenad stadsluft bidrar kvävemoxid till att halterna av ozon (O₃) minskar genom reaktionen.

³ <http://sv.wikipedia.org/wiki/Portal:Huvudsida> 111027

Kolmonoxid

Kolmonoxid kan vara mycket skadlig att andas in. Mekanismen bakom dess giftighet är komplex och inte helt utredd, men den viktigaste orsaken är att den binder till de röda blodkropparna starkare än vad syre gör, vilket gör att blodkropparnas förmåga att transportera syre försämras kraftigt med ökande dos. Det inhiberar elektrontransporten och utpumpandet av protoner vid komplex IV i elektrontransportkedjan. Detta gör att en hög exponering snabbt kan leda till kvävning även om man andas in ren luft efteråt. Gasen förekommer dock även naturligt i kroppen i små mängder, då vissa biologiska processer producerar den.

En akut förgiftning kan även leda till neurologiska symptom dagar eller veckor efter exponeringen.

Gasen bildas vid ofullständig förbränning av kol och kolföreningar, exempelvis i bensinmotorer. Exempel på vardagsnära gaser som innehåller kolmonoxid är tobaksrök och bilavgaser. CO-halten i bilavgaser är dock idag kraftigt begränsad.

Koldioxid

Koldioxid är en växthusgas och bildas vid fullständig förbränning av kolföreningar i syre. Vid förbränning av biomassa ökar inte halten av koldioxid i atmosfären, så länge biomassan tillåts växa upp igen och åter absorbera samma mängd koldioxid. Vid förbränning av fossila bränslen som kol, petroleum, naturgas och oljeskiffer återförs kol som varit utanför kretsloppet väldigt länge. Såvida inte varje gram av återfört kol binds i ny biomassa, så ökar koldioxidhalten i atmosfären.

Denna ökning av koldioxiden, som industrialismen och dess storskaliga utnyttjande av fossila bränslen medfört, leder till en ökad växthuseffekt vilket bidrar till global uppvärmning. Dessutom leder utsläppen till havsförsurning, vilket kan utvecklas till ett allvarligt hot mot havens ekosystem.

Kolväte

Eftersom kolväten innehåller stora energimängder och dessutom har lätt att brinna i luft, används många kolväten som bränsle. Vid förbränning bildas koldioxid som bidrar till att förstärka den så kallade växthuseffekten. De lättaste kolvätena (till exempel metan och etan, vilka har en respektive två kolatomer) är gasformiga och ingår i naturgas, vilken bland annat används som bränsle i stor skala. Propan och butan (tre respektive fyra kolatomer) används som bränsle i brännare, såsom bunsenbrännare, och i cigarettändare. Olika kolväten med ungefär 5-10 kolatomer används som motorbränsle, bensin. Ännu längre kedjor har de ämnen som ingår i råolja, eldningsolja och diesel.

Bland andra användningsområden finns lösningsmedel, vilket främst aromatiska kolväten används till, och framställning av plaster, där omättade, mindre kolväten som eten och propen används.

Lustgas

Lustgas, kväveoxidul, dikväveoxid, salpeteroxid, N_2O , är en icke brännbar gas. Den är relativt ofarlig vid kontrollerad användning, mildt bedövande, men inte narkotikaklassad. Den används främst som smärtlindring vid förlossningar och inom tandvården eller för att inleda full narkos med annat ämne. Lustgas påverkar även ozonet i stratosfären på så sätt att N_2O fotolyseras till kväveoxid NO som bryter ned ozonmolekylerna O_3 till syrgas O_2 och lustgas N_2O . Idag är dikväveoxid den största källan av ozonpåverkande gaser.

PM10

PM₁₀ betecknar partiklar mindre än 10 mikrometer.

Partiklar utgörs av små fragment av fasta eller flytande material som svävar i en gas eller vätska. Den engelska benämningen är "particulate matter" (PM), vilket betyder materia i form av partiklar. PM kan uppstå genom naturens processer, t ex vulkanutbrott som kastar upp pyroklastiskt material i atmosfären, sandstormar, gräs- och skogsbränder, växters fröspridning och liknande. PM kan även skapas av människan, t ex genom förbränning av fossila drivmedel i fordon, värmeverk och kolkraftverk. Många industriella processer skapar också mycket partiklar i vätskor eller i luften. Ca 90 % av alla partiklar i atmosfären har skapats genom naturens egna processer, medan ca 10 % har skapats till följd av mänskliga aktiviteter^[1]. Andelen partiklar som skapats genom mänsklig aktivitet kan vara avsevärt högre i tätorter. Höga halter av PM i luften orsakar hälsorisk i luftvägarna (nedsatt lungfunktion och lungcancer) samt i form av hjärtsjukdomar.

