

Vad behöver göras för att halvera klimatpåverkan från en typisk svensk fjärrgodstransport?

Anders Ahlbäck
Göteborgs universitet och Chalmers



Innehåll

Inledning	3
Transporter en svårknäckt nyckelfråga för klimatet	3
Transporters utsläpp av växthusgaser i EU	4
Utsläpp av växthusgaser från godstransporter på väg	6
Svenska godstransporter på väg	8
Godstransportsystemet	8
Trender	8
Fordon.....	11
Drivmedel.....	11
Effektiviseringspotential av godstransporter på väg till 2020	12
Åtgärder	12
Sparsam körning	13
Bränsleeffektiviseringar av lastbilar	13
Alternativa drivmedel	14
Effektivisering av logistik.....	15
Sammanlagd effektiviseringspotential till 2020.....	17
Minska godstransporter på vägs klimatpåverkan	18
Diskussion	20
Referenser	21

Inledning

Även om världens politiker ännu inte lyckats enas kring en global klimatpolitik i enlighet med FN:s klimatpanels (IPCC) rekommendationer försätter klimatfrågan engagera allt fler delar av vårt samhälle. Få instanser ifrågasätter idag människans påverkan på klimatet och inom klimatvetenskapen råder det stor enighet kring att:

- atmosfärens innehåll av koldioxid har ökat från 280 miljondelar (ppm) före industrialiseringen till 388 ppm år 2010 (NOAA, 2011);
- samhällets utsläpp av koldioxid är klart främsta orsaken till koncentrationsökningen;
- den globala medeltemperaturen har under samma period stigit med cirka 0,7 grader;
- den observerade uppvärmningen drivs till mycket hög sannolikhet av samhällets utsläpp av växthusgaser. (IPCC, 2007)

Det vetenskapliga budskapet är tydligt: att ohejdat fortsätta släppa ut växthusgaser kan leda till irreversibla förändringar av jordens klimat och allvarliga konsekvenser för stora delar av befolkningen och kommande generationer. Därför har EU:s politiker enats kring att inte låta den globala medeltemperaturen öka med mer än två grader, jämfört med före industrialiseringen. Det innebär att koncentrationen av koldioxid bör stabiliseras på en nivå under 450 ppm. Ska samhället lyckas nå målet krävs omfattande utsläppsminskningar inom snar framtid. När den internationella politiken hittills har misslyckats blir ansvaret hos övriga aktörer än större.

Transporter en svårnäckta nyckelfråga för klimatet

I strävan att reducera utsläppen av koldioxid riktas allt mer uppmärksamhet mot transporters klimatpåverkan, och i synnerhet de vägburna som utgör en allt större del av de totala utsläppen. Därutöver finns det tecken på att den globala oljeproduktionen har eller är nära att nå ett produktionsmax – *peak oil* (IEA, 2010). Den tillgängliga oljan på den globala marknaden förväntas minska och, tillsammans med klimatfrågan, blir det därför angeläget att söka alternativ till fossila bränslen som dominerar dagens transporter.

Från ett politiskt perspektiv är svårigheterna många med att minska transporters klimatpåverkan. I en förädlingskedja av en produkt utgör ofta transportkostnader en relativt liten del av totala kostnader. Följaktligen får ekonomiska styrmedel liten effekt för att minska transportarbete eller flytta gods mellan olika trafikslag. Transportköpare tenderar i stället att prioritera säkerhet och leveransprecision framför kostnadsminskningar och miljöprestanda (Naturvårdsverket, 2006).

Transporter är i många fall internationella, behöver tillgång till standardiserade bränslen, reparation och service, säkerhetshantering av gods, terminaler och fungerande infrastruktur samtidigt som höga krav ställs på kvalitet, säkerhet, ekonomi och miljö. Transportnäringen i Sverige domineras av små företag; 96 procent av alla transportföretag har 19 anställda eller färre (SCB, 2007). Även om få företag är utlandsägda, sysselsätter dessa en femtedel av de cirka 90 000 anställda i transportnäringen. Transportsektorn med dess mångfald av aktörer och internationella rörlighet är svårt för den nationella politiken att utöva styrning över, inte minst i klimatfrågan.

EU:s långsiktiga handlingsplan för transportsektorn (EU, 2011) pekar tydligt ut klimatfrågan, tillsammans med ökad mobilitet, konkurrenskraft och minskat beroende av fossila bränslen, som drivkraft för kommande transportpolitik. I handlingsplanen identifieras de största hindren för att nå ett hållbart

transportsystem: otillräckliga prismekanismer (internalisering av transporters externa kostnader), otillräcklig forskning och kunskap om marknader och regleringar, ineffektiva transporttjänster och avsaknad av standardisering som försvårar intermodalitet, samt bristande hänsyn och kunskap vid samhällsplanering för transportpåverkan. Enligt EU-kommissionen måste framtidens transporter vara betydligt mer energieffektiva, nyttja mer förnyelsebara bränslen, ökad intermodalitet där lastbilar endast står för transporter i godsflödes ändpunkter, samt effektivare och smartare logistik och transportsystem. Transportköpare förväntas stå för en större andel av transporters kostnader (miljökostnader inkluderade) med minskad trängsel, mer och bättre information, ökad säkerhet och minskad miljöpåverkan som följd. Samspelet mellan olika trafikslag ska genom en rad insatser förbättras för att nå en större samlad effektivitet för hela transportsystemet. Transportköpare ska då också få större frihet och utbud av transporttjänster med en möjligt högre nivå av flexibilitet och anpassning.

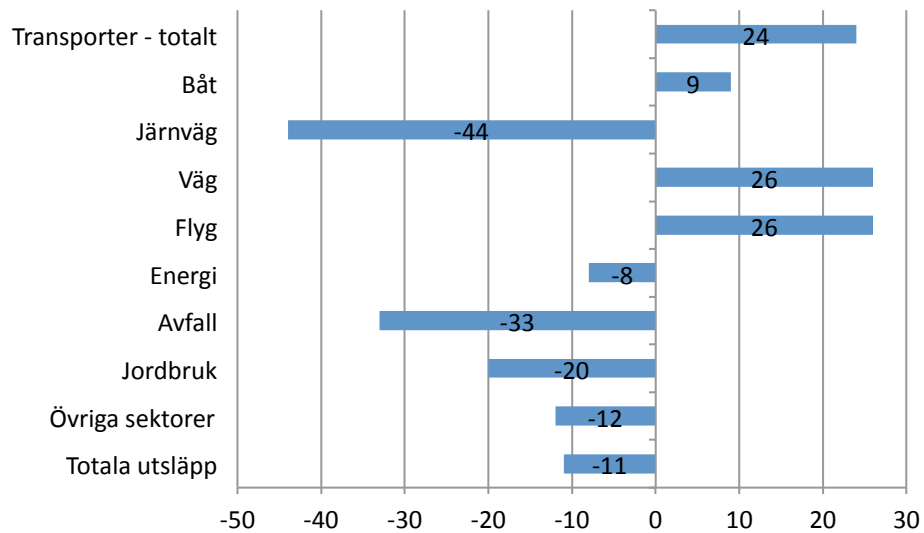
Transportpolitik i Sverige går även den i en riktning mot trafikslagsövergripande. Under 2010 förändrades myndighetsstrukturen genom bildandet av Trafikverket – en myndighet med ansvar för hela transportsystemets planering, utveckling och politiska måluppfyllelse. Transportsektorn ska enligt transportpolitiska målen bidra till att Sverige år 2030 har en fordonsflotta oberoende av fossil energi.

För att nå omfattande reduktioner av utsläpp av koldioxid från dagens transportsystem behöver alla samhällets aktörer samarbeta i jakten på smarta och effektiva lösningar.

