

Modulvogntog

- Nu og i fremtiden



**10. Semester - Afgangspro-
jekt - Aalborg Universitet
- Civilingeniøruddannelse i
Vej- og trafikteknik- Jakob
Kroman Bjørn & Jacob Ras-
mussen**

Titel Modulvogntog - Nu og i fremtiden

Synopsis

Semester 10. Semester - Afgangprojekt

Periode 1. feb 2007 - 14. juni 2007

Gruppe VT10-03

Studerende Jakob Kroman Bjørn
Jacob Rasmussen

Vejledere Anker Lohmann Hansen
Erik Kjems

Oplagstal 5

Sideantal 91 + 36 sider bilag og appendix

Bilagsantal 4 bilag og 2 appendix samt en CD-Rom

Afsluttet Torsdag den 14. juni 2007

Projektet tager udgangspunkt i regeringens vedtagelse af en 3-årig forsøgsordning med modulvogntog på et afgrænset vejnet bestående af det overordnede motorvejsnet.

Med udsigt til en skævvridning i konkurrenceevnen mellem de erhvervsområder, som henholdsvis har og ikke har adgang til forsøgsvejnettet, sættes der i projektet spørgsmålstegn ved omfanget af forsøgsvejnettet. I denne forbindelse undersøges det, om det er geometrisk muligt at indføre vogntogene på strækninger, som ligger uden for motorvejsnettet.

Gennem analyse af større erhvervsvirksomheders og knudepunkters placering anbefales det i projektet, at forsøgsordningen udvides til at omfatte mere end blot det overordnede motorvejnet.

Med udgangspunkt i modulvogntogenes større arealbehov, samt at trafikvejnettet ikke er dimensioneret efter disse vogntog, udvælges der i projektet en række typetilfælde for kryds, som hyppigt optræder udenfor motorvejsnettet. De krydstyper, som menes at kunne udgøre et problem i forbindelse med modulvogntogenes arealbehov, bliver i projektet undersøgt gennem et digitalt konstrueret modulvogntog.

På baggrund af rapporten konkluderes det at de geometriske problemer ved at indføre modulvogntog på hele statsvejnettet vil være overkommelige.

Forord

Denne rapport er udarbejdet som dokumentation for et 10. semesters afgangsprøveprojekt på Aalborg Universitets B-sektor under specialiseringen Vej- og trafikteknik i projektperioden 1. februar 2006 til 14. juni 2006.

Rapporten omhandler implementering af modulvognstog i Danmark, hvor rapporten fokuserer på geometriske problemstillinger i forbindelse med udvalgte typetilfælde uden for motorvejsnettet.

Rapporten består af; en hovedrapport indeholdende to appendix og fire bilag, en vedlagt CD-Rom samt tegninger. Hovedrapporten indeholder de vigtige betragtninger og resultater, som suppleres af bilagene, CD-Rom'en samt tegningerne, mens rapportens appendix indeholder et metodeafsnit, der beskriver sammenspillet mellem samfund og teknologi samt diverse e-mail korrespondancer.

Kildehenvisninger i hovedrapporten er angivet, jf. Harvardmetoden, i parenteser og indeholder kildens forfatter samt udgivelsesåret. Eksempel: (Vejdirektoratet 2007). Ved ens kildehenvisninger inden for et kapitel skelnes ved tilføjelse af alfabetisk nummerering. Eksempel: (Vejdirektoratet 2007a). Yderligere oplysninger om den enkelte kilde findes i referencelisten bagest i rapporten.

Tabeller og figurer er nummereret fortløbende jf. kapitelnummeret. Figur 5.3 er således figur nummer 3 i kapitel 5, mens tabel 3.2 er tabel nummer 2 i kapitel 3. For bilag og appendix er der henholdsvis tilføjet B og A til tabellerne og figurene.

Omkring de geometriske problemstillinger for typetilfældene benyttes værktøjet AutoTURN, som er et tillægsprogram til AutoCad og MicroStation, som muliggøre anvendelse af digitale køretøjer.

Afsluttende henvendes en stor tak til Vejdirektoratet for at være behjælpelig med data samt besvarelse af diverse spørgsmål.

Jakob Kroman Bjørn

Jacob Rasmussen

Aalborg Universitet, juni 2007

Summary

Through the recent decades the subversion of trade barriers between regions and countries, increased economical wealth and growing global trade have led to a rising demand for the transportation of goods. This development has caused increased competition in the transportation industry. Higher demands for flexibility and low transportation costs in the supply chain mean that providers constantly try to rationalize their transports in order to minimize costs and to be able to compete.

To accomplish that, the trend in the industry goes toward optimizing transportation capabilities by increasing the amount of cargo that each loadcarrier can hold.

However political provisions regarding dimensions and weight have been slowing down the progress. But in recent years many European countries, including Denmark, have worked towards meeting requests to allow longer combinations of road trains. In Denmark the result is the passing of a three-year trial arrangement concerning the use of the so-called modular road trains.

At first the decision will affect the freeway network as well as a few roads in connection with major freight junctions. For financial and safety purposes it has been politically decided to exclude the remaining road system from the trial arrangement – a decision that has caused discontent among parts of the industry without access to the freeway network. It is feared that this kind of limitation to the accessibility of the modular road trains will dictate the various industrial region's ability to compete freely amongst each other.

Based on the rather large area needs of the modular road trains this project will examine whether there is geometrical instance in allowing them on other and smaller roads than the ones assigned in the trial agreement.

For introduction legislation, the experiential foundation and the driving technicalities related to modular road trains will be presented in an attempt to create a general view of the transport technology.

Subsequently the project will analyze the industrial structure in Denmark, localizing the transport generating industries. By registering areas with a significant concentration of transport heavy industries, we'll offer an assessment of the possible needs for modular road trains outside the road systems designated by the trial agreement. Based on these assessments one road stretch will be singled out for

further analysis.

For the selected stretch a analysis will be made with the purpose of registering the instances in which the large area needs of the modular road trains will be in conflict with the geometrical elaboration of the road network. The most critical instances will be emphasized and compared, based on technical maps of the space requirements of the modular road trains in order to evaluate the extent of the geometrical problems.

The conclusion of the modular road trains' thoroughfare of the selected intersections is that these vehicles have a larger area need than the typical heavy road vehicles, but generally the geometrical problems are manageable. The back wheels of the modular road trains' rear wagon will cross the edge lines of the traffic markings when turning at traffic intersections. But that can be solved relatively easy by establishing passing areas.

Generally speaking the implementation of modular road trains will mean a final deathblow to the national transportation of goods by railroad as this kind of transportation will have difficulties competing with the flexibility that the modular road trains offer among other things.

Indholdsfortegnelse

Summary	1
Kapitel 1 - Indledning	3
Kapitel 2 - Godstransportens udvikling	5
2.1 Produktions- og distributionsstrukturen	6
2.2 Logistik	7
2.3 Ny teknologi	7
2.4 Udviklingen i EU	8
2.5 Udviklingen i Danmark	9
2.6 Sammenfatning	14
Kapitel 3 - Problemstilling	17
Kapitel 4 - Problemformulering	23
Kapitel 5 - Love og regler	25
Kapitel 6 - Erfaringer med modulvogntog	29
6.1 Europæiske erfaringer	30
6.2 Danmarks situation	32
Kapitel 7 - Lokalisering og vejnettet	37
7.1 Erhvervsudviklingen	38
7.2 Knudepunkt	41
7.3 Vurdering	44
Kapitel 8 - Typetilfælde	49
8.1 Rundkørsel	49
8.2 T-kryds	50
8.3 Hastighedsdæmpende foranstaltninger	51
8.4 F-kryds	52
8.5 Sideanlæg	52

Kapitel 9 - Forudsætninger	53
Kapitel 10 - Strækingsanalyse	57
10.1 Valg af strækning	57
10.2 To-sporet rundkørsel	60
10.3 Et-sporet rundkørsel	63
10.4 Hankeanlæg ved Hammel	65
10.5 T-kryds ved Fårvang	68
10.6 Ruderanlæg ved Nykøbing Mors	70
10.7 Vurdering	73
Kapitel 11 - Konklusion	75
Kapitel 12 - Perspektivering	77
Kapitel 13 - Referenceliste	79
Appendix A1 - Metode	87
Appendix A2 - E-mail korrespondance	91
Bilag B1 - Erhvervsanalyse	95
Bilag B2 - Dimensioner	103
Bilag B3 - Strækingsanalyse	105
Bilag B4 - Erhvervsområder	115

1 Indledning

I gennem det sidste årti er der fra transporterhvervene blevet stillet spørgsmål ved den manglende tilladelse til at anvende modulvogntog på det danske vejnet. En stigende efterspørgsel på transport inden for et globaliseret marked, hvor fleksibilitet og lave transportomkostninger i forsyningskæden er vigtige elementer for virksomhedernes konkurrenceevne, har bevirket, at bl.a. den danske vognmandsbranche, efter svensk og finsk forbillede, har ønsket tilladelse til kørsel med særligt lange lastvogntog. Konkret indebærer dette ønske, at vogntogs maksimale længde forøges fra de nuværende 18,75 m til 25,25 m, og at den højest tilladte vogntogsvægt øges fra de nuværende 48 tons (40 tons i international trafik) til 60 tons.



Figur 1.1

Eksempel på et modulvogntog (Containertransport med modulvogntog 2007).

(Lastvogn-Dolly-Sættevogn)

I 2006 blev der indgået en aftale mellem regeringspartierne (Venstre og Det Konservative Folkeparti), Dansk Folkeparti og Det Radikale Venstre, hvor det blev vedtaget, at der skulle afsættes 85 mio. kr. til en landsdækkende forsøgsordning med modulvogntog. Forsøgsordningen forventes i første omgang at forløbe over en 3-årig periode gående fra den 1. januar 2008 til 2011, og vil omfatte det overordnede motorvejsnet samt enkelte vejanlæg i forbindelse med udvalgte godsknudepunkter.