7.8.2 Förklaring av ämnen emissioner till vatten⁴

COD

COD (Chemical Oxygen Demand) är ett mått på den mängd syre som förbrukas vid fullständig kemisk nedbrytning (totaloxidation) av organiska ämnen i vatten.

Olja

Olja är i allmänhet vätskor som är hydrofoba det vill säga olösliga i vatten. I massmedia syftar ordet "olja" utan attribut oftast på råolja, petroleum

Oljor utgörs av olika organiska föreningar som består av molekyler med ingen eller liten elektrisk polarisering. Detta gör att oljor löses lätt i varandra, men att de inte låter sig blandas med polariserade vätskor som vatten.

Mineraloljor, som främst utgörs av olika kolväten och utvinns i regel ur petroleum till exempel smörolja och dieselolja. Vanligtvis är det ämnen av denna typ som avses då olja används i vardagligt språkbruk.

⁴ <http://sv.wikipedia.org/wiki/Portal:Huvudsida> 111027

6. Olika slitlagerbeläggningar

Om man jämför olika slitlagerbeläggningar utan att ta hänsyn till olika livslängder, trafikklasser och underarbeten så kan man konstatera att det är skillnader mellan CO₂-utsläppen och energiåtgången mellan de olika slitlagerbeläggningarna.

Massatyp	CO ₂ /ton	CO ₂ /m ²	kWh/m ²	ÅDTtot	Livsl	kr/m ² /år
100 ABT16 70/100	54,2 kg	3,8 kg	10,6 kWh	> 4000	10 år	10,30 kr
110 MJOG16 V12000	51,1 kg	4,1 kg	7,7 kWh	< 2000	12 år	8,60 kr
110 85%ÅA16 Nymuls	14,9 kg	1,6 kg	4,8 kWh	< 2000	12 år	6,10 kr
Y1B 8/11 BE65R	66,2 kg	1,0 kg	1,1 kWh	< 2000	20 år	1,70 kr
50 Remixing Plus	96,9 kg	3,9 kg	7,7 kWh	> 4000	10 år	5,30 kr
50 TSK16	57,9 kg	2,3 kg	4,7 kWh	> 4000	12 år	6,20 kr



7. Resultatjämförelse mellan olika slitlager med samma bind- och bärlager

Massatyp	CO2/ton	kWh/ton	CO2/m2	kWh/m2	kr/m2	livslängd år	kr/m2/år
90 ABT 16 70/100	50,3	161,9	4,5	14,6	68,00	10	9,20
120 ABb 22 100/150	49,3	158,3	5,9	19,0	87,00	20	7,60
150 AG 22 160/220	48,2	154,2	7,2	23,1	91,00	20	7,90
TOTALT	147,8	474,4	17,6	56,7	246,00		24,70
90 ABS 16 70/100	54,2	175,6	4,9	15,8	90,00	12	10,70
120 ABb 22 100/150	49,3	158,3	5,9	19,0	87,00	20	7,60
150 AG 22 160/220	48,2	154,2	7,2	23,1	91,00	20	7,90
TOTALT	151,7	488,1	18,0	57,9	268,00		26,20
90 ABS 16 90/150-75	60,4	197,8	5,4	17,8	97,20	14	10,50
120 ABb 22 100/150	49,3	158,3	5,9	19,0	87,00	20	7,60
150 AG 22 160/220	48,2	154,2	7,2	23,1	91,00	20	7,90
TOTALT	157,9	510,3	18,5	59,9	275,20		26,00

7.1. Tillverkning ABT16

Massa	CO2/ton	kWh/ton
ABT16 70/100	41,3 kg	130 kWh
ABT16 70/100 20% ÅA	38,6 kg	120 kWh
LT ABT 16 70/100 20% ÅA	33,3 kg	102 kWh

7.2. Tillverkning ABS16

Massa	CO2/ton	kWh/ton
ABS 16 70/100	45,2 kg	144 kWh
ABS 16 70/100 20% ÅA	42,0 kg	134 kWh
LT ABS 16 70/100 20% ÅA	37,0 kg	115 kWh

7.3. Tillverkning ABb22

Massa	CO2/ton	kWh/ton
ABb 22 100/150	40,0 kg	126 kWh
ABb 22 100/150 30% ÅA	36,0 kg	112 kWh
LT ABb 22 100/150 30% ÅA	31,0 kg	93 kWh