Transporters utsläpp av växthusgaser i EU

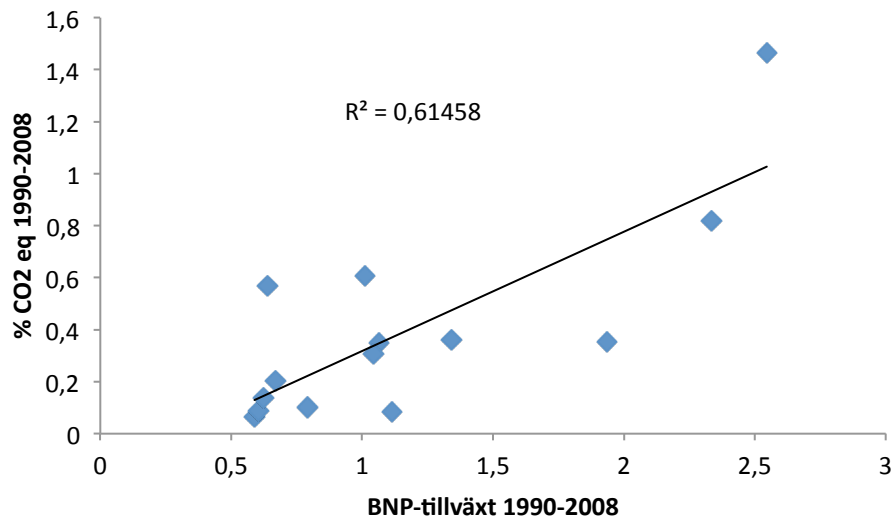
I Sverige och övriga EU har de totala utsläppen av växthusgaser minskat svagt sedan 1990. Länder som Tyskland och Storbritannien, som tillsammans står för cirka en tredjedel av EU:s utsläpp, har lyckats vända trenden drivna av nationella policys med tydliga klimatpolitiska mål. Även om utsläppen inom EU är minskande, ser det inte likadant ut i alla sektorer – under perioden 1990 till 2008 har utsläppen från transporter ökat markant, när övriga sektorer har minskat. Statistiken tar dock ingen hänsyn till *koldioxidläckage*, när till exempel utflyttning av produktion till låglöneländer också förflyttar utsläpp utanför Europas gränser. I en jämförelse mellan sektorer som denna kan sådan strukturomvandling ge en orättvis bild av de faktiska insatserna för utsläppsminskningar.

Transportsektorn förväntas även i framtiden stå för en allt större relativ andel av utsläpp av växthusgaser. Totalt för hela transportsektorn har utsläppen ökat med cirka 24 procent sedan 1990. Det gäller dock inte alla trafikslag; det är framför allt flyg- och vägtransporter (persontrafik inkluderad) som står för ökningen.



Figur 1. Procentuell förändring av utsläpp av växthusgaser inom EU-27 under perioden 1990-2008. Källa: EEA (2009)

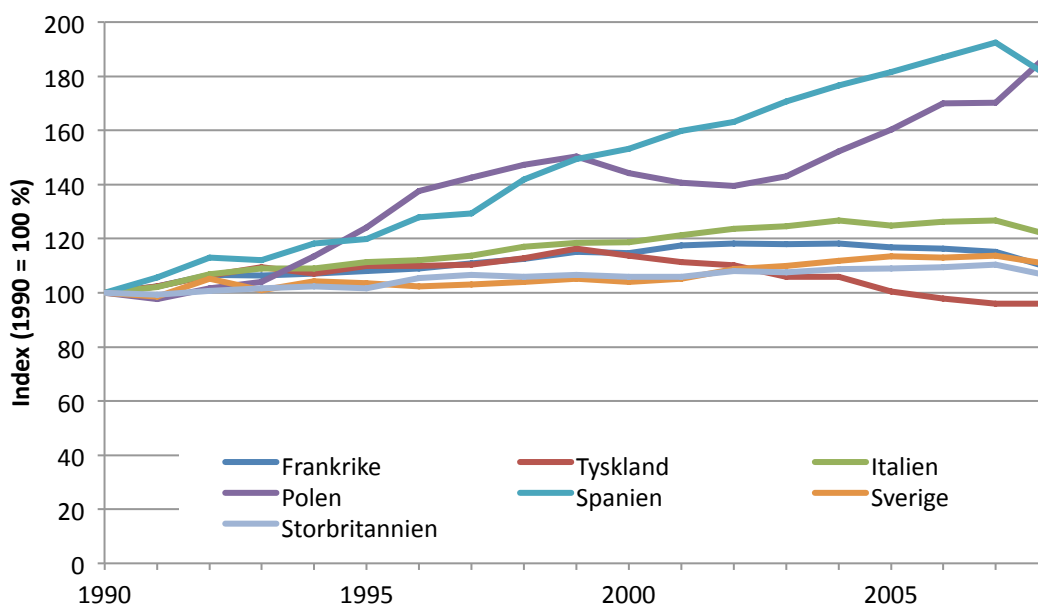
Ökningen av transporters växthusgasutsläpp är tydligt kopplad till den ekonomiska utveckling EU-regionen har haft sedan 1990. I det moderna samhället förutsätter ekonomisk tillväxt allt fler transporter av gods och personer i ett allt högre tempo med ökade krav på korta leveranstider. Historien har visat att transportarbetet ökar när bruttonationalprodukten (BNP) växer, och en allt större del av transportarbetet utförs av lastbilar i stället för båt och järnväg. Med ett ökat transportarbete följer också ett ökat utsläpp av koldioxid, så länge transporter inte är koldioxidneutrala. Få länder har lyckats att bryta detta samband men det finns undantag.



Figur 2. BNP-tillväxt i relation till förändringen av utsläpp av växthusgaser från transportsektorn för ett urval av EU-länder under perioden 1990-2008. Källa: EEA (2009) samt Eurostat (2011)

Bland EU:s sex största utsläppsländer (Frankrike, Italien, Polen, Spanien, Storbritannien och Tyskland) är skillnaderna stora. Polen och Spanien har ökat sina respektive utsläpp av växthusgaser från vägburna

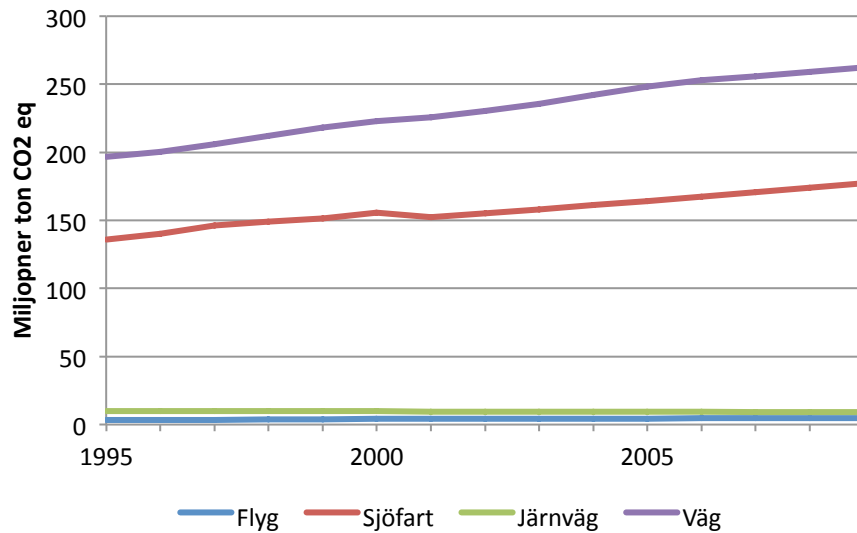
transporter med cirka 80 procent sedan 1990. Det är bara Tyskland som lyckats minska utsläppen, om än knappt. Även om Sverige mellan 2007 och 2009 hade minskande utsläpp, har utsläppen totalt från 1990 till 2010 ökat med nästan 10 procent. Godstransporter står ensamt för hela ökningen. Sedan 1990 har utsläppen från godstransporter i Sverige ökat med 50 procent, i jämförelse med persontransporter som ligger ett par procent under 1990 års nivå. De totala utsläppen är däremot fortfarande klart störst från persontransporter – av de cirka 19 miljoner ton koldioxidutsläpp från svenska vägtransporter står persontransporterna för cirka 12 miljoner ton koldioxid. (SIKA, 2011)



Figur 3. Relativa utsläpp av växthusgaser från vägburna transporter (inklusive persontransporter) inom de sex EU-länder med störst utsläpp samt Sverige, under perioden 1990-2008. Källa: EEA (2009)