Vejdirektoratet har i den seneste tid været i gang med at analysere forsøgsvejnettet, hvorpå modulvogntog ønskes implementeret. Samtidig har Vejdirektoratet, tilbage i marts 2007, gennemført et indledende forsøg med 2 modulvogntogstyper på en udvalgt strækning med henblik på at undersøge vogntogenes arealbehov samt den fornødne tilpasning af vejnettet. Resultaterne af disse forsøg har været positive og har skabt stor begejstring ved politikkerne, hvorfor en gradvis udbredelse af modulvogntog er et af fokusområderne, som ønskes at blive indlemmet i den fremtidige danske vej-godsstrategi.

Projektet tager udgangspunkt i rammeplanerne for den forestående forsøgsordning med modulvogntog. I den sammenhæng ønskes det

at vurdere, om der er basis for at udvide vejnettet, så det omfatter mere end hovedsagligt motorvejsnettet. I den forbindelse udføres der to analyser af godstransportens udviklingstendenser samt erhvervsstrukturen i Danmark.

Med udgangspunkt i analysen omkring udviklingstendenserne inden for den nationale og internationale godstransport, ønskes det indledningsvist at klarlægge, hvordan udviklingen inden for moderne godstransport medfører en efterspørgsel på modulvogntog. Samtidig vil lovgivningen og erfaringsgrundlaget samt de tekniske specifikationer i henhold til modulvogntog blive gennemgået med henblik på at danne et overblik over status for indførelsen af denne transportteknologi.

Gennem analysen af erhvervsstrukturen i Danmark, ønskes det på baggrund af lokaliseringen af transporttunge erhverv, at vurdere om der er basis for at udvide vejnettet for modulvogntog, så det omhandler mere end blot motorvejsnettet. Analysen skal give en indikation af, hvor i landet der kan være basis for, at udvide forsøgsområdet, så modulvogntog ikke kun begrænses til det overordnede motorvejsnet

Med udgangspunkt i udvidelse af forsøgsvejnettet for modulvogntog, udvælges en strækning til nærmere analyse. Her gennemføres en strækningsanalyse, som har til formål at registrere de type-tilfælde, hvor modulvogntogs arealbehov vil kunne være i konflikt med vejnettets geometriske udformning. På baggrund af analysen udvælges en række typetilfælde, som på baggrund af indhentede tekniske data vedrørende geometrisk udformning og afmærkning, sammenholdes med arealbehovet for et sættevogntog samt et modulvogntog. I denne sammenhæng ønskes det at vurdere de geometriske konsekvenser ved at tillade kørsel med modulvogntog på et vejnet, der ligger uden for det foreslåede forsøgsvejnet.

2 Godstransportens udvikling

Gennem de seneste årtier er der sket en væsentlig udviklingen indenfor godshåndtering og fragt. De industrialiserede lande har økonomiske fremgang, hvilket har betydet vækst i efterspørgslen og behovet for transport af bl.a. gods.

Den globale samhandel er vokset hurtigere end væksten i den globale produktion. Udviklingen skyldes, at handelsbarriererne mellem verdensdele, regioner og lande er blevet mindre. De vigtigste handelshindringer er told og importkvoter.

På verdensplan forhandles der f.eks. i WTO (World Trade Organization) regi om nedbrydning af handelsbarriererne mellem verdensdelene/de regionale handelsblokke. Det kan dog næppe forventes, at handelsbarriererne mellem blokke vil blive nedbrudt helt.

Inden for de regionale handelsblokke (f.eks. EU) sker der en hurtigere opbrydning af barriererne for samhandel mellem lande. Målet for de regionale handelsblokke er typisk at få skabt et sammenhængende indre marked. Udviklingen omfatter her også harmonisering af tekniske standarder, således at regionen gradvist vil kunne fungere som et marked. (Vejdirektoratet 2001)

Transporten af gods er nødvendig for at give forbrugere adgang til et varieret udbud af varer og for at udnytte den globale arbejdsdeling, som er en af hoveddrivkræfterne bag vores velstand – man producerer varerne dér, hvor det kan gøres bedst og billigst.

Godstransport er forenklet set blot at flytte varer fra punkt A til B. Men dette kan let blive en kompleks opgave i takt med, at transporterne rundt i verden indgår i en forsyningskæde, der binder mange delprocesser sammen. Det øgede vidensindhold i mange varer i dag gør, at der er dele af produkternes fremstillingsprocesser, som ikke er fornuftige eller mulige for en virksomhed selv at udvikle. Det er bedre at samarbejde med de strategiske leverandører, der har udvikling og fremstilling af disse delprocesser som deres kernekompetence.

Virksomhedens produkter indgår således i en forsyningskæde, som drives frem af kundernes behov længere fremme i forsyningskæden. Kravene til disse forsyningskæder er bl.a. maksimal leveringspræcision, bedre kvalitet, lavere pris, større fleksibilitet og større kundetilfredshed.

Nedbrydelse af handelsbarriererne

Vigtigheden af godstransport

Krav til forsyningskæden

Kravene til godstransportens udvikling bliver derfor mere og mere komplekse med tiden, hvilket forsøges løst gennem forskellige virkemidler. Virkemidlerne har været med til at **præge godstransportens udvikling** på et internationalt plan, såvel som den danske godstransport situation. Nogle af de væsentligste elementer, der har påvirket godstransporten, vil i det følgende blive gennemgået. Disse elementer er:

- Omlægning af produktions- og distributionsstrukturen.
- Betydning af logistik.
- Indførelse af nye teknologier.

2.1 Produktions- og distributionsstrukturen

Internationaliseringen og globaliseringen har medført en stigende konkurrence mellem virksomheder på tværs af landegrænserne.

Produktions- og distributionsstrukturen omlægges

Virksomhederne sikrer konkurrenceevnen ved øget specialisering af de enkelte produktionssteder. Antallet af produktionssteder reduceres og varekøb og varesalg sker over større og større afstande. En enkelt fabrik, der tidligere producerede mange produkter til et afgrænset geografisk område, producerer i dag ét eller nogle få produkter til et større område, f.eks. hele Europa.

Specialiseringen indebærer endvidere, at der sker en øget arbejdsdeling mellem produktionsstederne. Udvalgte arbejdsprocesser lægges efter behov ud til lande med lave produktionsomkostninger. Fremstillingen af varen foregår således i et netværk af mange forskellige virksomheder, som bidrager med hver sin del af det samlede slutprodukt.

Antallet af lagre reduceres

Ligeledes er udviklingen præget af, at antallet af lagre reduceres. Herved er det muligt at reducere de samlede logistikomkostninger, idet reduktionen i renteudgifterne til lagrene er større end de ekstra udgifter til transport, som en centraliseret lagerstruktur indebærer. Det har vist sig muligt at opretholde samme niveau for leverings-service.

Omkostninger reduceres ved indførelse af JIT - principper

Virksomhederne arbejder også på andre måder for at nedbringe lageromkostningerne. Indførelse af Just-in-Time (JIT) principper er med til at begrænse virksomhedernes lageromkostninger. Her undgås lageropbygning, idet leveringen af råvarer og delkomponenter først sker i det øjeblik, de skal bruges i produktionen. Dette resulterer i et behov for mindre og hyppigere forsendelser – og stiller store krav til leveringspræcisionen.

Masseproduktion overgår til ordrestyret produktion

Produktionsmetoderne omlægges fra masseproduktion til produktion af varer, der er tilpasset den enkelte kunde (ordrestyret produktion). Tidligere var målsætningen at fremstille varer i store seriestør-

relser for at opnå lave enhedsomkostninger. I dag er målsætningen at fremstille seriestørrelser, der så vidt muligt er tilpasset efterspørgslen på slutmarkedet. Inden for f.eks. bilproduktion produceres den enkelte bil i dag på mange fabrikker efter kundens ønske om f.eks. farver, udstyr og motortype. Levering til kunden skal kunne ske hurtigt og effektivt.

Som konsekvens af internationaliseringen og den heraf følgende øgede specialisering/arbejdsdeling bliver godsstrømmene stadig mere internationale. (Vejdirektoratet 2001)

2.2 Logistik

Logistikkompetence og velfungerende logistiske systemer er i stigende grad blevet en af erhvervslivets vigtigste kilder til opnåelse og bevarelse af konkurrencemæssige fordele.

Der er flere forklaringer på dette forhold, dels spiller logistiksystemet en afgørende rolle for den kundeservice, som virksomhederne kan tilbyde sine kunder. Samtidig har den strukturelle udformning af logistiksystemet en stor og direkte indflydelse på virksomhedernes omkostningsniveau, for slet ikke at tale om logistiksystemets indflydelse på vigtige begreber som fleksibilitet, effektivitet, miljø og kvalitet.

De senere års udvikling har i stigende grad vist, at logistik er andet og meget mere end transport, håndtering og styring af vareflow. Den voksende internationalisering af vareflowet på tværs af landegrænser, samt en betydelig specialisering i værdikæden (design, produktion, marketing, levering og support af produkter og serviceydelser), har medført, at fokus i stigende grad er flyttet fra et intraorganisatorisk perspektiv til et interorganisatorisk perspektiv, hvor den samlede forsyningskædes opbygning, samspillet mellem producenter, underleverandører og transportudbydere spiller en afgørende rolle for systemets effektivitet og kvalitet.

Tilsvarende er det logistiske fokus flyttet fra overvejende at høre til det taktisk/operationelle niveau, til i højere grad også at fokusere på det strategiske niveau. (Vejdirektoratet 2001)

2.3 Ny teknologi

Den teknologiske udvikling sker i et stadigt større tempo. Udviklingen har haft betydning for transportsektoren på en lang række områder, som f.eks.:

- Vejgods: Større biler, mere effektivt håndteringsudstyr, IT-hjælpeværktøjer i bilen.
- Spedition: IT, koncepter til godsstyring og overvågning, nye la-

Kundeservice og reduceret omkostningsniveau

Sammenspillet med strategiske leverandører får stadig større betydning

gerhoteller.