7.4. Tillverkning AG22

Massa	CO2/ton	kWh/ton
AG 22 160/220	40,0kg	126 kWh
AG 22 160/220 30% ÅA	36,0 kg	112 kWh
AG 22 160/220 40% ÅA	35,0 kg	107 Kwh
LT AG 22 160/220 30% ÅA	31,0 kg	93 kWh

7.5. *Tillverkning ABS16 med inkört material*

Massa	CO2/ton	kWh/ton
ABS 16 70/100		
75% inkört stenmaterial 100 km	3,2 kg	172 kWh
ABS 16 70/100 75% 20% ÅA		
inkört stenmaterial 100 km	50,0 kg	163 kWh
LT ABS 16 70/100 75% 20% ÅA		
inkört stenmaterial 100 km	45,0 kg	144 kWh

7.6. *Tillverkning kallt och halvvarmt*

Massa	CO2/ton	kWh/ton
Kall bel nymuls 9% 330/430	21,0 kg	75,0 kWh
Halvvarm 4,1 % V 12000	33,0 kg	118,0 kWh
Kall ÅA Nymuls 330/430 80% ÅA	11,0 kg	39,0 kWh
Halvvarm ÅA V 12000 80% ÅA	22,0 kg	78,6 kWh

7.7. Olika slitlager på fräst eller avjämnad yta

Massa	CO2/ton	kWh/ton	CO2/m2	kWh/m2
90 ABT16 70/100	50,3	161,9	4,5	14,6
35 mm fräsning	4,8	17,0	0,5	1,6
Befintlig beläggning	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt	55,1	178,9	5,0	16,0
90 ABS16 70/100	54,2	175,6	4,9	15,8
35 mm fräsning	4,8	17,0	0,5	1,6
Befintlig beläggning	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt	59,0	192,6	5,4	17,4
90 ABS16 90/150-75	60,4	197,8	5,4	17,8
35 mm fräsning	4,8	17,0	0,5	1,6
Befintlig beläggning	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt	65,2	214,8	5,9	19,4
Y1B	67,2	94,3	1,1	1,5
60 ABT avjämnning	51,6	166,4	3,1	10,0
Befintlig beläggning 0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt	118,8	260,7	4,2	11,5

7.8. *Underhållsbeläggning med olika specialmetoder och Y1B*

Massa	CO2/ton	kWh/ton	CO2/m2	kWh/m2
50 TSK ABS16	57,4	147,1	2,9	7,4
20 mm fräsning	4,8	17,0	0,1	0,3
Befintlig beläggning	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt	62,2	164,1	3,0	7,7
25 Remixing ABS16	126,2	473,4	3,2	11,8
0 mm fräsning	0,0	0,0	0,0	0,0
Befintlig beläggning	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt	126,2	473,4	3,2	11,8
50 Remixing plus ABS	98,5	358,0	4,9	17,9
20 mm fräsning	4,8	17,0	0,1	0,3
Befintlig beläggning	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt	103,3	375,0	5,0	18,2
Y1B	67,2	94,3	1,1	1,5
60 ABT avjämning	51,6	166,4	3,1	10,0
Befintlig beläggning	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt	118,78	260,7	4,2	11,5

8. Exempel på miljövinst: Projektet E4 Enånger – Hudiksvall

Projektet bestod i ca 24 km nybyggnad av E4 och pågick under ca 4 år.

I projektet la man ner mycket tid för att göra en genomtänkt arbetsplanering för hela processen, från materialframtagning till utläggning. Dessutom var det det första storskaliga projektet där NCC Green Asphalt användes. Dessa båda faktorer gav ett bra resultat när det gäller minskad energiförbrukning och minskade CO2-utsläpp.

8.1. *Projektets omfattning*

<u>Massasort</u>	<u>Totalt, ton</u>	<u>Mängd, m²</u>	
ABS 11 100/150 AN7 Green	31 342	371 386	
ABb 16 100/150 Green	24 770	227 372	
ABT 16 160/220 Green	3 206	33 601	
AG 16 160/220 4,8 % Green	1 052	12 539	
AG 22 160/220 4,5 % Green	20 123	158 926	
AG 32 160/220 4,0 % Green	46 934	228 605	
AG 32 160/220 4,0 %	8 169	39 027	Varm referenssträcka
AG 22 160/220 4,5 %	3 524	26 400	Varm referenssträcka
ABb 16 100/150	3 492	28 050	Varm referenssträcka
ABS 11 100/150 AN7	4 585	54 450	Varm referenssträcka
Totalt	147 255	1 180 356	

8.2. Miljö och energibesparing

- Att använda lågtempererad asfalt NCC Green Asphalt spar 280 000 liter eldningsolja jämfört med en konventionellt tillverkad massa. Detta motsvarar ett minskat utsläpp av CO2 med 745 000 kg.
- Losshållning och krossning av 30 000 ton nytt stenmaterial minskar genom återvinning av asfaltgranulat, 30 % i AG, 20% i ABb och 5% i ABS beläggningen *andelen losshållning och krossning av nytt stenmaterial*