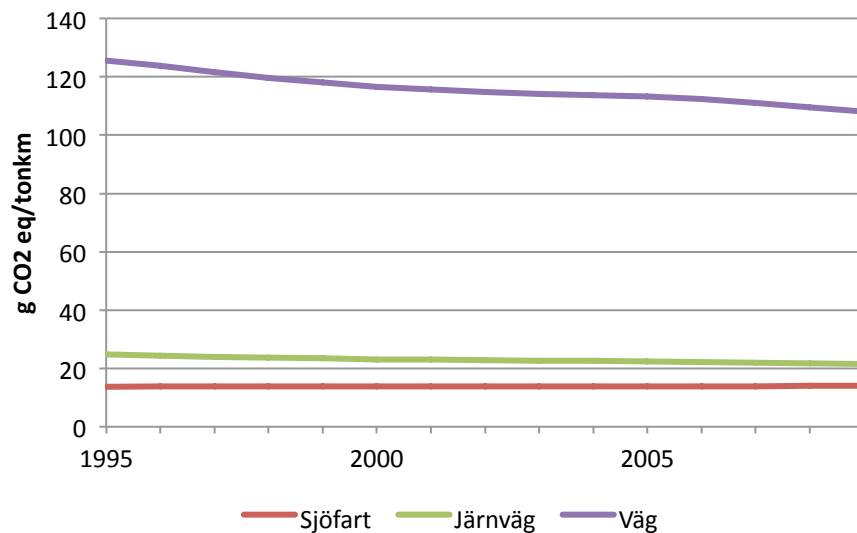
Utsläpp av växthusgaser från godstransporter på väg

I EU har utsläppen av växthusgaser från godstransporter på väg varit stadigt ökande sedan 1990-talet. Av de totala utsläppen dominerar de från vägtransporter följt av sjöfart, järnväg och flyg. Det förklaras framför allt av vägtransporters högre utsläpp av koldioxid per utförd transportarbete – koldioxideffektivitet. Under perioden 1995 till 2009 har sjötransporter utfört ett transportarbete som är i snitt fem till sex gånger större än det för vägtransporter. Men för varje ton gods som fraktas en kilometer släpper vägtransporter ut cirka åtta till nio gånger mer koldioxid.



Figur 4. Utsläpp av växthusgaser från godstransporter inom EU under perioden 1995-2009. Källa: TREMOVE (2010)

Sedan 1995 har koldioxideffektiviteten för vägburna godstransporter i EU förbättras med 14 procent. De effektivitetsförbättringar som skett klarar alltså inte av att möta det ökade transportarbetet; effektivitetsvinsterna har drunknat i den allt större transportefterfrågan. Den förbättrade koldioxideffektiviteten är en kombination av bättre bränsleekonomi i fordon (minskat rullmotstånd, luftmotstånd och effektivare motorer) samt ökad användning av förnyelsebara drivmedel.



Figur 5. Förändring av koldioxideffektivitet för godstransporter i järnväg, sjöfart och väg inom EU, 1995-2009. Källa: TREMOVE (2010)

Svenska godstransporter på väg

Godstransportsystemet

Godstransporter kan beskrivas som ett system med flera inbördes beroende nivåer och komponenter. En enskild transports utsläpp beror av fordon, hur fordonet förs fram, bränsle och sträcka. Varje transport är en del av ett större system – ett logistiksystem – som definierar flöde av gods: rutter, fyllnadsgrader, lastvikter, tidsschema etc., som tillsammans avgör logistiksystemets klimateffektivitet. Enskilda logistiksystem kan vara kopplade till andra liknande system eller till andra trafikslag – *intermodalitet*. Dessa delar sammanfattas i ett tekniskt system med komponenter som gods, lastbilar, lastmoduler, terminalinfrastruktur etc., vars dynamik bestäms av hämtning, lämning och omlastning av gods, som i sin tur bestäms av mötet mellan transportköpare och transportörer. Det tekniska systemet verkar i och beror av infrastruktur och institutionella faktorer som lagar, regler, skatter, avgifter etc. Samtliga nivåer är starkt beroende av varandra och formar en komplex helhet, där olika typer av aktörer behöver söka samarbete för att skapa förändringar av systemets prestanda.

Systemnivå	Komponenter	Aktörer
Fordon	Förarbeteende Bränsle Fordonsprestanda	Chaufförer Fordonstillverkare Bränsleproducenter
Logistik	Planering Rutter Lastmoduler Terminaler	Transportörer/logistikföretag Transportköpare Slutkunder
Infrastruktur	Vägnät Framkomlighet Tillgänglighet	Myndigheter (nationella, regionala och kommunala)
Institution	Samhällsplanering Lagar, regler Skatter, avgifter Kunskapsförsörjning	Myndigheter (nationella, regionala och kommunala) Politiker inklusive EU Branschorganisationer Universitet/högskolor

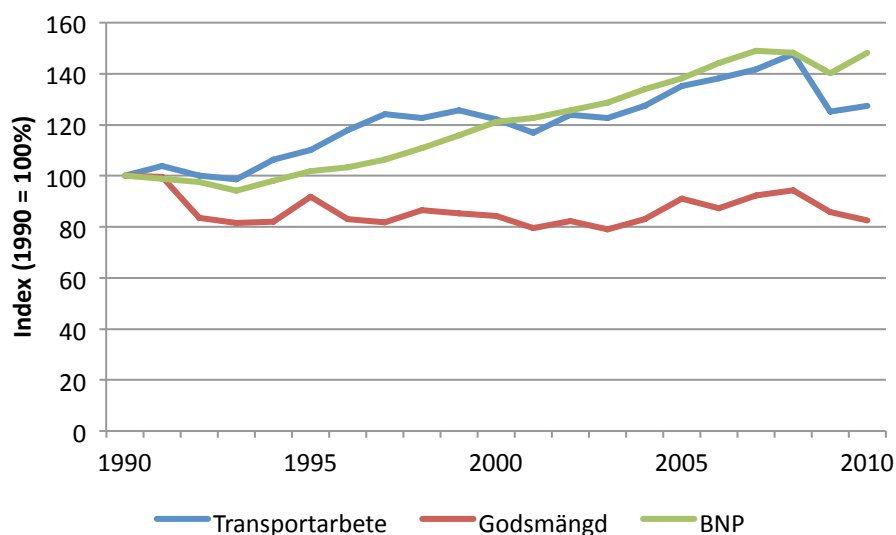
Figur 9. Schematisk illustration av ingående systemnivåer, komponenter och aktörer inom godstransportsystemet. Varje nivå är beroende av övriga nivåer och kräver samspel för att åstadkomma svepande förändringar som t ex drastiskt minskad klimatpåverkan.

Godstransporters klimatpåverkan beror av den sammanlagda effektiviteten i hela systemet och det transportarbete som utförs. För att nå drastiska minskningar av växthusgaser behöver insatser riktas mot systemets alla nivåer och komponenter med bred aktörssamverkan i vertikala nätverk.

Trender

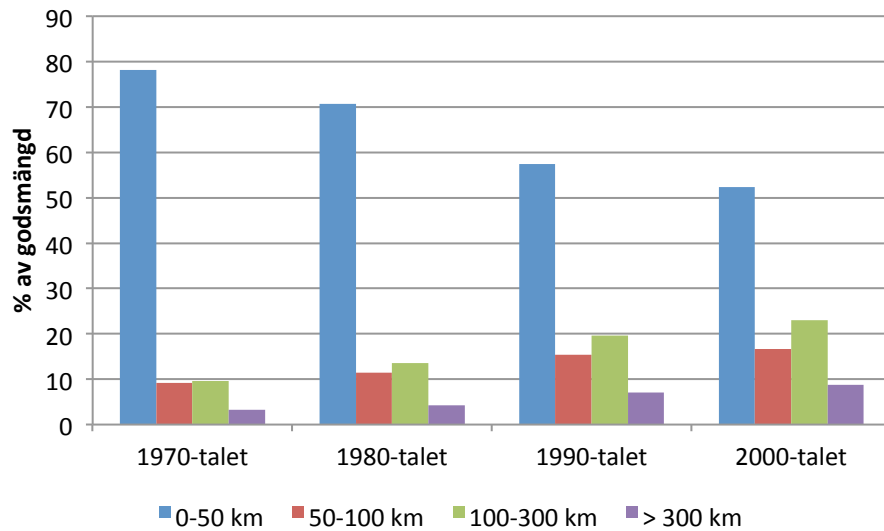
Sedan 1990 har transportarbetet för svensk inrikestrafik av tunga lastbilar (> 3 500 kg) ökat med nästan 30 procent. Utvecklingen är tydligt kopplad till BNP-tillväxten, där den ökade ekonomiska aktiviteten skapar en större efterfrågan på transporter. Dock är det inte en större godsmängd som driver efterfrågan, utan tvärtom har den totalt transporterade godsmängden i ton minskat sedan 1990. Ökningen beror snarare av att gods idag transporteras längre, och en allt större andel av det gods som transporteras utgörs av förädlad gods med högre krav för t ex emballage. För många verksamheter begränsas transporter främst av volym, snarare än vikt (Andersson, 2005).