- Containertrafikken: Større og mere effektive skibe, nye containertyper til f.eks. kølevarer, IT-overvågning.

De øgede krav til effektiv logistik kræver, at der er styr på produktionen og distributionen gennem hele processen og det kræver IT.

E-handlen vinder frem og har stor bevågenhed, men både den økonomiske og transportmæssige betydning heraf er dog stadig begrænset. E-handel omfatter to hovedgrupper:

- Konsumentmarkedet (især privates køb af varer over internettet).
- Industrimarkedet (handel mellem virksomhederne over internettet).

Inden for Europa er det industrimarkedet, som udvikler sig hurtigst. E-handel fremmer udviklingen mod mindre og hyppigere forsendelser, hvilket forstærker tendensen mod en væsentlig stigning i småpakkedistributionen. (Vejdirektoratet 2001)

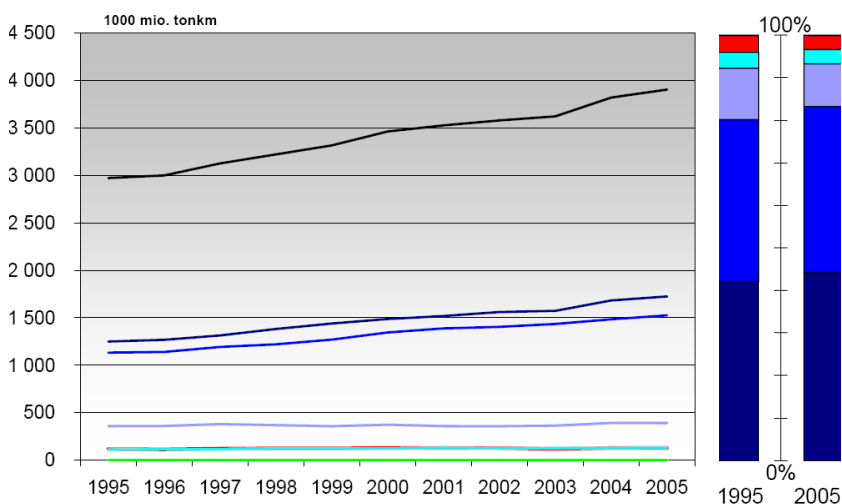
I de efterfølgende afsnit vil der blive set nærmere på den egentlige vækst indenfor godstransportområdet, som har været gældende indenfor EU, såvel som i Danmark.

2.4 Udviklingen i EU

Det samlede godstransportarbejde (Tonkm) inden for EU har været støt voksende gennem de seneste årtier. Udviklingen kan som tidligere nævnt bl.a. forklare med, at handelsbarriererne mellem verdensdele, regioner og lande nedbrydes.

Det samlede godstransportarbejde inden for EU er i perioden 1970 til 1995 vokset med 105 pct., hvilket svarer til en fordobling. (Vejdirektoratet 2001)

Figur 2.1
Udviklingen i godstransportarbejdet i EU i perioden 1995 - 2005. (European Commission 2006)



De seneste statistikker over udviklingen i godstransportarbejdet inden for EU viser, at transportarbejdet fortsat er i vækst og var i perioden 1995 til 2005 yderligere steget med ca. 31 pct., jf. figur 2.1.

I perioden 1970 til 1995 skete væksten primært i transportarbejdet med lastbil og med (intra EU) nærsøskibsfart, mens transportarbejdet for banetrafikken faldt. Af figur 2.1 fremgår det ligeledes, at transportarbejdet for henholdsvis vej- og skibstransport i perioden 1995 til 2005 fortsat var stigende. Mens der langt fra har været den samme udvikling inden for bl.a. jernbanetransporten samt transport med kanal, luft og rørledning.

I perioden fra 1995-2005 skete der således en yderligere forskydning i markedsandele mellem de forskellige transportformer. Vejtrafikken voksede i perioden 1995 til 2005 med 35 pct., mens banetransporten blot havde en vækst på godt 6 pct.. (European Commission, 2006)

2.5 Udviklingen i Danmark

Udviklingen på godstransportområdet i Danmark afspejler langt hen af vejen de europæiske udviklingstendenser inden for gods-transport.

Inden for den nationale godstransport, dvs. transport med både aflæsning- og pålæsningssted i Danmark, er lastbilen langt det mest anvendte transportmiddel. I 2004 blev der nationalt fragtet en samlet godsmængde på ca. 188 mio. tons, hvor ca. 94 pct. heraf blev transporteret med lastbil, og ca. 6 pct. blev transporteret med skib, mens blot ca. 1 pct. blev fragtet med tog, jf. figur 2.2.

Inden for den internationale godstransport - transport, der foregår mellem Danmark og udlandet - er skibstransporten den dominerende transportform. I 2004 blev der fragtet ca. 89 mio. tons gods, hvoraf omkring 64 pct. var med fragtskib, ca. 18 pct. blev fragtet med danske lastbiler, og godt 14 pct. med udenlandsk bil, mens de resterende 4 pct. hovedsageligt blev transporteret med tog, jf. figur 2.3. (Danmarks Statistik 2006)

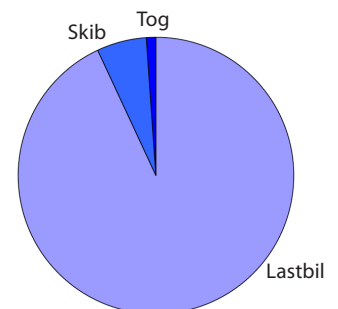
2.5.1 National transportarbejdet med lastbil

I den sidste halvdel af 1990'erne steg det nationale transportarbejde, hvorefter niveauet siden 2000 har ligget forholdsvis konstant. I 2004 var det nationale transportarbejde på 10,5 mia. tonkm, hvoraf ca. 84 pct. blev udført som vognmandskørsel, mens den resterende del blev udført som firmakørsel. Firmakørselens andel var i 1990'erne ca. 27 pct., mens den i 2004 var reduceret til 18 pct.

Af den godstransport, som blev registeret i 2004 var ca. 40 pct. af

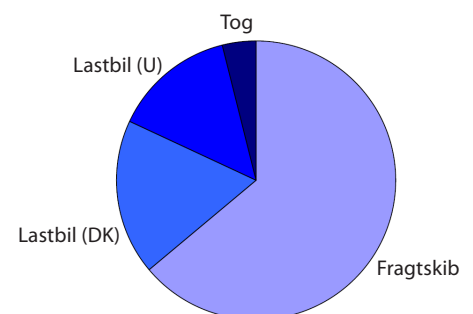
Figur 2.2

Samlede nationale godsmængde i 2004 fordelt på lastbil, skib og tog.



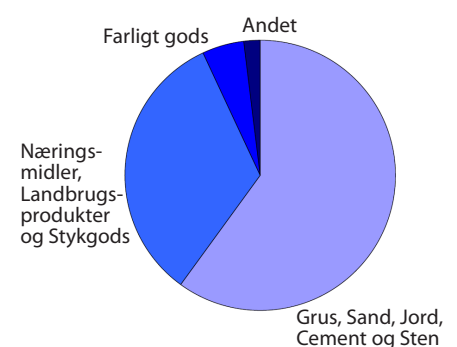
Figur 2.3

Samlede internationale godsmængde fordelt på fragtskib, danske og udenlandske lastbiler samt tog.



Figur 2.4

Fordelingen af den samlede nationale godsmængde på varegrupper.



godset grus, sand, cement, jord og sten (fast bulk), men i og med at transport i forbindelse med byggeri og anlægsarbejder typisk foregår over kortere afstande udgjorde transportarbejdet af den faste bulk blot 25 pct. af det nationale transportarbejde. Næringsmidler, landbrugsprodukter og stykgods udgjorde 33 pct. af godset, men stod for næsten 50 pct. af transportarbejdet. 5 pct. af godset var klassificeret som farligt gods. jf. figur 2.4. Dette var især brandfarlige, flydende stoffer såsom benzin. Af figur 2.5 fremgår udviklingen i det nationale transportarbejde fordelt på de enkelte varegrupper.

Figur 2.5

Nationale transportarbejde fordelt efter varegrupper. (Danmarks Statistik 2006).



Det meste gods blev transporteret inden for de daværende amtsgrænser, og det gods som blev flyttet over amtsgrænserne, gik til et naboamt. Kun en lille mængde gods blev flyttet mellem landsdelene, hvilket underbygges af den gennemsnitlige turlængde, som var på ca. 71 km. (Danmarks statistik 2006)

Hovedparten af den nationale godstransport med lastbil foregik i 2004 med vogntog, især med sættevognstog, hvor ca. 71 pct. godset blev fragtet med vogntog.

