

Miljøprioriterede gennemfarter og emissioner fra trafikken

Lene Michelsen & Rend T. Andersen
Afdelingen for Trafiksikkerhed og Miljø, Vejdirektoratet

Abstract

For 18 mindre byer, hvor der er anlagt miljøprioriterede gennemfarter, undersøges hvilke konsekvenser ændringer i trafikens køremønster har for størrelsen af emissioner og brændstogorbrug. Køremønstre før og efter ombygningerne er registreret med målebil og behandlet i en emissionsmodel, der udregner emissioner og brændstofforbrug pr, kørt km. De undersøgte miljøprioriterede gennemfarter reducerer gennemsnitligt hastigheden med ca. 11%. CO, HC, partikler, CO, og brænd-stofforbruget stiger; de gennemsnitlige stigninger ligger i intervallet 5-9%. Model-beregningerne viser, at jo mere hastigheden reduceres, jo større bliver emissioner-ne og brændstofforbruget. Stigningen i emissioner og brændstogorbrug må dog sammenholdes med de markante fordele miljøprioriterede gennemfarter giver i form af lavere hastighed, øget trafiksikkerhed, mindre støj og bedre bymiljø.

1. Indledning

Mængden af skadelige emissioner, der udsendes fra et køretøj, afhænger af køretøjets køremåde. Køre-måden kan beskrives ved løbende værdier af hastighed, acceleration og deceleration. I den forbindelse er der fremsat antagelser om, at hastighedsdæpende trafiksaneringer kan medføre øgede emissioner fra trafikken [1]. Der foreligger dog ikke undersøgelser, der kvantificerer problemet med konkrete on-road data. De politiske målsætninger i blandt andet *Trafik 2005* om reduktion af emissioner fra trafikken taler for øget viden på området, således at emissionsmæssige hensyn kan inddrages ved fremtidige trafiksaneringsopgaver.

Problemet belyses her nærmere med udgangspunkt i konkrete eksempler. Formålet er at undersøge om - og i så fald hvor meget - emissionerne øges ved trafiksanering af hovedlandeveisstrækninger. Med henblik på at tilvejebringe konkrete resultater om sammenhængen mellem køretøjers køremønster og de beregnede emissioner er effekterne af 18 miljøprioriterede gennemfarter evalueret. For disse gennemfarter findes et dækkende datamateriale for situationerne før og efter ombygningerne.

De primære formål med miljøprioriterede gennemfarter er at reducere hastigheden, øge trafiksikkerheden, mindske støjen og forbedre bymiljøet.

2. Miljøprioriterede gennemfarter

I 1993 blev der som led i regeringens "beskæftigelsespakke" afsat 80 mio. kr. til trafiksaneringsprojek-ter på hovedlandevejene i byområder. Bevillingen gjorde det muligt at ombygge hovedlandevejene i 25 mindre byer til miljøprioriterede gennemfarter [2]. Projekterne er nu gennemført i 24 byer, hvoraf der er foretaget før- og eftermålinger af hastigheden i 18 byer. Disse 18 byer indgår i

undersøgelsen, se figur 1.



Figur 1 Miljøprioriterede gennemfarer i 18 byer.

Fælles for byerne er, at de gennemløbes af en hovedlandevej, som udgør byens hovedfærdselsåre. Ombygningerne er hovedsageligt foretaget på hovedlandevejsstrækningerne. Typisk er kryds ombygget til rundkørsler, der er anlagt midter- og sideheller, lavet cykelstier/-baner, flyttet byzonetavler og enkelte steder er der etableret bump. Arten og omfanget af ombygningerne er afpasset behovene i de enkelte byer. [3]