Lastbilar ökar också den relativa andelen av det totala transportarbetet – från 28 procent av det utförda transportarbetet under 1970-talet till 40 procent under 2000-talet. Under samma period har bantrafikens andel varit nästan konstant på 22 procent, men sjöfarten har minskat från 49 till 38 procent. Särskilt i mitten av 1990-talet ökade lastbilars andel betydligt; när kilometerskatten för lastbilar slopades, den totala tillåtna maxvikten ökades från 40 till 60 ton samt längre ekipage tilläts. För varugrupper som jordbruk, rundvirke, övriga trävaror, byggmaterial samt högvärdiga varor utförs alla transporter till hälften eller mer av lastbilar.



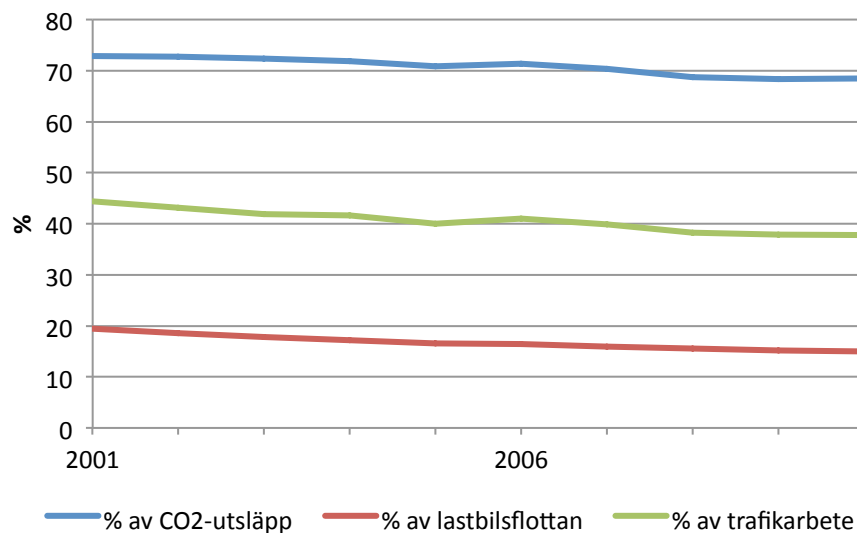
Figur 6. Utvecklingen av transportarbete och transporterad godsmängd för lastbilar samt BNP i Sverige, under perioden 1990-2010. Källa: SIKa (2009); Trafikanalys (2011) samt SCB (2011)

Under de senaste fyra decennierna har det skett en tydlig omfördelning av godstransporter över olika transportsträckor. Under 1970-talet dominerade transportsträckor på under 50 kilometer all transport av gods. De korta transportsträckorna står fortfarande för över 50 procent av alla transporter, men de långväga ökar sin andel markant. För många verksamheter innebär en centralisering av produktionen ökad konkurrensförmåga på den internationella marknaden; kostnaderna av ökade transporter är oftast lägre än den effektiviseringsvinst centraliserad produktion medför. Strukturförändringen har skapat allt mer intrikata nätverk av transporter där det ökade transportarbetet beror främst av ökat antal fordonskilometer – komponenter kan transporteras långa sträckor, över flera landsgränser, innan de slutmonteras för att därefter transporteras vidare till försäljningsmarknader.



Figur 7. Fördelning av körsträckor i fyra olika kategorier över de senaste fyra decennierna. Källa: SIKÄ (2007) samt Trafikanalys (2011)

Även om trenden för transportarbetet är ökande för långväga, och därmed tunga lastbilar, ser trenden annorlunda ut i fördelningen av trafikarbetet (fordonskilometer), koldioxidutsläpp och andel tunga lastbilar av lastbilsflottan. Tung lastbilar bidrar till de klart största utsläppen av koldioxid, men trenden under 2000-talet är en svag omfördelning av utsläppen mot lätta lastbilar. Samma trend är synlig i fördelningen av trafikarbetet samt tunga lastbilars andel av lastbilsflottan. I båda fallen ökar de lätta lastbilarna andelen svagt men, till skillnad från koldioxidutsläppen, står de lätta lastbilarna där redan för de största andelarna.



Figur 8. Tung lastbilars (> 3 500 kg) procentuella andel av koldioxidutsläpp, lastbilsflottan samt trafikarbetet (fordonskilometer) för samtliga lastbilar. Källa: Trafikanalys (2011) samt Johansson (2011)

Även om trenderna kan verka motsägelsefulla mellan godsmängdens fördelning över transportsträckor (figur 7) och trafikarbetets fördelning mellan lätta och tunga lastbilar (figur 8), beskriver de två samtida

förändringar av svenska godstransporter. Allt mer skrymmande gods transporteras allt längre sträckor av tunga lastbilar, samtidigt som också allt fler lätta bud- och distributionsfordon står för en allt större andel av det totala trafikarbetet.

Troligtvis drivs denna utveckling delvis av styckegodsets allt större betydelse för godstransporter. Styckegodset är begränsat till volym snarare än vikt. 68 procent av transportarbetet som utförs av tunga lastbilar i transporter av styckegods är på körsträckor längre än 300 kilometer (Trafikanalys, 2011). Efter den långväga transporten lastas styckegodset ofta om och distribueras kortare sträckor av lätta lastbilar. En ökad efterfrågan på styckegods kan således generera en transportökning av både tunga och lätta lastbilar. Därutöver kan dessutom en andel av styckegodset driva en ökning av persontransporter, när varor transporteras till slutdestination mellan t ex köpcentrum och hemmet (Blinge, 2011).

Fordon

Ur ett klimatperspektiv är det framför allt utvecklingen av lastbilars bränsleförbrukning och anpassning mot alternativa bränslen som tillsammans avgör utsläpp av växthusgaser från ett enskilt fordon. En lastbils bränsleförbrukning beror på motorteknik, bränslekaraktär samt luft-, rull-, accelerations- och lutningsmotstånd som brukar sammanfattas i det gemensamma begreppet *färdmotstånd*. Sedan 1990 bedöms lastbilars bränsleförbrukning ha minskat med 19 procent. Majoriteten av minskningen uppnåddes under 1990-talet, och cirka fem procents effektivisering bedöms ha skett efter år 2000. (Hedenus, 2007)

Dieselmotorn är den motorteknik som dominerar lastbilsmarknaden; av totalt cirka 79 000 tunga lastbilar i drift år 2010 var 77 000 dieseldrivna, strax över 1 000 bensindrivna och ytterligare cirka 500 övriga bränslen, främst etanoldrift, metangasdrift (biogas eller naturgas) och rapsolja. Utmaningarna är många för att introducera alternativa motortekniker i godstransportsektorn, vilket också märks i utfallet hittills. Utöver hårda krav för både teknik, kostnader och bränsleekonomi, är den geografiska tillgängligheten av nya bränslen och räckvidden för varje tankning avgörande för genomslaget av ny teknik.

Drivmedel

Även om det har skett en ökning av förnyelsebara drivmedel i Sverige under det senaste årtiondet, dominerar de fossila bränslena fortfarande bränsleanvändningen i transportsektorn; de förnyelsebara alternativen utgör endast fem till sex procent av den totala bränsleanvändningen. I stället har diesel ökat kraftigt, både i relativa andelar av all bränsleanvändning och totala volymer – från en tredjedel (2,8 miljoner kubikmeter) år 1990 till nästan hälften av all bränsleanvändning år 2010 (5,2 miljoner kubikmeter) (SPI, 2011).

I godstransportsektorn står diesel för nästan all bränsleanvändning; ytterst få lastbilar använder uteslutande förnyelsebara drivmedel¹. Den ökande mängden förnyelsebara drivmedel drivs framför allt av låginblandning i diesel av biodiesel, så kallade FAME eller *fettsyrametylestrar*. Vanligast förekommande är RME – *rapsmetylester*. I Sverige har användningen av låginblandad FAME ökat från i princip noll innan år 2002 till att 2010 utgöra en tredjedel av all användning av flytande förnyelsebara drivmedel och 2,2 procent av all drivmedelsanvändning, persontransporter inkluderat (SCB, 2011). Sedan 2006 är det tillåtet enligt gällande Europastandard att blanda in upp till fem procent biodrivmedel i standard-diesel, och sedan 2011 är det tillåtet med låginblandning upp till 7 procent. Ur ett livscykelperspektiv har dagens RME en klimatnytta på 68 procent i jämförelse med diesel, men varierar

¹ År 2010 stod ren FAME-användning för 0,2 procent av all drivmedelsanvändning i Sverige (SPI, 2011).

beroende på produktionsmetoder (Börjesson *et al*, 2010). Fem procents låginblandning minskar utsläpp av växthusgaser med 3,4 procent i jämförelse med diesel utan inblandning.