Som konsekvens af den større brug af vogntog er køretøjerne også gennemsnitligt blevet større. I 2004 blev 52 pct. af godset fragtet med køretøjer, der havde en totalvægt over 44 ton, hvor denne gruppe af køretøjer stod for 56 pct. af det samlede transportarbejde

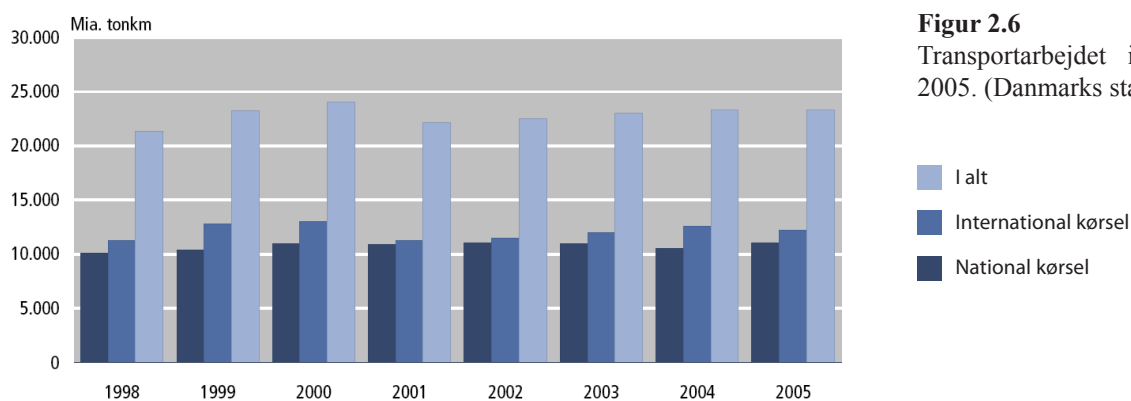
Den samlede kapacitetsudnyttelse, målt som udnyttelsen af det maksimalt mulige transportarbejde, er for 2004 opgjort til 38 pct. Udnyttelsen afhænger bl.a. af omfanget af kørsel uden læs. Ses der alene på ture med læs, blev der i 2004 opnået en udnyttelsen på ca. 51 pct. Korrigeres der for, at noget gods er volumengods, som optager relativt megen plads i forhold til godsvægten, fås en udnyttelsesgrad på 50 pct. for ture med læs.

Opgøres kapaciteten i stedet som køretøjets lasteevne fås (korrigeret for volumengods) at 66 pct. af lastekapaciteten blev anvendt på ture med læs. Det højere resultat ved denne opgørelsesmetode skyl-

des, at rundture, fx distributionsture, ikke reducerer udnyttelsesgraden. Kapacitetsudnyttelsen var lidt bedre for vogntog og stigende med turens længde. (Danmarks statistik 2006a)

2.5.2 International transportarbejde

I 2005 blev der i alt udført et transportarbejde med danske lastbiler på 23,3 mia. tonkm, som var 1 pct. mere end i 2004, jf. figur 2.6. Mens national transport oplevede en stigning i transportarbejdet på 5 pct. fik den internationale transport en nedgang på 3 pct. i forhold til 2004. Udviklingen skal ses i sammenhæng med væksten i privatforbrug og investeringer i den danske økonomi i 2005, afmatningen i det tyske marked, og udenlandske vognmænds øgede markedsandel ved kørsel mellem Danmark og udlandet.



Figur 2.6

Transportarbejdet i perioden 1998-2005. (Danmarks statistik 2006a)

Efter tilbagegang i den internationale kørsel fra 1996 – 1998 steg transportarbejdet igen og nåede op på 13,0 mia. tonkm i 2000. Derefter kom et markant fald i 2001, hvorpå transportarbejdet steg på ny, jf. figur 2.6. I 2004 blev der udført et transportarbejde på 12,6 mio. tonkm, hvilket var 0,6 mia. eller 5 pct. mere end året før. Væksten skete især ved kørsel fra Danmark til udlandet, men i 2005 havde transportarbejdet atter været mindre fald.

Som det fremgår af figur 2.6 blev stort set halvdelen af transportarbejdet i perioden 1998-2005 udført ved international kørsel, hvor næsten set alt international kørsel foregik ved vognmandskørsel. (Danmarks statistik 2006a)

Godstransporten mellem Danmark og udlandet foregik især med Tyskland og Sverige som på- eller aflæsningsland. Den gennemsnitlige turlængde ved kørsel med læs var på 731 km i 2004. Mere end to femtedele af turene med læs var under 500 km og næsten en fjerdedel var på over 1000 km.

De udenlandske lastbiler dækkede 45 pct. af det samlede transportarbejde med lastbil mellem Danmark og udlandet i 2004. Blandt de

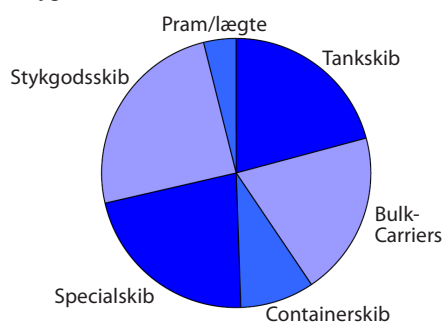
udenlandske lastbiler var der overvægt af tyske og hollandske biler. (Danmarks statistik 2006)

Den samlede kapacitetsudnyttelse, målt som udnyttelsen af det maksimalt mulige transportarbejde ved den internationale kørsel, var i 2004 ca. 51 pct. Ved korrigering for at noget gods er volumengods, fås i 2004 en udnyttelsesprocent på 56 pct. og en samlet kapacitetsudnyttelse på 65 pct.

Opgøres kapaciteten i stedet som køretøjets lasteevne fås - korrigeret for volumengods, at 64 pct. af lastekapaciteten blev udnyttet ved kørsel med læs. (Danmarks statistik 2006a)

Figur 2.7

Fragtskibsanløbene fordelt for skibstype.



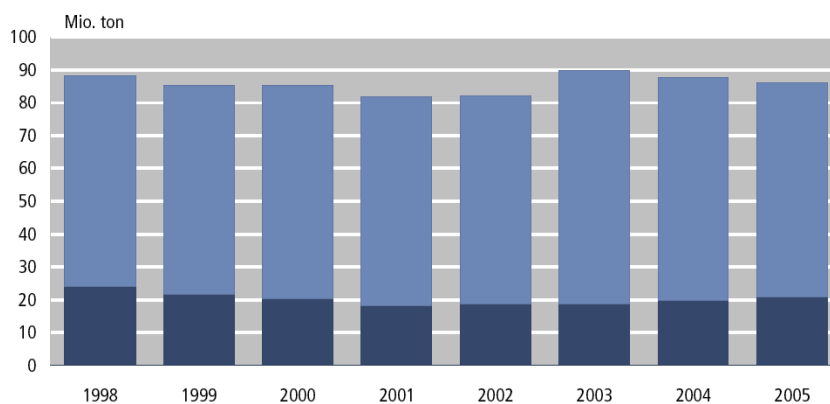
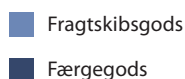
2.5.3 Skibstransport

I 2005 blev ca. 72 pct. af samtlige fragtskibsanløb registeret ved 22 større danske havne. Her var 21 pct. af fragtskibsanløbene med tankskibe, 20 pct. bulkcarriers, 9 pct. containerskibe, 22 pct. specialskibe, 25 pct. stykgodsskibe i øvrigt og 4 pct. pramme/lægtre, jf. figur 2.7. I forhold til året før var der især færre anløb af stykgodsskibe, men flere anløb af bulkcarriers og specialskibe.

Jævnfør figur 2.8 var godsmængden over alle danske havne i 2005 på 86,2 mio. ton, hvilket var 1,4 mio. ton eller 2 pct. mindre end i 2004. Godsmængden har generelt været faldende fra 101 mio. ton i 1997 til 82 mio. ton i 2001 og 2002, hvilket skyldes fald i kulimporten i 1998 og åbningen af forbindelserne over Storebælt og Øresund. I 2003 steg godsmængden til knap 90 mio. ton pga. forøget import af især kul og i mindre grad råolie til kraftværker og raffinaderier samt indenrigsdistribution af kul fra kuldepoter, men i 2004 var havnenes godsmængder på ny aftaget, navnlig fordi der blev udlosset mindre kul fra udlandet.

Figur 2.8

Godstransport over danske havne i perioden 1998-2005. (Danmarks statistik 2006b).



Hovedparten af skibsgodset var udenrigsgods. Kun en sjettedel af godset var i indenrigstrafik mellem danske havne eller mellem søen og dansk havn. Søtransporterne koncentrerer omkring de største havne, hvilket ses af at halvdelen af godsomsætningen ligger på

disse havne. To tredjedele af godset var fast bulk, især kul, sten, sand og grus, kalk, cement mv. og foderstoffer, og flydende bulk såsom råolie og mineralske olieprodukter. En fjerdedel var færgegods, dvs. gods på lastbiler (Ro-Ro trafik). (Danmarks statistik 2006)

Inden for det containeriserede gods skete der en støt vækst i 2005. Hovedparten af containerekspeditionen foregår over Århus Havn, som ekspederede omkring to tredjedele af containerne.

2.5.4 Banetransport

Efter vækst i transportarbejdet i 2003 og 2004, viste 2005 et fald på 9 pct. til i alt 2,0 mia. tonkm. Der har især været mindre kørsel i national transport, bl.a. som følge af ophør med kørsel på mindre stationer, samt ved kørsel fra udlandet til Danmark. Transportarbejdet ved transitkørsel var stort set det samme som i 2004.

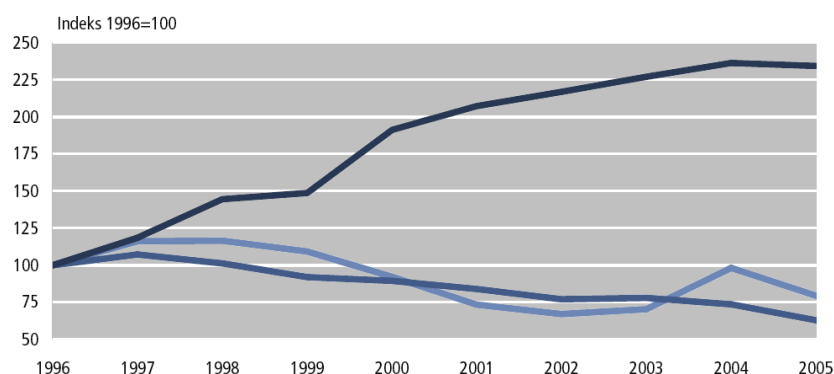
I 2005 blev der fragtet 7,5 mio. ton gods med tog i Danmark, hvilket var 0,4 mio. eller 5 pct. mindre end i 2004. Der har navnlig været mindre gods i national transport og i transport fra udlandet til Danmark.