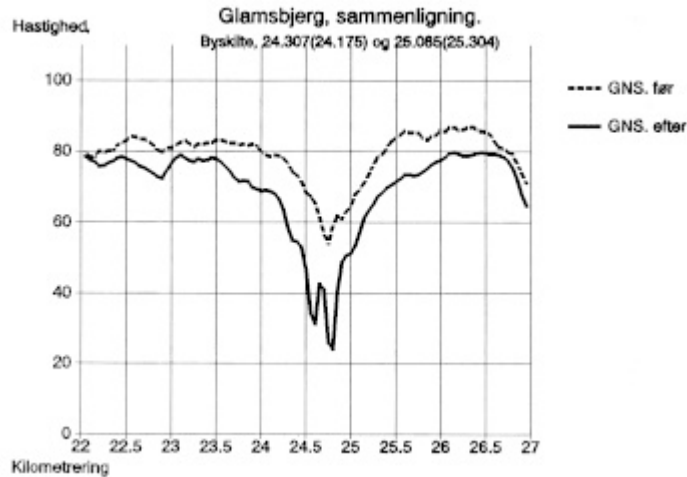
Undersøgelsen dækker udelukkende hovedlandevejsstrækningerne. Det vurderes at trafikken på sidevejene kun i begrænset omfang ændrer køremåde som følge af ombygningerne. Desuden er sidevejs-trafikken betydelig mindre end trafikken på hovedlandevejsstrækningerne.

3. Metode

Til evaluering af de hastigheds-mæssige effekter er der for hver by registreret køremønstre før og efter anlæg af de miljøprioriterede gennemfarer. Køremønstrene indsamles af en målebil, der efterfølger tilfældige personbiler og efterligner deres køremåde. Målebilens hastighed registreres på pc for hver 50 m før ombygningen og hvert sekund efter ombygningen (se afsnit 4.4). For Ålbæk er både før- og

eftermålingerne dog registreret hvert sekund. Registreringen er sket på strækninger, hvor der forventes en effekt af de miljøprioriterede

gennemfarer, dvs. at strækninger uden for byskiltene også er inddraget. Der er gennemsnitligt registreret 41 førmålinger og 53 eftermålinger for hver by. Datamaterialet består af i alt 1690 køremønstre. I figur 2 er der vist et eksempel på hastighedsmålinger før og efter ombygningen i Glamsbjerg.



Figur 2 Hastighedsprofiler for Glamsbjerg før og efter ombygning til miljøprioriteret gennemfart.

Der er anvendt en pc-baseret emissionsmodel udviklet af Laboratoriet for Energiteknik, DTU, som på baggrund af registrerede køremønstre kan udregne emissionerne af CO, HC, NO_x, partikler og CO₂, samt brændstofforbruget [4]. Inddata til modellen er hastigheden målt hvert sekund, og resultaterne udtrykkes i g/km.

Modellen bygger på en database, hvor der for en lang række kombinationer af hastighed og acceleration/deceleration er angivet tilsvarende emissioner. Datagrundlaget stammer fra svenske og tyske emissionsmålinger i prøvestand. Fastsættelse af køretøjers generelle emissionsniveau er forbundet med store usikkerheder, idet forskellige målinger udført under samme forhold ofte giver vidt forskellige resultater. Derfor egner modellen sig bedre til at sammenligne før- og eftersituationer, hvor resultater udtrykkes relativt som ændringer, fremfor i absolutte værdier. Ved evaluering af de miljøprioriterede gennemfarer arbejdes der i forlængelse heraf udelukkende med relative størrelser. Idet spredningen på de værdier, der indgår i databasen, er relativt stor, er usikkerheden på emissionsmodellens resultater af tilsvarende størrelse.

Emissionsmodellen indeholder separate programmer for benzindrevne personbiler uden katalysator, benzindrevne personbiler med katalysator, dieseldrevne personbiler og lastbiler. For de betragtede gennemfarer er der udelukkende registreret køremønstre for personbiler, og typen er ikke angivet. Der er derfor skønnet en køretøjsfordeling på 62% benzinbiler uden katalysator, 30% katalysatorbiler og 8% dieslbiler gennem de miljøprioriterede gennemfarer.