Utöver biodiesel finns motorteknik för etanoldrift i tunga fordon. Tekniken har främst använts i bussar men är nu utvecklad för användning även i lastbilar. Genom anpassning av motorer och etanolbränslet (ED95 – 95 procent etanol samt 5 procent vatten och tändförbättrare) kan etanolen användas i dieselmotorer med kompressionständning. I jämförelse med personbilar, där etanol primärt används i bensinmotorer, får etanoldieselmotorn cirka 50 procent bättre verkningsgrad. Däremot varierar klimatnyttan jämfört med fossila bränslen beroende på hur etanolen framställs. Tekniken är ny och används hittills i mycket liten omfattning.

Metangas som bränsle i fordon förekommer med antingen naturgas eller biogas. Naturgas har fossilt ursprung och ger cirka 30-50 procent mindre utsläpp av koldioxid jämfört med olja. Biogas produceras med förnyelsebar råvara och minskar, ur ett livscykelperspektiv, koldioxidutsläppen med 90 procent eller mer. Metangas har hittills använts mest i personbilstrafik och stadsbussar utrustade med ottomotorer. En sentida utveckling gör det dock möjligt att använda metangas även i dieselmotorer – så kallad metan-dieselteknik. Metan sprutas in i flytande form och blandas med diesel i cylindern, där gasen står för cirka 70 procent och diesel för resten. Tekniken möjliggör en utbredd användning av t ex biogas i tunga fordon och kan därmed dra nytta av dieselmotorns högre verkningsgrad. Gas i flytande form har dessutom högre energitäthet och ger därför en längre räckvidd för fordon. Sedan 2010 demonstreras tekniken bland annat i tunga lastbilar.

Effektiviseringspotential av godstransporter på väg till 2020

I dagsläget är det osannolikt med något tekniskt genombrott inom godstransportsektorn som inom snar framtid på egen hand kan nå avgörande förändringar av utsläpp av växthusgaser. Troligare är att förbättringar får åstadkommas inom varje del av det system som utgör godstransportsektorn och som tillsammans skapar stora effekter.

Generellt uttryckt kan transporters klimatpåverkan minskas genom *färre* transporter och, ur ett klimatperspektiv, *effektivare* transporter. Ökad klimateffektivitet innebär, omformulerat, att för varje utsläppt gram koldioxid ska ett ton gods kunna färdas en allt längre sträcka. Det uppnås genom minskad bränsleförbrukning, större andel förnyelsebara bränslen och ett högre transportarbete i relation till trafikarbete genom t ex mindre emballage och förpackningar. Färre transporter på väg är uppnåeligt genom överflyttning av gods till andra, mer effektiva, trafikslag och minskad efterfrågan på transporter. Denna studie sammanställer effektiviseringspotentialer till 2020.

Åtgärder

De åtgärder som beskrivs i detta avsnitt är sådana som bedöms kunna införas på en betydelsefull del av godstransportarbetet för tunga lastbilar till år 2020 och minska utsläppen av koldioxid per tonkilometer. Syftet är att belysa hur godstransporter på väg, ur ett klimatperspektiv, kan effektiviseras inom områdena fordon, bränsle och logistik. Åtgärder för att minska efterfrågan på transporter, eller överflyttning av gods till andra trafikslag, ingår inte i denna sammanställning.

Potentialer beräknas till 2020 utifrån ton koldioxid per transportarbete för hela svenska godstransportsektorn på väg med 2005 som basår. Transportarbetets fördelning över olika varugrupper antas vara densamma 2020 som 2010. De åtgärder som riktas specifikt mot skrymmande gods viktas

upp med en faktor 1,4 beroende på deras relativt andra godstyper högre utsläpp av koldioxid per tonkilometer (Hedenus, 2007).

Sparsam körning

Sparsam körning bedöms som en både kostnadseffektiv och lättillgänglig åtgärd för att minska transporters klimatpåverkan. Erfarenheterna av storleken på bränslebesparing varierar dock, där den långsiktiga effekten beror av landsvägskörning kontra stadsdistribution, återkopplings- och belöningsystem, återupprepad utbildning och, inte minst, körbeteende före utbildning. Flera projekt visar att för tunga transporter kan utbildning i sparsam körning resultera i faktiska bränslebesparingar i intervallet 6 till 10 procent med bestående effekt (IEA, 2007a). T ex är den samlade erfarenheten i det Brittiska *Safe and Fuel Efficient Driving (SAFED)* programmet, där över 7 000 förare har utbildats i sparsam körning, en bränslebesparing på strax över 10 procent (McKinnon, 2010).

Sparsam körning har aktualiserats framför allt under senare år och blev ett obligatoriskt moment i utbildning av körkort för tunga fordon i slutet av 2008. EU lanserade en omfattande kampanj ämnad att sprida kunskap och information kring sparsam körning – Ecodrive – som löpte under 2006 till 2008.

Potential till 2020

8 procent förbättrad koldioxideffektivitet. Förutsätter att

- Körkortstagare genomgår utbildning i sparsam körning samt att majoriteten av transportnäringen upprätthåller förarens kunskaper och implementerar återkopplingsystem.

Bränsleeffektiviseringar av lastbilar

Enligt McKinnon (2010) har bränsleeffektiviteten för lastbilar i snitt förbättrats med 0,8 till 1 procent årligen, trots att tillverkare har anpassat fordon efter allt mer krävande avgasregleringar som i viss mån kan öka bränsleförbrukningen. Tester utförda av tidskriften Lastauto Omnibus på tunga lastbilar i körning (under perioden 1967-2009) visar dock att en klar majoritet av effektiviseringarna har skett innan 1990 och därmed innan införandet av Euro-klasser. Genom effektivare motorer, minskat luft- och rullmotstånd, bättre hjälpsystem, förbättrat underhåll och service samt viktminskningar uppskattas en sammanlagd effektivisering under perioden 2005 till 2020 på 10 till 20 procent vara möjlig för nytillverkade tunga lastbilar. (IEA, 2007b; Hedenus, 2007)

Potentialen fram till 2020 enligt ovan förväntas realiseras utan införandet av styrmedel utöver dem som finns idag. Med hjälp av både politiska stödsystem och regleringar kan potentialen till 2020 öka ytterligare (IEA, 2007b). Det gäller i synnerhet effektiviseringar med stor potential men också med höga merkostnader. Dessa tekniker är mindre sannolika att marknaden själv väljer att sprida i sådan omfattning att de på kort till medellång sikt kan få omfattande betydelse för utsläppsminskningar.

En sådan teknik är t ex hybridisering av lastbilar. Volvo Lastvagnar börjar sälja tunga hybridlastbilar under 2011 på utvalda marknader i Europa, däribland Sverige. Enligt Volvo har lastbilarna en bränslebesparing omkring 15 till 20 procent (Volvo Lastvagnar, 2011a). Antas att lastbilar som säljs i Sverige under perioden 2015 till 2020 i genomsnitt är 20 procent hybridlastbilar, ger det en förbättring av koldioxideffektiviteten på cirka 2 procent vid 2020.

Potential till 2020

10 procent förbättrad koldioxideffektivitet. Förutsätter att

- Lastbilar fortsätter att bränsleeffektiviseras 1 procent årligen
- Försäljning av tunga hybridlastbilar från 2015 till 2020 i genomsnitt uppgår till 20 procent

Alternativa drivmedel

Under 2000-talet har det skett en ökad användning av biodiesel, framför allt RME, i tunga transporter. Hittills är det främst via låginblandning i standarddiesel. Till 2020 kan däremot flera alternativa drivmedel få genomslag; dels kan låginblandningen av biodiesel förväntas öka men också en ökning av etanol i dieselmotorer, metangas via metandieselteknik samt, i viss utsträckning, DME – *dimetyleter*. Under basåret 2005 stod förnyelsebara bränslen för en ytterst liten användning i tunga transporter – av all dieselanvändning i Sverige var under en promille biodiesel (SPI, 2011).