Mængden af transitgods har været voksende fra 1997 til 2004 bl.a. som følge af åbningen af den ubrudte togforbindelse fra Sverige til Tyskland via Danmark, men i 2005 lå godsmængden nogenlunde på samme niveau som året før.

I 2005 blev 23 pct. af godset fragtet som national trafik, når privatbanenes gods medregnes, 36 pct. blev transporteret mellem Danmark og udlandet, og 41 pct. kørte i transit gennem Danmark.

Halvdelen af godset i national og international transport er kombigods. Den anden halvdel er nu udelukkende hellastgods. Kombigods udgjorde 75 pct. af godset i national transport og 36 pct. af godset i international transport. (Danmarks statistik 2006c)

Af figur 2.9 fremgår udviklingen for banetransportarbejdet fra 1996-2005 for henholdsvis nationalt-, internationalt- og transitarbejdet.



Figur 2.9

Transportarbejdet Tonkm for bane-transport i perioden 1996-2005. (Danmarks statistik 2006c)

■ Nationalt
■ Internationalt
■ Transit

2.5.5 Godstransport med fly

Godstransport med fly foregår overvejende over Københavns Lufthavn. I 2005 blev der ekspederet 106.000 ton gods og post i danske lufthavne, eksklusive gods i transfer. Heraf var 97.000 ton i Københavns Lufthavn. Hovedparten af luftfragten og luftposten var med udenrigsfly. (Danmarks statistik 2006)

2.5.6 Transport i rørledninger

Medregnes transport af olie og gas i rørledning i den indenlandske transport, dækker transport i rørledninger over en tredjedel af det samlede indenlandske transportarbejde. Transport i rørledning er fordoblet i omfang igennem det seneste årti. I 2004 blev der udført et transportarbejde på næsten 8 mia. tonkm. Heraf vedrørte en tredjedel naturgas og resten olie fra Nordsøen. (Danmarks statistik 2006)

2.6 Sammenfatning

Hver dag transporteres der store godsmængder, både nationalt og internationalt. Transportarbejdet er i EU siden 1985 steget med ca. 60 pct., hvilket overstiger væksten i EU's samlede produktion (BNP), som i samme periode var på ca. 40 pct. (Transport- og Energiministeriet 2003). International arbejdsdeling er en af de primære kræfter bag vores velstand – man kan producere varerne dér, hvor det gøres bedst og billigst. Transport er således nødvendig for at udnytte den internationale arbejdsdeling og give forbrugere adgang til et varieret udbud af varer. Transport er med andre ord "velstandens smøremiddel".

Dette gælder også i et nationalt perspektiv, hvor ca. halvdelen af alt transport foregår inden for landets grænser og størstedelen heraf inden for samme region. Transportområdets store betydning afspejles også i beskæftigelse og værditilvækst. Ressourceområdet "transport" beskæftiger i dag omkring 129.000 fuldtidsbeskæftigede, hvilket svarer til 11 pct. af den samlede private beskæftigelse.

Det voksende transportbehov i både EU og Danmark løses i stort omfang med vejtransport. Øgede krav til leveringshastighed m.m. ser ud til at betyde fortsatte højere vækstrater for de fleksible og hurtige transportformer. Dette er først og fremmest vejtransport, men også i øget omfang transport med luftfragt. Nærskibsfarten i EU, der hovedsageligt omhandler kul, olieprodukter og lignende har ligeledes haft høje vækstrater, mens banetransporten har vanskeligere ved at tilbyde ydelser, der passer til de øgede krav om fleksibilitet og hurtighed.

Forskellen i udviklingen mellem de enkelte transportformer, afspejler i særlig grad de styrker og svagheder, som hver transportform

har. Af figur 2.10 fremgår et udvalg af styrker og svagheder ved de enkelte transportformer.

Transportform	Eksempel på styrke	Eksempel på svaghed
Vej	Korte og mellemlange transporter. Som regel eneste transportform, der kan foregå helt til døren	Bidrag til trængsel m.m. på et overfyldt europæisk vejnet
Bane	Tungt gods på lange regionale transporter (EU)	Forsinkende faktorer ved landegrænser, kræver "kritisk masse" på en rute, manglende service (sikkerhed)
Sø	Store og tunge godsmængder mellem kontinenter eller regionalt (nærsøfart)	Kræver stor "kritisk masse" på en rute
Luft	Hasteleverance	Dyr/ressourcekrævende, særligt for varer med høj vægt

Figur 2.10

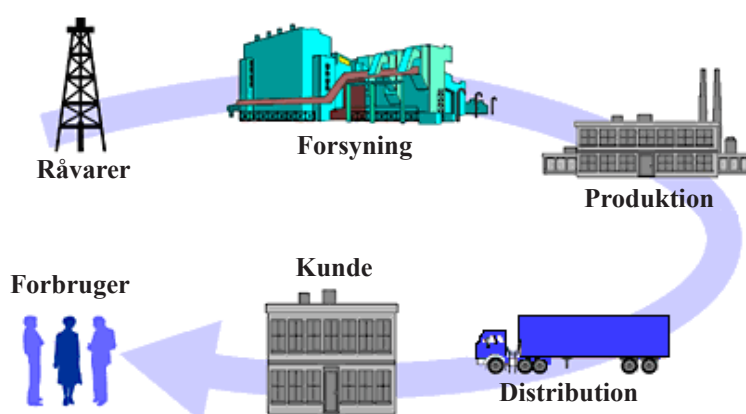
Udvalgte styrker/svagheder for hver transportform. (Transport- og Energiministeriet 2003)

Det øgede transportbehov kan løses ved blot at transportere flere varer over større afstande. Men dette medfører samfundsmæssigt set negative effekter i form af miljøbelastning, færdselsuheld, trængsel og store krav til offentlige infrastrukturinvesteringer. Dette betyder, at erhvervet samlet set ikke uhindret kan opnå den økonomiske vækst, som er målet i alle erhverv, ved blot at øge transportaktiviteten.

3 Problemstilling

Nedbrydningen af handelsbarrier mellem regioner og lande, samt økonomisk velstand har, som det fremgår af kapitel 2 - Godstransportens udvikling, bevirket et stigende godstransportarbejde i Europa såvel som i Danmark. I 2004 blev der alene i Danmark samlet fragtet 277 mio. tons gods inden for landets grænser samt til og fra udlandet, hvilket i sig selv kan lyde af meget, men reelt kun udgør en lille brøkdel af Europas samlede godsmængde. Som resultat af den øgede internationalisering og globalisering, voksende velstand i samfundet samt en stigende konkurrence på det indre marked er det rimeligt at antage, at væksten inden for godstransporten også vil være gældende i fremtiden. Her er det især transportformerne inden for vej- og søtransport, som vil vinde frem, idet disse transportformer rummer en række kvaliteter, der varetager samfundets behov ved bl.a. leveringspræcision, fleksibilitet og lavere pris.

For at imødekomme samfundets behov samt at opnå og bevare konkurrencemæssige fordele, fokuserer virksomhederne i stigende grad på at effektivisere forsyningskæden med henblik på at skabe større kundetilfredshed og samtidig minimere omkostningerne i tilknytning til bl.a. produktion og transport. Som det fremgår af kapitel 2 - Godstransportens udvikling, søger virksomhederne at effektivisere forsyningskæden gennem bl.a. harmonisering af tekniske standarder på tværs af landegrænserne, omlægning af produktions- og distributionsstrukturen, optimering af logistiske systemer samt indførelsen af nye teknologier. På figur 3.1 illustreres de enkelte led i forsyningskæden.



Figur 3.1

Forsyningskæden, hvor der mellem de enkelte led foregår godstransport. (Supply Chain 2007)

Udviklingstendenserne inden for godstransporten viser, at de lastbærende enheder bliver større og større, hvilket er et produkt af virksomhedernes forsøg på at minimere transportomkostningerne og fremme konkurrenceevnen. Denne udvikling har især været gældende inden for den internationale skibstransport. Gennem anven-

delse af kæmpemæssige containerskibe/megacarrieres med en lasteevne på op til 15.000 teu (en teu svarer til en 20 fods container) nedbringes transportomkostninger.

Figur 3.2

Et eksempel på et containerskib, når det er fuldt lastet. (Containerskib 2007)



Inden for vejgodstransporten har der ikke været helt den samme udvikling, da infrastrukturen og tekniske standarder sætter visse begrænsninger. Generelt har udviklingen inden for lastvognenes størrelse, i forhold til skibstransporten, i langt højere grad være underlagt politiske bestemmelser vedrørende dimensioner, vægt og sikkerhedsmæssige aspekter, der til sammen har været styrende for udviklingen.

Gennem de senere år har vognmandsbranchen og erhvervslivet i bl.a. Danmark rejst spørgsmålet omkring tilladelse af kørsel med større lastvogne på vejnettet. Efter svensk og finsk forbillede ønskes det, at der gives tilladelse til kørsel med længere vogntog, de såkaldte modulvogntog, som muliggør nye sammensætninger af allerede eksisterende lastvognsenheder på en sådan måde, at den samlede køretøjslængde og dermed kapacitet øges.

Vognmandsbranchen og erhvervslivets ønske omkring indførelsen af modulvogntog skal igen ses i lyset af bestræbelserne på at effektivisere transportkæden med henblik på at minimere omkostninger og derigennem sikre konkurrencedygtighed på det globale marked. Netop den stigende konkurrence på det globale marked har været medvirkende til, at flere og flere danske vognmænd og transportudbydere i dag vælger at flytte deres transportvirksomhed til udlandet, hvor lønningsniveauet, i lande som Polen, er markant lavere end i Danmark. Af kapitel 2 - Godstransportens udvikling fremgik det, at ca. 45 pct. af Danmarks samlede internationale lastbiltransport foregår med udenlandske lastbiler, da disse med deres chauffører (lønomkostninger udgør en af de største udgifter i transportkæden) kan transportere godset fra A til B med lavere omkostninger.