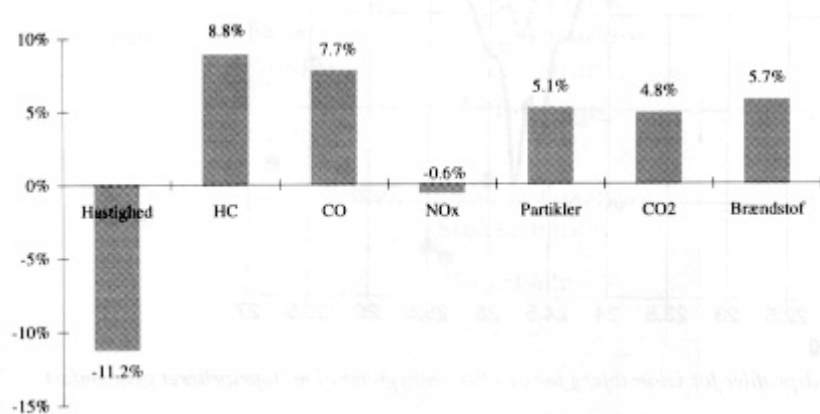
Emissionerne i databasen omhandler udelukkende nye biler med varm motor. For at tage hensyn til slitage mv. på bilparken korrigeres de beregnede emissioner (for benzinbiler med og uden katalysator) med forværrelsesfaktorer. Der beregnes ikke koldstartstillæg, idet alle biler

skønnes at have varme motorer.

4. Resultater

4.1 Generelt

Beregningerne i emissionsmodellen viser, at effekten af miljøprioriterede gennemfarter i alle 18 byer er reduktion af hastigheden og forøgelse af emissionerne og energiforbruget (med undtagelse af NO_x), jf. figur 3.



Figur 3 Gennemsnitlige effekter af miljøprioriterede gennemfarter i 18 byer.

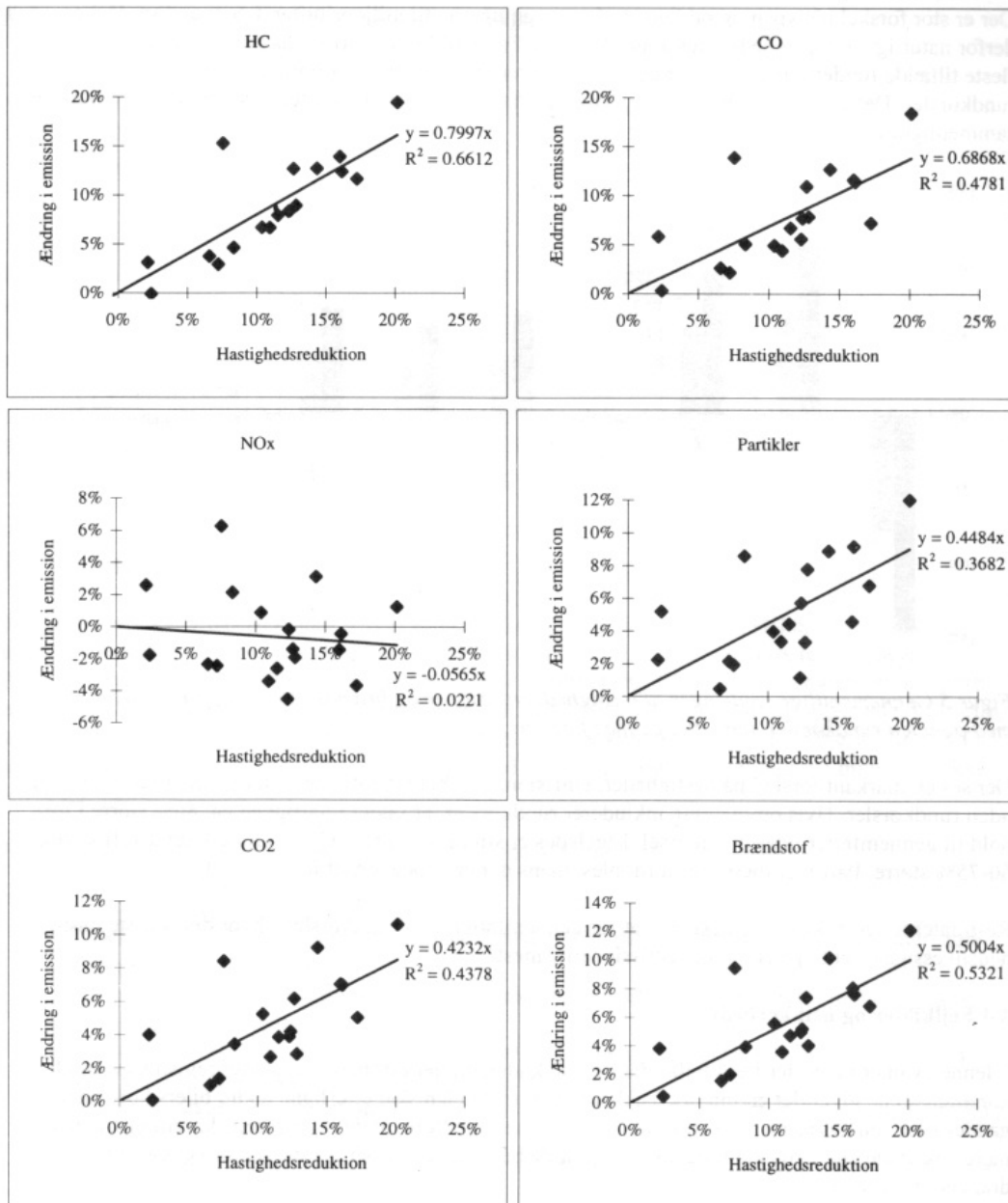
Da ombygningerne omfatter både større og mindre indgreb, varierer resultaterne meget fra by til by. Hastighedsniveauet er reduceret med gennemsnitligt 11,2% fra 71 til 63 km/t. Dette gennemsnit dækker over reduktioner for de enkelte byer på 2,1% til 20,1%.