Biodiesel

Framtidens biodiesel kommer sannolikt att bestå både av FAME (RME) och så kallad HVO-diesel – *Hydrotreated Vegetable Oil*. Båda dessa dieseltypen kan blandas in i standarddiesel men med olika förbättringar för koldioxideffektiviteten. Under 2011 startade Preem försäljning av så kallad *Evolution diesel* som under sommarhalvåret är inblandad med 7 procent RME samt 15 procent HVO-diesel producerad från tallolja. Klimatnyttan ur ett livscykelperspektiv för RME och HVO-diesel i jämförelse med fossil diesel är cirka 65 respektive 90 procent.

År 2020 skulle den sammanlagda svenska produktionen av biodiesel kunna uppgå till cirka 1,94 TWh (Grahn och Hansson, 2009), vilket inkluderar både RME och HVO-diesel (0,94 respektive 1 TWh), baserat på den svenska produktionskapacitet och investeringsplaner som finns idag². Enligt Energimyndighetens huvudscenario för energianvändning i transportsektorn 2020 (Energimyndigheten, 2009) skulle 1,94 TWh biodiesel motsvara cirka fyra procent av all användning av dieselvärddiga bränslen (inklusive persontransporter). Den totala användningen av biodiesel i den framtida godstransportsektorn begränsas främst av tillgång på råvara för drivmedelsproduktion och av tillgång på fordon. Biodieseln kan användas som rent biodrivmedel eller olika grader av inblandning i standarddiesel.

Metangas

Metandieselteknik är en ny möjlighet för tunga transporter att använda metangas (biogas och naturgas) i betydligt högre utsträckning än tidigare. Metangasen sprutas in i motorn i flytande form och blandas där med diesel. Under kompression antänds blandningen av dieseln som, i princip, fungerar som ett flytande tändstift. Att använda metangas i en dieselmotor ger både bättre verkningsgrad och ökad räckvidd i jämförelse med gasdrivna tändstiftsmotorer.

Under 2011 lanserade Volvo Lastvagnar de första tunga lastbilarna motoriserade med metandieseltekniken. Lastbilarna drivs med en blandning av 75 procent gas och 25 procent diesel. I jämförelse med en traditionell dieselmotor minskar utsläppen av koldioxid med 10 procent vid naturgasanvändning (Volvo Lastvagnar, 2011b) och 70 procent vid biogasanvändning.

² Vid import skulle mängden tillgänglig biodiesel kunna öka ytterligare.

Enligt Vägverket (2009) skulle 1,2 TWh biogas kunna finnas tillgänglig för transportsektorn år 2020, varav 0,10 TWh bedöms finnas tillgänglig för tunga lastbilar. Användningen kommer att begränsas av tillgängliga fordon samt produktion och distribution av flytande biogas. Under 2010 öppnades Europas första tankstation för flytande metangas³ i Göteborg.

DME

Vid förgasning av biomassa erhålls syntesgas⁴ varav det är möjligt att producera DME. DME är ett gasformigt bränsle som hanteras flytande under låg tryck vid fordonsanvändning. Genom mindre modifikationer kan DME användas i dieselmotorer, däremot inte blandas med diesel. Utbredd DME-användning kräver alltså inga större förändringar av dagens dieseldrivna lastbilar men behöver anpassade distributionssystem och tankstationer.

Under 2010 till 2012 pågår projektet BioDME där Volvo Lastvagnar, Preem och Chemrec testar 10 DME-lastbilar. Under projektet har fyra tankställen etablerats i Göteborg, Jönköping, Piteå och Stockholm. Bränslet produceras i en pilotanläggning med svartlut från pappersmassaindustrin som råvara.

Enligt Grahn och Hansson (2009) kan den sammanlagda DME-produktionen i Sverige vid 2020 uppgå till cirka 1 TWh. DME producerat från svartlut har ur ett livscykelperspektiv en minskning av koldioxidutsläpp på 96 procent i jämförelse med diesel (JRC *et al*, 2004).

Etanol

Även om det numera finns teknik för att använda etanol i dieselmotorer för tunga lastbilar, förväntas majoriteten av den tillgängliga etanolen snarare användas för låginblandning i bensin (Vägverket, 2009).

Potential till 2020

10 procent förbättrad koldioxideffektivitet. Förutsätter att

- RME och HVO-diesel tillsammans ersätter cirka 1 TWh diesel i tunga transporter år 2020
- DME ersätter cirka 1 TWh diesel i tunga transporter år 2020

Effektivisering av logistik

Transportarbetet för godstransporter på väg har varit stadigt ökande sedan 1990 (se figur 6). Som konstaterats tidigare drivs ökningen till stor del av att gods transporteras allt längre sträckor. Genom att effektivisera godsflöden (logistik) kan transportarbetet minskas, och därmed också utsläpp av koldioxid.

Samdistribution

Att minska trafiken av godstransporter i urbana miljöer tjänar flera syften; minskad trängsel, buller, trafikolyckor och utsläpp av lokala luftföroreningar som partiklar och kväveoxider. Genom att öka graden av samdistribution av urbana godstransporter skulle dessa vinster kunna möjliggöras. Potentialen för samdistributionslösningar gäller framför allt transporter av styckegods och livsmedel under 100 kilometer. Sådana transporter står för cirka två procent av det totala transportarbetet av gods i Sverige (Trafikanalys, 2011), varför också potentialen för minskad klimatpåverkan av

³ Under en övergångsperiod finns bara flytande naturgas tillgänglig. Naturgasen kommer successivt att bytas ut mot flytande biogas. www.fordonsgas.se

⁴ Syntesgas kan också produceras från fossila råvaror som kol eller naturgas.

godstransporter i sin helhet blir låg. Tunga transporter i stadsdistribution släpper dock ut cirka tre gånger så mycket koldioxid per transportarbete jämfört med fjärrgodstransporter (Trafikverket, 2011a). Således ger också effektiviseringar för stadsdistribution en relativt större andel för hela godstransportsystemet än deras relation av transportarbetet.

Antas att samdistribution ger utsläppsminskningar om 30 procent och att den effektiviseringen kan realiseras på hälften av det identifierade transportarbetet ger det en sammantagen förbättring av koldioxideffektiviteten på en procent.

Längre och tyngre lastbilar

Beroende på om gods begränsas av volym eller vikt kan längre respektive tyngre lastbilar minska antalet lastbilar i trafik och därmed också transportarbetet och utsläpp av koldioxid. Redan idag tillåts längre och tyngre lastbilar i Sverige i jämförelse med övriga EU (exklusive Finland). Svenska lastbilar är tillåtna en maxlängd på 25,25 meter och en totalvikt på max 60 ton, där gällande EU-norm tillåter 18,75 meter och 40 ton. Om svenska godstransporter utfördes under EU-normen skulle utsläppen av koldioxid vara cirka 6 procent större (VTI, 2008).

Transporter av styckegods och livsmedel är främst begränsade av volym och skulle därför kunna gynnas av längre lastbilar genom att använda en trailer till, så kallade *roadtrains*. Potentialen för detta skulle enligt Fredrik Hedenus (2007) vara 2,7 procent, under antagandet att 40 procent av allt skrymmande gods mellan storstadsområdena kan flyttas över till långa lastbilar.

Transporter av rundvirke kan effektiviseras med både långa och tyngre lastbilar. Erfarenheten från KNEG-projektet *En Trave Till* (ETT), där ekipage på 30 meter och 90 ton testas, indikerar en bränslebesparing kring 20 till 25 procent (Skogforsk, 2011). Antas, något optimistiskt, att hälften av alla transporter av rundvirke år 2020 kan använda denna typ av ekipage med en bränslebesparing om 20 procent, ger det en sammanlagd potential på 1,2 procent.

Intelligenta transportsystem och tjänster (ITS)

Genom ökad integrering av informationsteknologi i fordon och logistiksystem förväntas effektiviteten kunna ökas genom bättre ruttplanering och ökade fyllnadsgrader. Med ökad information kan större hänsyn tas i planering och trafikstyrning av fordon i logistiksystem. Få studier ger en samlad bild över effektiviseringspotentialer för godstransportsektorn, däremot finns erfarenheter från fallstudier. Sådana potentialer varierar typiskt mellan 5 och 15 procent och gäller främst transporter av skrymmande gods i stadsdistribution. Till 2030 gör Elforsk (2010) en samlad bedömning för energieffektivisering från ruttplanering och samdistribution på 15 procent för tunga lastbilar. Hälften av den potentialen antas kunna förverkligas till 2020. Notera att potentialen för samdistribution är särredovisad under stycket "Samdistribution" ovan.