Ønsket om modulvogntogs indførelse på det danske vejnet skal bl.a. ses som en modreaktion på denne udvikling. Da det i Danmark ikke

er muligt at sænke lønninger til chaufførerne, ønskes det i stedet, at effektivisere lastbiltransporterne med henblik på at kunne bevare konkurrencedygtigheden. Øges lastbilens kapacitet og lasteevne vil antallet af fragter kunne reduceres, og dermed også antallet af chauffører. Samtidig vil indførelsen af modulvogntog kunne være medvirkende til at løse et af transporterhvervets andre problemer, nemlig den generelle mangel på kvalificerede chauffører, som præger branchen.

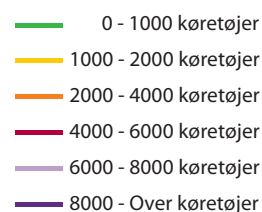
Et andet af transportørernes incitamenter til indførelse af modulvogntog tager udgangspunkt i standardiseringsbarrierer mellem de enkelte samhandelslande. Af kapitel 2 - Godstransportens udvikling fremgik det, at Sverige og Tyskland er to af Danmarks vigtigste samhandelslande. Ud over den godstransport, som forgår mellem Danmark og henholdsvis Sverige og Tyskland, fungerer Danmark samtidig som et transitland mellem Skandinavien og resten af Europa. Forbudet mod kørsel med modulvogntog på det danske vejnet udgør i det daglige en barriere for transportørerne og generelt vejgodstransporten mellem Danmark og Sverige, da godsets omladning er forbundet med større omkostninger for transportudbyderen og i sidste ende forbrugeren.

I perioden 2000-2005 har der i Danmark været en årlig vækst på 3-4 pct. inden for lastbiltrafikken på det overordnede vejnet (Vejdirektoratet 2006). I takt med at antallet af lastbiler på det danske såvel



Figur 3.3

Lastbilårsdøgntrafikken i 2005 på statsvejnettet, gældende for køretøjer over 3,8 meter. (Vejdirektoratet 2006)



som det europæiske vejnet er steget, har den øgede produktivitet i transporterhvervet medvirket til trængselsproblemer på vejnettet. På figur 3.3 fremgår fordelingen af lastbilårsdøgntrafikken på statsvejnettet i 2005.

Af figur 3.3 fremgår det, at der især er store mængder af lastbiler omkring Limfjordstunnelen, Vejlefjordbroen, Trekantsområdet, Lillebæltsbroen, Køgebugtmotorvejen og generelt på strækningen fra Århus til Aabenraa, hvilket indikerer tilstedeværelsen af transporttunge erhverv i disse områder.

Væksten i antallet af tunge køretøjer på vejnettet har samtidig medført konsekvenser i form af øget påvirkning af miljøet og trafikssikkerheden, samt øgede vedligeholdelsesomkostninger i forbindelse lastbilernes belastning af infrastrukturen.

Som en modreaktion på den stigende belastning af miljøet og infrastrukturen, samt med ønsket om at skabe muligheder for mere effektive og sammenhængende transportkæder, iværksatte Trafikministeriet i 2004 en intern udredning af konsekvenserne ved indførelse af længere kombinationer af lastbilenheder på det danske vejnet. Udredningen tager udgangspunkt i bl.a. de svenske og finske erfaringer med modulvogntog, og formålet med denne var at afdække de sikkerhedsmæssige forhold, overveje et egnet vejnets afgrænsning samt belyse miljømæssige og samfundsøkonomiske forhold, såfremt kørsel med modulvogntog blev tilladt i Danmark.

Af trafikministeriets udredning vedrørende modulvogntog fremgår det, at det er økonomisk mere rentabelt for vognmændene og mere miljøvenligt, hvis vognmændene får mulighed for at disponere over vogntogsteknologien. Desuden fremgår det, at trafikssikkerheden ikke vil blive forringet ved anvendelsen af modulvogntog på et begrænset vejnet, hvilket begrundes i, at to modulvogntog kan erstatte tre almindelige lastbiler. I udredningen påpeges det yderligere, at indførelsen af modulvogntog vil skabe behov for justeringer af vejnettet i forbindelse med bl.a. sideanlæg, kryds og anlæg af omkoblingspladser, eftersom vogntogene har et større arealbehov end de nuværende dimensionsgivende køretøjer. Samtidig konstaterer rapporten, at der kan opstå en række regionalpolitiske og konkurrencemæssige problemstillinger, idet der kan opstå bekymring i byer og regioner, hvor modulvogntog ikke umiddelbart får direkte adgang til at køre.

Med udgangspunkt i Trafikministeriets udredning fra 2004 omkring modulvogntog samt en øget efterspørgsel fra transportbranchen og dansk erhvervsliv, blev der i 2006 indgået en aftale mellem regeringspartierne (Venstre og Det Konservative Folkeparti), Dansk Folkeparti og Det Radikale Venstre, hvor det blev vedtaget at afsætte 85 mio. kr. til et landsdækkende forsøg med modulvogntog på det overordnede motorvejsnet, jfr. figur 3.4.

**Figur 3.4**

Forsøgsvejnettets omfang.

- Havne/Transportcentre
- ▲ Havne/Transportcentre, der har ansøgt om deltagelse
- Forsøgsvejnettet

Forsøget tager udgangspunkt i det eksisterende sammenhængende motorvejsnet bestående af strækningerne:

- E 20 fra Kastrup til Esbjerg.
- Rute 21 (Holbæk - motorvejen) fra Motorvejsring 3 til Holbæk.
- E 47 fra Kvistgård (v. Helsingør) til Rødby.
- E 45 fra Padborg til Frederikshavn.
- E 39 fra Aalborg til Hirtshals.

I forbindelse med forsøget vil der yderligere blive etableret forbindelse til transportcentre i umiddelbar tilslutning til motorvejen, til nærmere udvalgte sideanlæg (rastepladser) på motorvejsnettet samt til havne med international godstransport, hvor havnearealerne ligger i umiddelbar nærhed af motorvejen, og hvor en forbindelse ikke vil forudsætte større anlægsinvesteringer. Forsøget vil omfatte havnene i Hirtshals, Frederikshavn, Aalborg, Esbjerg, Fredericia, Århus, Kalundborg, København, Helsingør og Rødby.

Planen er, at der i perioden 2007-08 foretages tilpasninger af det relevante vejnet, hvorefter forsøget gennemføres i en 3-årig periode med start den 1. januar 2008 gående til 2011. Ordningen vil efterfølgende blive analyseret og evalueret efter en passende indkørselsperiode bl.a. med henblik på at tage stilling til muligheden for en eventuel forlængelse af ordningen.

Offentliggørelsen af regeringsplanen vedrørende den forestående forsøgsordning med modulvogntog på det overordnede vejnet, har siden fastlæggelsen af rammeplanen for forsøget udløst reaktioner fra en række af landets havne og transportcentre, som ikke er inkluderet i forsøgsordningen. Som det fremgår af figur 3.4 er der i forsøget kun medtaget større havne og transportcentre i nær tilknytning til motorvejsnettet, hvilket afskærer store områder med erhverv især i det vestlige Jylland for en effektiv udnyttelse af vogntogsteknologien.

Grenå, Køge, Hanstholm og Kolding havn samt Herning-Ikast Transportcenter er nogle af de havne og transportcentre, som gennem deres respektive kommuner har udtrykt sin utilfredshed til trafikministeren over ikke at indgå i den 3-årige forsøgsordning med modulvogntog. I en pressemeddelelse fra den 15. november 2006 udtaler marketingsdirektør Peter Bjerregaard Jepsen, Danske Fragtmænd og bestyrelsesmedlem i Hanstholm Havn bl.a., citat:

"Hvis vi ikke får tilladelse til at køre modulvogntog mellem E45 og havnen ender vi med en situation, hvor Hanstholm Havn ikke er en aktiv del af det danske transportnetværk, med tab af omsætning og arbejdspladser til følge!" (Hanstholm Havn 2006)

Peter Bjerregaard Jepsen udtalelse står ikke alene. Hernings Borgmester Lars Krarup har så sent som marts 2007 udtalt følgende til Herning Folkeblad, citat:

"Det er og bliver konkurrenceforvridende, hvis vi holdes uden for modulvogntogs-forsøget!" (Region Midt 2007)

Utilfredsheden bunder i en række regionalpolitiske og konkurrencemæssige problemstillinger, som også blev forudset i trafikministeriets udredning fra 2004. Ved ikke at indgå i forsøgsordningen mener kommunerne, at det vil have konsekvenser i form af væsentlige tilbageskridt for udviklingen af regionerne, der i sidste ende vil medføre en alvorlig konkurrenceforvridning for erhvervslivet.

4 Problemformulering

Udviklingstendenserne inden for den internationale og nationale godtransport har vist en øget konkurrence på det globale marked samt en voksende samhandel på tværs af landegrænserne, hvilket har resulteret i en stigende efterspørgsel på godstransport.

Inden for Europa har denne efterspørgsel på godtransport især været i forbindelse med vejtransport, idet denne transportform tilbyder lave omkostninger og fleksibilitet i forsyningskæden, som får stadig større betydning. Transportudbydere er evigt søgende efter metoder til at rationalisere fragten af gods i forsøg på at minimere transportomkostningerne og styrke konkurrenceevnen. Dette efterkommes gennem outsourcing af chaufførvirksomheden til lande med lavere lønniveau samt ved at forøge lastbærenhedernes dimensionerne. Denne udvikling har især været kendetegnende for skibs- og banetransporten, hvor fragtpriisen holdes nede ved at transportere større godsmængder ad gangen. Denne udvikling har derimod ikke været gældende inden for vejgodstransporten, hvor rationaliseringsbegrænsninger i form af love og regler omkring lastvognens dimensioner og akseltryk, samt geometriske udforminger af vejanlæg, har virket hindrende på udviklingen.