NO_x er den eneste emissionstype, der ikke har en stigende tendens. Gennemsnittet dækker over en variation mellem -4,5% og 6,3%. For de øvrige emissioner og brændstofforbruget dækker gennemsnittet over en variation mellem -0,1% og 19,4%. Tabel B 1 i bilaget angiver resultaterne for alle byerne.

De beregnede resultater stemmer godt overens med tidligere undersøgelser foretaget med emissionsmodellen. I *Køremønstre og luftforurening – i provinsen* [5] er registreret et stort antal køremønstre på forskellige vejtyper, som derefter er behandlet i emissionsmodellen. Sammenhængen mellem rejsehastighed og emissioner/brændstofforbrug er angivet grafisk. For alle emissionstyper ses, at der sker en stigning ved ændring af rejsehastigheden fra 71 til 63 km/t. Eneste undtagelse er NO_x-emissioner fra benzinbiler, der falder svagt.

4.2 Hastighed og emissioner

Ud fra resultaterne antages det, at stigningen i emissioner og brændstofforbrug afhænger af hastighedsreduktionens størrelse. For at undersøge denne sammenhæng er der i figur 4 opstillet en graf, der for hver emissionstype og brændstofforbruget viser ændringerne som funktion af hastighedsreduktionen. En eventuel linearitet mellem størrelserne er undersøgt vha. indlagte tendenslinier og udregnede R²-værdier.