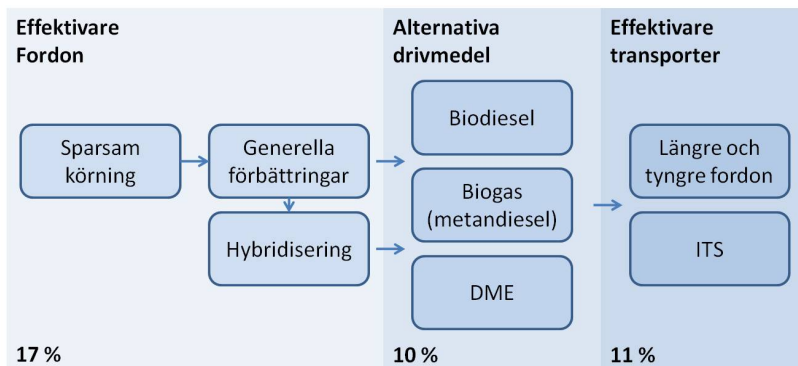
Potential till 2020

11 procents förbättrad koldioxideffektivitet. Förutsätter att

- Bärkraftiga affärsmodeller för samdistribution förverkligas i storstadsområdena
- Det är möjligt att i större skala nyttja både längre och tyngre lastbilar i olika delar av godstransportsystemet
- ITS får betydande genomslag inom logistiken

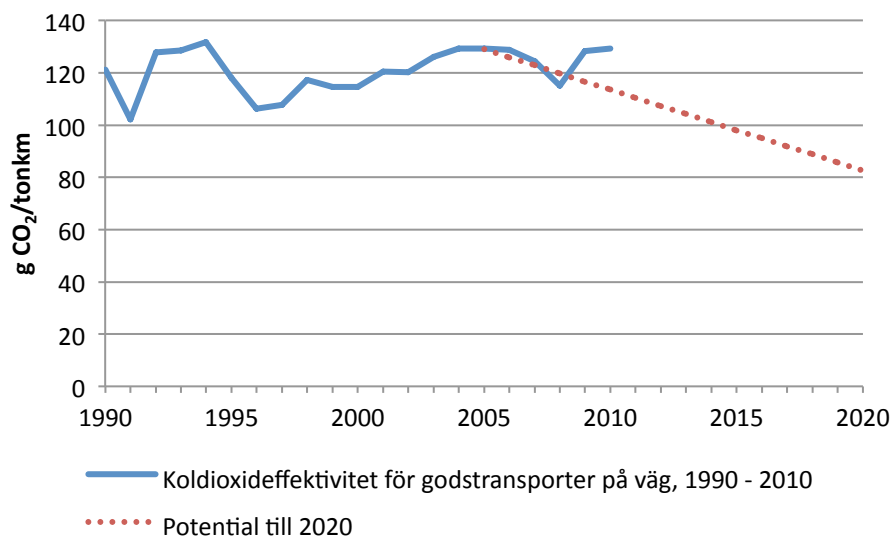
Sammanlagd effektiviseringspotential till 2020

Den sammanlagda effektiviseringspotentialen för de åtgärder som diskuterats är cirka 36 procent till 2020 – alltså, koldioxideffektiviteten för svenska godstransporter på väg kan vara 36 procent bättre år 2020 jämfört med basåret 2005. För att nå dit behöver hela godstransportsystemet på väg effektiviseras med strax över 2 procent årligen.



Figur 9. Skiss över de förbättringsåtgärder som är genomförbara till 2020 uppdelat över tre insatsområden. Den sammanlagda potentialen för hela systemet är cirka 36 procent.

År 2005 släppte svenska godstransporter på väg ut 129 gram koldioxid per tonkilometer (g CO₂/tonkm). Denna studie identifierar en möjlig minskning till 83 g CO₂/tonkm vid 2020. Effektivisering av fordon förväntas ge det enskilt största bidraget, följt av effektivare transporter och alternativa drivmedel. Varje insatsområde och respektive åtgärd har en följd osäkerheter för att potentialerna ska realiseras men bygger på extrapolering av de trender som är synliga idag.

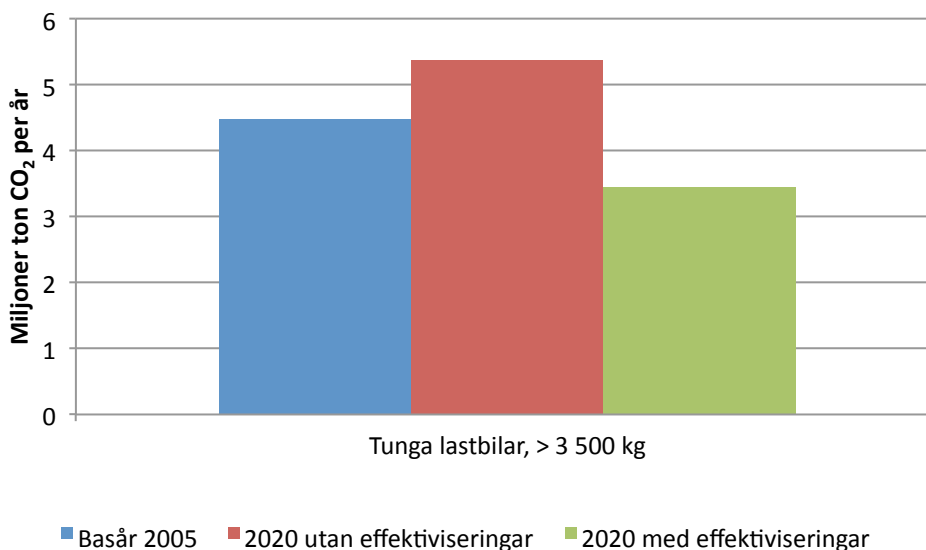


Figur 10. Koldioxideffektivitetens utveckling för tunga lastbilar (> 3 500 kg) i Sverige 1990 – 2010, samt potentiell förbättring till 2020. Källa: Trafikanalys (2010) samt Trafikverket (2011b)

Resultatet är ett mått på möjliga effektiviseringar till 2020 per utfört transportarbete. Således ger resultatet inga indikationer för storleken på de totala utsläppen av koldioxid år 2020, annat än att de vore en tredjedel större om effektiviseringspotentialen förblir outnyttjad.

Minska godstransporter på vägs klimatpåverkan

För att nå en minskning av koldioxidutsläpp från godstransporter i framtiden måste vinsterna av en effektivisering överstiga den förväntade ökningen av transportarbetet. Antas en linjär ökning av transportarbetet från basåret 2005 till 2020 med samma trend som under perioden 1990 till 2005, kommer antalet tonkilometer transporterat gods vara 20 procent högre år 2020. Är koldioxideffektiviteten densamma år 2020 som 2005 blir då också utsläppen av koldioxid 20 procent större. Utsläppen från svenska tunga lastbilar på väg var 2005 4,48 miljoner ton koldioxid (Vägverket, 2009) och skulle då år 2020 vara 5,38 miljoner ton utan effektiviseringar och som en konsekvens enbart av ökningen av transportarbetet. Om däremot effektiviseringspotentialerna realiserats kommer de totala utsläppen år 2020 vara 23 procent lägre jämfört med basåret 2005.



Figur 11. Utsläpp av koldioxid (miljoner ton) från tunga lastbilar år 2020 med och utan effektiviseringar samt basår 2005.

För att nå den fulla potentialen behöver godstransporter på väg effektiviseras genom:

- **Sparsam körning**

Myndigheter och näringsliv behöver gemensamt fortsätta att driva utbildning av sparsam körning; både som ett inslag vid körkortstagande men också i operationella verksamheter. För att bibehålla effektiviseringsvinsterna över tid behöver förare ha tillgång till både incitament- och stödsystem.

EU-perspektiv

Potentialen för sparsam körning kan antas vara densamma i Sverige som övriga Europa. Svenska företag och myndigheter kan delta i europeiska samarbeten för att sprida teknik, kunskap och erfarenheter.

- **Effektivisering av fordon**

Fordonsproducenter driver ständigt ett arbete med att minska bränsleförbrukning av fordon. Lastbilsbranschen saknar dock mål för utsläppsminskningar av koldioxid (t ex g CO₂/km) så som finns för lätta lastbilar och personbilar. Sådana mål kan påskynda effektivisering och ge tydligare information till köpare av lastbilar.