Gennem de senere år er der åbnet op for debatten omkring lastvognens dimensioner og akseltryk. En stigende efterspørgsel fra erhvervslivet har været med til at sætte spørgsmål ved tilladelse af kørsel med modulvogntog på den politiske dagsorden. Denne efterspørgsel har resulteret i en tre-årig forsøgsordning med modulvogntog på et fra statens side udpeget vejnet. Forsøgsvejnettet indebærer i første omgang det overordnede motorvejsnet, samt enkelte vejanlæg i forbindelse med større godsknudepunkter. Dette har i midlertid skabt utilfredshed blandt de erhvervsvirksomheder, som ikke har tilgang til det udpegede vejnet, idet de mener, at begrænsningen af forsøgsvejnettet vil medføre en konkurrencemæssig skævvridning.

Regeringens incitament til at begrænse forsøgsvejnettets udbredelse bunder i første omgang i en række trafiksikkerhedsmæssige overvejelser vedrørende modulvogntogenes øgede arealbehov, men er samtidig også et økonomisk spørgsmål. Udvides forsøgsvejnettet og gives der tilladelse til, at modulvogntogene bevæger sig udenfor motorvejsnettet, vil det kunne forventes, at den geometriske udformning af vejanlæggene, trafiksikkerheden og miljøpåvirkningen vil medføre problemer, der vil resultere i øgede økonomiske omkostninger for de enkelte vejbestyrelser og samfundet som helhed. Bevæger modulvogntogene sig væk fra statsvejnettet og ind

på kommunevejene, vil disse problemer med stor sandsynlighed blot tiltage.

Dette projekts overordnede mål er at klarlægge, hvorvidt der geometrisk er belæg for, at modulvogntog kan indføres på andre dele af vejnettet end det udpegede forsøgsvejnet, hvilket leder frem til projektets initierende problem:

Hvilke geometriske problemstillinger opstår i forbindelse med indførelsen af modulvogntog på strækninger, der ligger uden for det udpegede forsøgsvejnet?

Gennem en analyse af udvalgte erhvervsvirksomheders og knudepunkters placering samt med udgangspunkt i at begrænse skævvridningen af virksomhedernes indbyrdes konkurrencevilkår, vurderes behovet for en udvidelse af modulvogntogsnettet.

Med udgangspunkt i modulvogntogs større arealbehov udvælges en række typetilfælde for kryds, som med stor hyppighed optræder på statsvejnettet. De krydstyper som menes, at kunne udgøre et problem i forbindelse med modulvogntogs arealbehov, udvælges og gennemkøres med et digitalt dimensionsgivende modulvogntog med henblik på at klarlægge de geometriske problemområder i krydsene.

Sidst i projektet vurderes omfanget af de geometriske problemer samt hvilke tiltag der kan foretages i krydsene for at tilgodese modulvogntogenes øgede arealbehov.

Projektafgrænsning

Projektet tager udgangspunkt i det fra regeringens side udpegede forsøgsvejnet. I denne forbindelse vil der kun blive set på de geometriske problemer i henhold til modulvogntogenes udbredelse på statsvejnettet. De problemer der måtte opstå med vogntogenes videre færden på det kommunale vejnet vil derfor ikke blive analyseret nærmere i dette projekt.

5 Love og regler

Et af de daværende incitamenter for at danne den europæiske union var bl.a. ønsket om at skabe en liberalisering og harmonisering af den europæiske transportsektor og det indre marked, for derigennem at skabe bedre handelsbetingelser for erhvervslivet. I denne forbindelse var det nødvendigt med en fælles transportpolitik, som bl.a. omhandlede standardisering og fælles normer for køretøjer, der opererer mellem medlemslandene.

Normerne for køretøjerne omhandler vægt, dimensioner og andre data, såsom venderadier og emissionsudledning mm., hvilket har været medvirkende til en standardisering af godstransporten på tværs af medlemslandene (selvom der stadigvæk forefindes standardiseringsproblemer på tværs af de enkelte lande og transportformer). Medlemslandene har dog ret til at skærpe de foreskrevne europæiske normer, såfremt de kun anvendes til transport i det pågældende land. Siden indførelsen af de europæiske normer er disse gennem tiden blevet revideret med udgangspunkt i at varetage de udviklingstendenser, som er sket på transportmarkedet.

I Danmark er det den danske færdselslov, som angiver regler vedrørende vægt og dimensioner for køretøjer, der optræder på det danske vejnet. I færdselsloven angives det samtidig, at en bil kun må have ét påhængskøretøj tilkoblet.

I dag er den maksimale bredde og højde for et køretøj henholdsvis 2,55 meter og 4,00 meter, mens den maksimale længde, totalvægt og akseltryk kan variere alt efter køretøjet. Nogle af de væsentligste værdier for køretøjers maksimale længde, totalvægt og akseltryk fremstår af tabel 5.1.

	Maks. længde	Maks. totalvægt	Maks. akseltryk
Lastbil	12,00 m	*19.000 kg på 2 aksler, *26.000 kg på 3 aksler, 32.000 kg på 4 aksler	*11.500 kg på drivaksel, 19.000 kg på bogie, 10.000 kg på én aksel
Påhængsvogn	12,00 m	24.000 kg	20.000 kg på bogie, 10.000 kg på én aksel
Sættevogntog	16,50 m	48.000 kg på 5 og 6 aksler	24.000 kg på 3 aksler
Påhængsvogntog	18,75 m	48.000 kg	24.000 kg på 3 aksler

Tabel 5.1

Normer for vægt og længde af lastvogne. (Færdselsstyrelsen 2007)

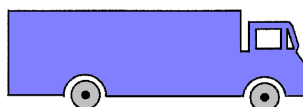
* Gælder kun for international trafik

Af tabel 5.1 fremgår forskellige danske maksimalværdier for køretøjer, der må optræde på det danske vejnet, samt enkelte værdier for international trafik. Som det ligeledes fremgår af tabellen, har sættevogntog og påhængsvogntog en foreskrevet totalvægt på 48 ton, hvor forskellen fra de europæiske normer på 40 ton gør, at lastvogne i Danmark må køre med en større totalvægt.

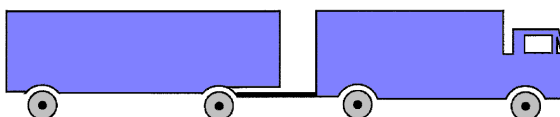
Efter europæiske normer har et sættevogntog, der transporterer en 40 fods iso-container i forbindelse med kombineret transport, ret til en totalvægt på 44 ton. Denne vægtforøgelse er et udspil, som skal fremme brugen af kombineret transport ved at flytte noget af den europæiske godstrafik, som fragtes med lastbil væk fra vejnettet og dermed reducere trængselsproblemerne. Samlet set er de danske normer omkring vægt og dimensioner meget lig de europæiske normer, hvor den største forskel består i Danmarks tilladelse af en større totalvægt. Af figur 5.1 fremgår eksempler på forskellige typer køretøjer og deres maksimale længder.

Figur 5.1

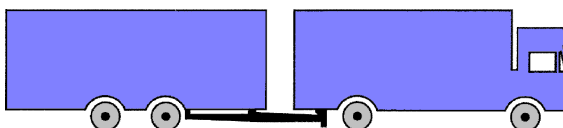
Eksempler på forskellige lastbilstyper med forskellige dimensioner.



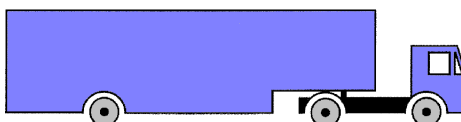
Køretøjet repræsenterer større lastvogne. Færdselsloven tillader en længde op til 12 meter.



Køretøjet repræsenterer lastvogne med almindelig anhænger. Færdselsloven tillader en længde op til 18,75 meter.



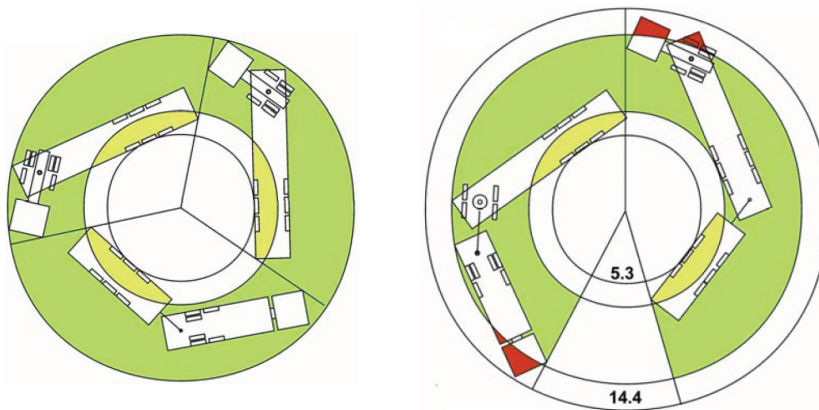
Køretøjet repræsenterer lastvogne med kærre. Færdselsloven tillader en længde op til 18,50 meter.



Køretøjet repræsenterer sættevogntog. Færdselsloven tillader en længde op til 16,50 meter.

Udover regler indenfor køretøjers vægt og dimensioner er der yderligere krav til køretøjernes tekniske specifikation, hvoraf et af disse omhandler køretøjers arealbehov. Hertil findes europæiske regler, som ligeledes optræder i den danske færdselslov, der angiver, at

et køretøj ved fuldt styreudslag til begge sider skal kunne køre indenfor et defineret område. Området består af to cirkler, en ydre og indre, der har en radius på henholdsvis 12,50 meter samt 5,30 meter, hvori køretøjet skal køre 360 grader uden at dets ydre grænser overskrider de angivne krav, jf. figur 5. 2. Af figuren fremgår ligeledes nødvendige venderadier for modulvogntog, hvor den yderste radius er 14,40 meter, når den inderste radius forbliver 5,30 meter. Sammenholdes de to figurer, fremgår det at modulvognetoget har et større arealbehov end køretøjer, som anvendes i henhold til eksisterende lovgivning.