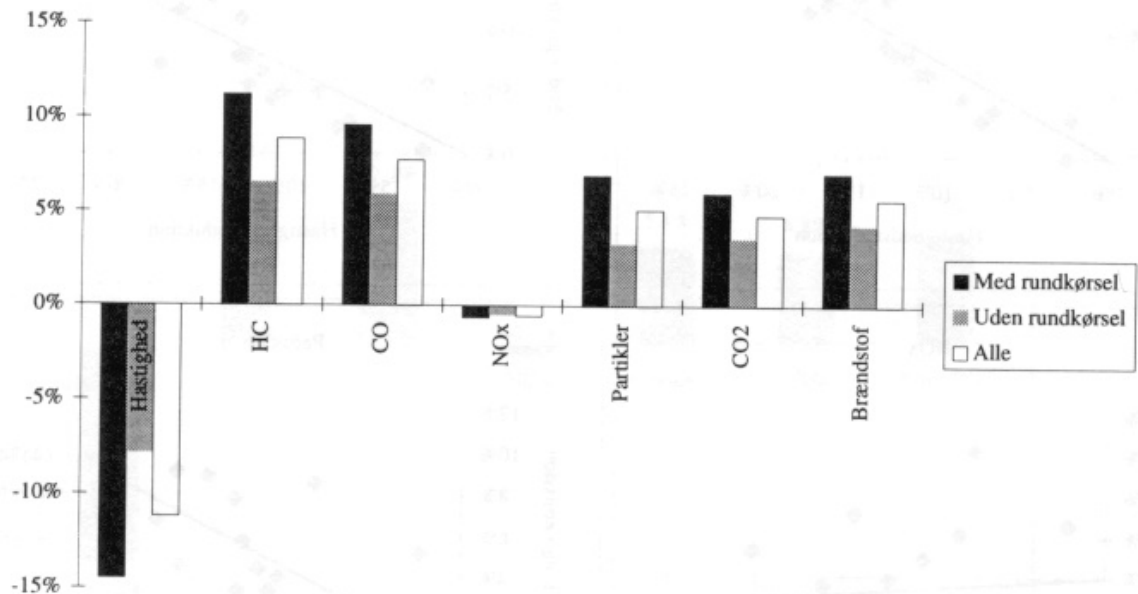


Figur 4 Ændring i emissioner og brændstofforbrug for de 18 gennemfarter som funktion af hastighedsreduktionen.

Emissionerne af HC, CO, CO, og partikler og brændstofforbrug viser tydeligt en stigende tendens ved reduceret hastighed. Der kan påvises en vis lineær sammenhæng med R^2 -værdier mellem 0,36 og 0,66. For NO_x, er der ikke en tydelig tendens, idet hastighedsreduktionerne giver både positive og negative ændringer.

4.3 Rundkørsler, hastighed og emissioner

Der er stor forskel på typen og omfanget af ombygningerne til miljøprioriteret gennemfart. Det er derfor naturligt, at hastighedsreduktionen varierer fra by til by. De største hastighedsreduktioner er i de fleste tilfælde fundet i de byer, hvor de miljøprioriterede gennemfarter omfatter anlæg af en eller flere rundkørsler. Dette er illustreret i figur 5, hvor resultaterne for gennemfarter med og uden rundkørsler sammenlignes.



Figur 5 Gennemsnitlige ændringer af hastighed, emissioner og brændstofforbrug for gennemfarterne med og uden rundkørsler samt alle gennemfarterne.

Der ses en markant forskel på hastigheder, emissioner og brændstofforbrug for gennemfarter med og uden rundkørsler. Hvis ombygning inkluderer rundkørsler, er faldet i hastighed ca. 80% større i forhold til gennemfarter uden rundkørsel. Ligeledes er stigningen i HC, CO, CO₂, og brændstofforbrug 60-75% større. Partikler mere end fordobles, mens der er et begrænset fald for NO_x.

Resultaterne viser ikke overraskende, at for gennemfarter med rundkørsler - hvor den største hastigheds-mæssige effekt opnås - stiger emissionerne mest.

4.4 Fejlkilder og usikkerheder

I denne evaluering er der flere fejlkilder og usikkerheder, der bør nævnes. Under registreringen af køremønstrene giver det en mindre usikkerhed, at målebilen skal efterligne andre bilers køremåde; det gælder især ved aggressiv kørsel. Dette kan eventuelt medføre, at de registrerede køremønstre bliver mere ensartede end den egentlige kørsel, og at de beregnede emissioner derved bliver en smule mindre, end de reelt er.

En anden væsentlig fejlkilde er, at køremønstrene under førmålingerne er registreret som 50 m målinger. Dette betyder, at disse målinger skal formateres til 1 sekund målinger for at kunne anvendes i

emissionsmodellen. Formateringen er gennemført ved interpolation og medfører en vis udjævning af hastighedsprofilen. For at undersøge hvilken effekt formateringen har på resultaterne, er der gennemført kontrol af formateringsprogrammet. Dette gøres ved at formatere 1 sekund målingerne i eftersituationen til 50 m målinger. Herefter beregnes emission og brændstofforbrug for begge sæt køremønstre. Der er fortaget kontrol på alle byerne undtagen Ålbæk, da både før- og eftermålingerne her er registreret som 1 sekund målinger. En sammenligning af de oprindelige

eftermålinger med de formaterede målinger giver følgende gennemsnitlige afvigelser (den forholdsvis store afvigelse på partikler kan skyldes, at databasen for dieslbiler indeholder et begrænset antal værdier):

HC: 0,0%
CO: -0,9%
NO_x: -0,4%
Partikler: -1,8%
CO, og brændstof: -0,1%

Da køremønstrene i førmålingerne er betydeligt mere jævne end eftermålingerne, antages de tilsvarende afvigelser for førmålingerne at være endnu mindre. Beregninger for Ålbæk viser netop, at afvigelserne for førmålingerne er ca. halvt så store som for eftermålingerne. Det er således vurderet, at registrering af førmålingerne som 50 m målinger medfører, at emissionerne i førmålingerne bliver undervurderet, og at stigningen i emissionerne derved bliver en smule større, end de reelt er.