EU-perspektiv

Potentialen för effektivisering av fordon kan antas vara densamma i Sverige som övriga Europa. Svenska fordonstillverkare och myndigheter kan söka europeiska samarbeten för att driva införandet av gemensamma utsläppsmål för tunga fordon, i linje med de som redan finns för lätta lastbilar och personbilar.

- **Hybridisering av tunga fordon**

Hybridisering av tunga lastbilar är också att betrakta som en effektivisering. Potentialen är stor, i synnerhet i stadsdistribution med många starter och stopp, men kommer att begränsas av merkostnad och tillgång av hybridiserade fordon på marknaden.

EU-perspektiv

Potentialen för hybridisering av tunga fordon antas vara densamma för den svenska lastbilsmarknaden som i övriga Europa. Ett införande av en europeisk standard för utsläpp av koldioxid eller bränsleförbrukning kan gynna svenska fordonstillverkare som ligger i internationell framkant i utvecklingen av hybridteknik för tunga fordon.

- **Alternativa drivmedel**

Bränslen med lågt eller inget innehåll av fossil energi skulle ensamt kunna lösa godstransporters utsläpp av koldioxid. Potentialen är dock starkt begränsad av tillgång på bioråvara, produktionskapacitet och fordon. Därför är också den uppskattade potentialen i denna studie relativt låg till 2020.

EU-perspektiv

Tillgång på fordon anpassade till alternativa drivmedel kan antas vara densamma i Sverige som övriga Europa. Tillgången på biodiesel, DME och biogas varierar dock mellan länder. Sverige är tidigt ute med flera samarbeten mellan bränsleproducenter, distributörer, fordonstillverkare och användare där nya tekniker för alternativa drivmedel testas och demonstreras. Svenska aktörer kan med fördel delta i Europeiska samarbeten för att sprida teknik, kunskap och erfarenheter.

- **Längre och tyngre fordon**

För varugrupper som t ex styckegods och rundvirke finns det en väsentlig effektiviseringspotential genom att tillåta längre och tyngre fordon. Potentialen är framför allt begränsad i det regelverk som styr mått och vikt för fordon.

EU-perspektiv

Sverige tillåter redan idag längre och tyngre lastbilar än Europeisk standard. Baserat på den positiva svenska erfarenheten kan frågan om ett förändrat regelverk på Europeisk nivå drivas av svenska myndigheter, vilket också har gjorts.

- **Intelligenta transportsystem och tjänster**

Genom ökad information och kommunikation kan bättre rutter planeras, fyllnadsgrader öka och tomkörningar minska. IT-system som stödjer effektiviseringar inom logistik är relativt ny teknik men förväntas få betydande genomslag för transportbranschen till 2020.

EU-perspektiv

Potentialen för logistikeffektiviseringar antas vara densamma i Sverige som övriga Europa.

Diskussion

Det svenska samarbetet Klimatneutrala godstransporter på väg (KNEG) har som målsättning av halvera utsläppen av koldioxid från en typisk svensk godstransport på väg till 2020 med 2005 som basår. Målsättningen innebär alltså att utsläppen av koldioxid per tonkilometer ska minska med 50 procent under perioden 2005 till 2020. Genom att analysera de trender som är synliga i dag har denna studie uppskattat potentialen till cirka 36 procent vid 2020 för det svenska vägburna godstransportsystemet i sin helhet. I mindre system är det möjligt att nå högre effektiviseringar där, framför allt, biodrivmedel inte är lika begränsande. En halvering av koldioxideffektiviteten kan t ex nås i en fordonsflotta med hög andel hybridfordon och drivmedel med 30-procentig inblandning av bioråvara, utöver effektiviseringar av fordon, logistik och sparsam körning.

För att nå kraftfulla minskningar av godstransporter på vägs klimatpåverkan till 2020 behöver således ytterligare insatser göras, riktade både mot effektiviseringar men också ökad intermodalitet och bryta beroendet mellan ekonomisk tillväxt och ökad efterfrågan på godstransporter. Styrmedel och subventioner för att t ex öka konkurrenskraften för biodrivmedel kan påskynda utbyggnaden av produktionskapaciteten. Koldioxidskatten på drivmedel kan höjas, införandet av kilometerskatt för ökad effektivisering av fordon, förändringar av regelverk för längre och tyngre fordon, förmåner för lastbilar i gods-kollektivtrafik etc. är alla tänkbara politiska initiativ. Näringslivet kan anta egna utmaningar, minska mängden förpackningar och emballage, samarbeta bransch- och trafikslagsövergripande och ha en öppen dialog mellan godstransportsystemets alla aktörer.

Ytterligare reduceringar av utsläpp från godstransporter på väg är möjliga men genom åtgärder riktade mot överflyttning av gods till andra klimateffektivare trafikslag, i synnerhet järnväg och sjöfart, och andra insatser för att minska den förväntade ökningen av transporter. I ett kort perspektiv är möjligheterna av överflyttning starkt begränsade av både tillgängligheten på t ex järnvägsnätet men också av marknadens krav på transporter som leveransprecision, säkerhet och "just in time"-efterfrågan.

Referenser

- Andersson, M (2005): Tunga lastbilars koldioxidutsläpp, en kartläggning av tillståndet i Sverige. Examensarbete Miljöteknik 2005 Nr: E 3153.
- Blinge, M (2011): Personlig kommunikation.
- Börjesson *et al* (2010): Livscykelanalys av svenska biodrivmedel. Pål Börjesson, Linda Tufvesson & Mikael Lantz. Avdelningen för miljö- och energisystem, Lunds Tekniska Högskola. Rapport 70; maj 2010.
- EEA (2009): Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2009 and inventory report 2011. EEA Technical report No 2/2011.
- Elforsk (2010): Ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030 – Ett visionsprojekt för Svensk Energi och Elforsk. Håkan Sköldberg, Ebba Löfblad, David Holmström och Bo Rydén. Elforsk rapport 10:55.
- Energimyndigheten (2009): Långsiktsprognos 2008, ER 2009:14, ISSN 1403-1892.
- Grahn, M och Hansson, J (2009): Möjligheter för förnybara drivmedel i Sverige till år 2030. Institutionen för Energi och Miljö, avdelningen Fysisk resursteori, Chalmers tekniska högskola, Göteborg. December 2009.
- Hedenus, F (2007): Klimatneutrala godstransporter, förstudie. Vägverket publikation 2007:111.
- IEA (2007a): Workshop on ecodriving 22-23 November 2007 – Findings and messages for policy makers. IEA, Paris.
- IEA (2007b): Fuel Efficiency of HDVs Standards and other Policy Instruments – Towards a Plan of Action, summary and proceedings of workshop on 21–22 June 2007, IEA, Paris.
- JRC et al. (JRC, EUCAR, CONCAWE) (2004): Well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context. Brussels, Joint Research Centre of the EU Commission.
- McKinnon, A.C. (2010): Increasing fuel efficiency in the road freight sector. McKinnon, A.C, Cullinane, S., Browne, M., Whiteing, A. Green Logistics, Kogan Page, London, s.195-213.
- Naturvårdsverket (2006): Decoupling för att minska transportlogistikens negativa miljöpåverken – Från teori till verklighet. Magnus Swahn. Rapport 5555.
- Skogforsk (2011): Bättre miljö och lägre kostnader med ny typ av virkesfordon. PM 2011-01-12.
- SPI (2011): Volymer. <http://spi.se/statistik/volymer>.
- Trafikanalys (2011): Lastbilstrafiken 2010. Statistik 2011:7.
- Trafikverket (2011a): Handledning för beräkning av energieffektivisering och förändrade CO2-utsläpp. Version 3.1.

Trafikverket (2011b): Ökade utsläpp från vägtrafiken trots rekordartad energieffektivisering av nya bilar. PM Johansson, H. 2011-02-18.

Volvo Lastvagnar (2011a): Volvo Lastvagnar inleder försäljning av hybridlastbilar. PM 2011-03-29.

Volvo Lastvagnar (2011b): Volvo Trucks first to market gas-powered truck for long-haul operations. PM 2011-05-31.

VTI (2008): Långa och tunga lastbilars effekter på transportsystemet. Publikation R605.

Vägverket (2009): Vad krävs för att uppnå tio procentandelar förnybar energi i vägtransportsektorn år 2020? Olle Hådel. ISSN-nummer:1401-9612.

Rapporten är ett samarbete mellan KNEG, Chalmers och Trafikverket.
Mer information finns på www.kneg.org