Detta minskar utsläpp av CO2 med 150 000 kg

- Genom att tillgodoräkna befintligt bindemedel som finns i granulatet minskar behovet av nytt bitumen med 1 200 ton. Detta ger en reducering CO2 utsläpp med 20 400 kg.
- Genom att planera två uppställningar av mobil asfaltfabrik istället för en enda uppställning minskas behovet av transport. Halva objektet tillverkades från uppställning i norra ändan av objektet och den andra halvan tillverkades med material från täkt i södra ändan. Detta medförde en minskat transportbehov/transportlängd för 80 000 ton stenmaterial vilket sänkte utsläppen av CO2 med 192 000 kg jämfört med en enda uppställning.
- Ovanstående gav en total besparing CO2 = 1 062 000 kg vilket motsvarar 3 797 000 kWh. Sätter man 1 krona per kWh så får man ett mått på samhällsnyttan.

Minskade värmeseparationer och oxidering av bitumen genom lägre tillverkningstemperatur ökar bindemedlets livslängd med ca 3 år vilket också bidrar till miljöbesparing.

9. Slutsatser

Att sänka miljöbelastningen och energiåtgången kräver ett helt nytt sätt att arbeta och tänka hos beställare, konsulter och entreprenörer.

Om man jämför tillverkning och utläggning av varmt tillverkad asfaltmassa är det svårt att påvisa några större skillnader då de olika massasorterna i sig inte skiljer nämnvärt i energiåtgång. De variabler som har störst inverkan på asfaltmassans CO₂-utsläpp är mängden bitumen och mängden återvinning samt val av tillsatsmedel.

Den faktor som ger den största effekten när det gäller att sänka CO₂-utsläpp och andra emissioner är att sänka tillverkningstemperaturen.

Vid halvvarm och kall beläggning kan mängden återvinning, typ av bindemedel samt mängd bindemedel ge stora positiva miljöeffekter. Genom att höja kvaliteten på dessa typer av beläggningar så att de skulle kunna användas på mer högtrafikerade vägar där man i dag använder energikrävande produkter eller metoder skulle stora miljövinster kunna nås. Detta gäller även tankbeläggningar.

Specialmetoder så som tunnskikt, remixing och remixing plus m.m. är energikrävande trots att liten mängd asfaltmassa går åt. Detta beror framför allt på användningen av en förhållandevis stor mängd emulsioner samt en hög gasolförbrukning. Det man vinner genom att använda dessa metoder är en minskad transportbelastning genom att mindre mängder asfaltmassa tillverkas och transporteras till objektet.

Fräsning och tunna beläggningar från mobila asfaltfabriker alternativt närbeläget asfaltverk på högtrafikerade vägar är att föredra på vägar med trafikbelastning mellan 4000-8000 ÅDT. Över 8000 ÅDT bör man använda extra bra stenmaterial och bitumen och framförallt finmaterial så att mastixen (bitumen och filler) har goda egenskaper. Detta tillsammans med ett noggrant beskrivet och kontrollerat arbetssätt för hur man skall transportera, klistra, lägga och packa asfaltmassan skall ge lång livslängd.

I dag använder vi energisnåla asfaltbeläggningar (tankbeläggningar, halvvarmt och kallt) på vägar med ÅDT mellan 500 och 2000. Vägar mellan 2000 och 4000 ÅDT utgör ca 12 % av vårt vägnät och på dessa används produkter med stor energiåtgång och hög miljöbelastning. Ett bra sätt att sänka energiåtgången är framför allt att hitta nya produkter eller öka kvaliteten på befintliga lågenergiprodukter för just dessa vägar.

Transporter är en väldigt stor miljöbelastning och det ger en stor effekt på energibesparing om man kan minska antal transportkilometer. Genom att arbeta systematiskt med processerna kring lossställning och krossning skulle man i princip halvera energiåtgången för lossställning och krossning, men då krävs ett nytt sätt att handla upp entreprenaderna och ett nytt sätt för entreprenören att tänka.

10. Referenser

- [1] <http://www.regeringen.se/sb/d/2448/111031>
- [2] Pressmeddelande 21 juli 2011 Miljödepartementet
- [3] <http://sv.wikipedia.org/wiki/Portal:Huvudsida/111027>
- [4] <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Klimat/Utslappsminskning/Berakna-utslapp/>
- [5] <http://www.sustainabilityofhighways.org.uk/>