Som tidligere nævnt er emissionsmålingerne i emissionsmodellens database behæftet med forholdsvis stor spredning, da målinger ofte afviger selv under ensartede forhold. Derfor må der påregnes en vis usikkerheden på modellens resultater.

5. Vurdering

De øgede emissioner har en række afledte effekter. Større emissioner af CO, HC og partikler vil alt andet lige medføre en større sundhedsbelastning lokalt. Effekten er sandsynligvis relativt begrænset, idet koncentrationen af stofferne i forvejen er lav i de mindre byer. CO₂-emissioner antages at kunne medføre globale klimaforandringer. Emissionerne er i dette tilfælde dog relativt begrænsede. I Mejrup, en af de mere trafikerede gennemfarter med rundkørsel, vil ombygningen betyde et merudslip af CO₂, på ca. 180 kg årligt. Brændstofforbruget forøges med ca. 65 kg årligt. Udregningerne inkluderer ikke den tunge trafik.

Effekter ved ombygning til miljøprioriteret gennemfart kan kort beskrives således:

Øgede emissioner og brændstofforbrug.

Der er sket en betydelig reduktion i hastigheden. Det gennemsnitlige fald på de undersøgte strækninger er ca. 11%.

Med reduceret hastighed følger også mindsket barriereeffekt og en generel følelse af større tryk langs vejene.

Der må forventes en betydelig forbedring af trafiksikkerheden. Der vil dog gå en årrække før

der kan foretages evalueringer på dette område.

Med smukkere vejudformning og beplantning er der sket en forbedring af det visuelle miljø i byerne.

Støjgenerne er generelt reduceret. Dog har der specielt ved rundkørslerne været en

oplevelse
af, at støjen har ændret karakter.

Generelt er der således sket betydelige forbedringer ved anlæg af de miljøprioriterede gennemfarter, hvad angår hastighedsniveau, trafiksikkerhed, støj og den kvalitative oplevelse af bymiljøet. Samtidig

er der sket en mindre stigning i trafikens emissioner og brændstofforbrug. Ombygning til miljøprioriterede gennemfarter kan således hævdes at være et eksempel på, at forbedring af trafiksikkerhed og bymiljø kan skabe andre problemer af miljømæssig karakter.

En vurdering af de miljøprioriterede gennemfarter må bygge på en samlet afvejning af fordele og ulemper. I den forbindelse er det vigtigt at have tilstrækkelig viden om alle de relevante konsekvenser, herunder også de miljømæssige. Denne undersøgelse forsøger at kvantificere de emissions- og brændstofs-mæssige konsekvenser, men der foretages ikke en afvejning af fordele og ulemper. En sådan afvejning bør foretages i hvert enkelt tilfælde og må bero på vurderinger og mere miljøpolitiske overvejelser, da konsekvenserne ikke er direkte sammenlignelige.

6. Konklusion

Undersøgelsen viser, at ombygningerne til miljøprioriteret gennemfart i 18 byer har medført reducerede hastigheder, forøgede emissioner af HC, CO, partikler og CO, samt større brændstofforbrug. De gennemsnitlige NO_x-emissioner er stort set uændrede. Den gennemsnitlige hastighedsreduktion er ca. 11%, og de gennemsnitlige stigninger i emissioner og brændstofforbrug (excl. NO_x) ligger i intervallet 5-9%.

Der kan påvises en vis linearitet mellem faldet i hastigheder, og stigningen i emissioner og brændstofforbrug (excl. NO_x). Det vil sige, at jo mere hastigheden dæmpes, jo mere stiger emissionerne og brændstofforbruget. Samtidig kan det påvises, at gennemfarter med rundkørsler giver større hastighedsreduktion - og dermed større emissionsstigning og brændstofforbrug – end gennemfarter uden rundkørsel.

Undersøgelsen påviser en forøget miljøbelastning i form af større emissioner og brændstofforbrug ved ombygning til miljøprioriterede gennemfarter. Denne miljøbelastning skal dog sammenholdes med de markante forbedringer, som ombygning af hovedlandeveisstrækningerne giver i form af reduceret hastighed, øget trafiksikkerhed, mindre støj og bedre bymiljø.

Da undersøgelsen er foretaget med modelberegninger, og da de beregnede stigninger i emissioner og brændstofforbrug er forholdsvis begrænsede, er resultaterne forbundet med en vis usikkerhed. Resultaterne viser dog en tydelig tendens til stigende emissioner og brændstofforbrug med faldende hastighed. Da undersøgelsen er foretaget på hovedlandevejsnettet, er resultaterne kun gældende under tilsvarende forhold.

Konklusionerne i dette paper er foreløbige. Projektet forventes endeligt

afsluttet i løbet af 1996, hvorefter resultaterne udgives i et selvstændigt notat.

Litteratur

- [1] Høglund, Paul G. (1995): *Estimating traffic related exhaust emissions at road and street intersections*, Royal Institute of Technology, Sweden.
- [2] Vejdirektoratet (1996): *Veje til bedre byer. Miljøprioriterede gennemfarter*,
- [3] Rapport nr. 39. Vejdirektoratet (1996): *Miljøprioriterede gennemfarter. Effekter i 13 byer*, Foreløbig rapport.
- [4] Sorenson, Spencer C. og Jesper Schramm (1992): *Individual and Public Transportation – Emissions and Energy Consumption Models*, Laboratoriet for Energiteknik, DTU. Rapport RE 91-5.
- [5] Vejdirektoratet (1992): *Køremønstre og luftforurening – i provinsen*. Rapport nr. 105.

Bilag: Effekter af miljøprioriterede gennemfarter

Byer	Hastighed	HC	CO	NO _x	Partikler	CO ₂	Brændstof
Nørreballe*	-20,1%	19,4%	18,4%	1,2%	12,0%	10,6%	12,1%
Glamsbjerg*	-17,2%	11,6%	7,2%	-3,7%	6,8%	5,1%	6,8%
Mejrup*	-16,1%	12,4%	11,4%	-0,5%	9,2%	7,0%	7,6%
Abild*	-16,0%	13,9%	11,6%	-1,4%	4,6%	7,1%	8,1%
Ålbæk*	-14,3%	12,7%	12,7%	3,1%	8,9%	9,2%	10,2%
Ørbæk*	-12,8%	8,9%	7,8%	-1,9%	7,8%	2,9%	4,1%
Stokkemarke	-12,7%	12,7%	10,9%	-1,4%	3,3%	6,2%	7,4%
Kregme*	-12,4%	8,4%	7,7%	-0,2%	5,7%	4,2%	5,2%
V. Egesborg	-12,3%	8,3%	5,6%	-4,5%	1,2%	3,9%	5,0%
Gørlose	-11,5%	7,9%	6,7%	-2,6%	4,4%	3,9%	4,8%
Lyngstrup*	-10,9%	6,6%	4,4%	-3,4%	3,4%	2,7%	3,6%
Hvide Sande*	-10,4%	6,7%	4,9%	0,9%	4,0%	5,2%	5,6%
Ullits	-8,3%	4,6%	5,0%	2,1%	8,6%	3,4%	3,9%
Stenmagle	-7,6%	15,3%	13,9%	6,3%	1,9%	8,4%	9,5%
Stouby	-7,2%	2,9%	2,2%	-2,4%	2,1%	1,4%	2,0%
Salten	-6,6%	3,8%	2,6%	-2,3%	0,5%	1,0%	1,6%
Klinkby	-2,4%	-0,1%	0,3%	-1,8%	5,2%	0,1%	0,4%
Kvorning	-2,1%	3,1%	5,8%	2,6%	2,2%	4,0%	3,8%
Gennemsnit	-11,2%	8,8%	7,7%	-0,6%	5,1%	4,8%	5,7%

Note: I byerne mærket med * omfatter ombygningen til miljøprioriteret gennemfart anlæg af én eller flere rundkørsler.

Table B1 Ændring i hastighed, emissioner og brændstofforbrug ved ombygning til miljøprioriterede gennemfarter i 18 byer.