Figur 5.2

Arealbehovet for sættevogn (TV) og modulvogn (TH). (Helleung-Larsen et al. 2006).

Som det ligeledes illustreres på ovenstående figurer har de to køretøjstyper hver især forskellige arealbehov i kraft af deres forskellige dimensioner og sammensætning. I forbindelse med planlægning af infrastrukturelle projekter, er det derfor nødvendigt at klarlægge, hvilke køretøjer der optræder på en givet strækning og derfor bør anvendes som dimensionsgivende køretøj. Af de forskellige køretøjer, er sættevogn normalt det køretøj, der har det største arealbehov, hvorfor dette køretøj ofte benyttes som dimensionsgivende køretøj.

På det danske vejnet optræder der til tider køretøjer, som overskrider de danske normer for vægt, dimensioner og andre tekniske specifikationer. Disse køretøjer er defineret som specialkøretøj, og kræver i visse tilfælde en dispensation til at køre på det danske vejnet i henhold til de almindeligt gældende regler. Specialkøretøjet anvendes i forbindelse med fragt af gods af større dimensioner, såsom spær, vindmøllevinger o.l. I henhold til vejreglerne kan specialkøretøjet optræde som tre forskellige typer, som hver især forskellige krav, der skal overholdes.

Den første har en længde på 22 meter og benytter fast bagaksel, mens den næste er 26 meter lang, og har automatisk tvangsstyrende bagaksler. Den sidste type har en længde på 30 meter eller derover, og kræver manuelt tvangsstyrende bagaksler (Vejdirektoratet 2000). Af figur 5.3 fremgår der et eksempel på et specialkøretøj.

Figur 5.3

Eksempel på specialkøretøj.



Køretøjet repræsenterer specialkøretøj. Kræver i visse tilfælde en dispensation for at køre på det danske vejnet.

Ved indførelsen af modulvogntog på det danske vejnet vil der være behov for visse lovændringer, da det må forventes, at modulvogntoget skal optræde på vejnettet uden følgevogn som specialkøretøjet kræver. Modulvogntoget vil derfor, i kraft af sit større arealbehov, skulle anvendes som dimensionsgivende køretøj på de vejstrækninger, hvor vogntogene skal færdes.

6 Erfaringer med modulvogntog

Rundt omkring i verden er vogntog med flere anhængere et velkendt fænomen, hvor de australske "road trains" nok er nogle af de mest kendte, jf. figur 6.1. Et road train består i en lastvogn, som trækker flere anhængere, hvorved den enkelte lastbils lasteevne øges betydeligt. Disse road trains anvendes ofte kun i forbindelse med lange lige strækninger, hvor svingbevægelser holds på et minimum af hensyn til sikkerhed.



Figur 6.1

Eksempel på road train. (Road Train 2007)

Som tidligere dokumenteret har udviklingen inden for transportsektoren resulteret i øget efterspørgsel fra transportudbydere på større transportenheder med mulighed for at transportere mere gods pr. enhed. Den danske færdselslov indeholder imidlertid en række restriktioner inden for tilladt vægt og dimensioner, hvilket kommer til udtryk i maksimal tilladt længde og totalvægt for køretøjer i Danmark på henholdsvis 18,75 meter og 48 ton. Færdselsloven angiver samtidig, at en bil kun må have ét påhængskøretøj tilkoblet, hvilket mindsker mulighederne for at øge vogntogenes samlede lastevne.

Ved optagelsen af Sverige og Finland i EU blev der i 1996 vedtaget EU-direktivet 96/53/EF, omhandlende national kørsel med lastvogne, som lovgjorde Sveriges og Finlands på daværende tidspunkts nationale bestemmelser omkring vægt og dimensioner for vogntog. Da direktivet ligeledes gav mulighed for at de enkelte medlemsland kunne iværksætte forsøgsordninger, har dette resulteret i flere internationale forsøg med større vogntog. I forbindelse med forsøgene er det dog påkrævet, at den enkelte medlemsstat underretter den europæiske kommissionen samt inddrager nye koncepter og teknologier i forsøget.

Længden og sammensætningen af svenske og finske køretøjenheder samt forsøgsmulighederne med køretøjer, der overskrider de europæiske normer, har medført en ny definition for lastbilvogntog, som betegnes modulvogntog. Et modulvogntog består af eksisterende køretøjsenheder, som på forskellige vis kombinerer lastbiler og sættevognstrækker samt sættevogne, kærre og påhængsvogne - dog kun i kombinationer af en maksimal længde og totalvægt på henholdsvis 25,25 meter og 60 ton, jf. figur 6.2. Selvom den maksimale totalvægt forøges til 60 ton, vil akseltrykket fra modulvogntoget ikke overstige de nuværende normer, da længdeforøgelsen samtidig medfører flere aksler, som vægten kan fordeles på.

Indførelsen af modulvogntog vil teoretisk betyde, at tre almindelige lastvogne kan erstattes af to modulvogntog, hvilket er kernen i denne sag. Konsekvensen af de længere og tungere modulvogntog er dog ikke uden problemer, da det danske vejnet ikke er dimensioneret til køretøjets arealbehov, hvorfor der skal foretages ændringer af veje, kryds og rundkørsler. Dette skyldes, at det danske vejnet er dimensioneret bl.a. ud fra EU-krav om et køretøjs venderadier og arealkrav ved svingning, hvilket disse modulvogntog ikke opfylder.

Figur 6.2

Eksempel på modulvogntog bestående af sættevognstrækker-sættevogn-kærre. (Modulvogntog 2007)



6.1 Europæiske erfaringer

I Sverige og Finland har modulvogntog eksisteret i mange år. Allerede tilbage i 1966 tillod Sverige vogntog med en maksimal længde på 24 meter og 60 tons totalvægt med det formål at tilgodese skovindustrien, som havde udviklet standarder, der krævede 24 meter lange vogntog for transport af tømmer. Derudover var størrelserne til fordel i forbindelse med enhedslaster i container, hvor en vogntogslængde på 24 meter kunne transportere tre 20 fods containere. Efter lignende argumenter vedtog Finland ligeledes at indføre større vogntog.

Et vognmandsfirma i Tyskland har siden 1986 medvirket i en forsøgsordning på strækningen Hamborg-Lübeck, hvor der opleves et stigende behov for transport af containere. Firmaet har i henhold til ordningen fået dispensation til at benytte vogntog, der kan laste en 20 fods container på forvognen samt en 40 fods container eller to 20 fods containere på påhængsvognen. Selvom længden for disse køretøjer ikke kendes nøjagtigt, kan disse, på baggrund af oplysningerne om containerne, antages til en længde i underkanten af 25 meter. Der er dog stillet klare betingelser fra de tyske myndigheder, om at den givne rute på ingen måde må fraviges. Vognmandsfirmaet har ydret interesse i at udvide ordningen til også at omfatte strækningen Hamborg-Bremerhaven.

I Holland har der siden januar 2000 været forsøgskørsler igang med modulvogntog fra fire udvalgte vognmandsfirmaer, som har fået tilladelse til at udføre nogle testkørsler på et begrænset vejnet primært mellem intermodale terminaler i Rotterdams havneområde og Waalhaven. Denne forsøgsanordning betød, at det hollandske parlament i december 2003 godkendte et nyt forsøg med 25,25 meter modulvogntog i perioden 1. februar 2004 til 1. november 2006. I modsætning til det første forsøg, hvor der var fire virksomheder tilknyttet, skulle dette omfatte op til 100 forskellige transportfirmaer samt ca. 300 modulvogntog. Da hele det hollandske vejnet ikke er dimensioneret til lange lastbiler, havde vogntogene kun tilladelse til at køre på motorvejsnettet og destinationer, der makismalt var placeret 20 km væk fra motorvej, dog ikke i bykerner og små byer.

I Norge, som ikke er bundet af EU-direktivet om maksimale længder for vogntog, er der lavet indledende undersøgelser omkring indførelse af modulvogntog. Det blev dog besluttet af den norske regering, på baggrund af trafiksikkerhedsmæssige overvejelser samt høringssvar, ikke at indføre modulvogntog på det norske vejnet. Alligevel overvejer Norge at etablere en omkoblingsplads til modulvogntog samt tillade disse at køre på en kort vejstrækning i Norge indtil den svenske grænse.

For hele EU har svensk og finsk industri finansieret en rapport, som har vurderet konsekvenserne ved at tillade modulvogntog på det overordnede europæiske vejnet, hvilket i 2002 medførte en rapport fra det svenske forskningsinstitut TFK, hvori der gives en positiv vurdering af at tillade modulvogntog i EU. Rapporten vurderer visse økonomiske og miljømæssige fordele ved, at modulvogntog overtager den del af lastbiltrafikken, der udføres som international vogntogstransport, hvilket vil medføre reduktioner af:

- Antallet af ture med 32 pct.
- Brændstofforbruget med 15 pct.
- Transportomkostningerne med 23 pct.
- NOx udledningen med 15 pct.

I forbindelse med TFK rapporten er der blevet indsamlet data i form af fragtbreve, for mere end 4000 ture i udvalgte korridorer, i en tre måneders periode fra januar til marts 2001, hvorpå konklusionerne er baseret. I undersøgelsen har der været fokus på følgende karakteristika:

- Internationale transporter.
- Hellaster.
- Transport på motorvej.
- Non-stop transport.

Herudover anbefaler rapporten, at der, foretages en grundig analyse af de trafiksikkerhedsmæssige forhold ved implementering af modulvogntog på det europæiske vejnet, da det i rapporten ikke er dokumenteret, at færre vogntog vil medføre færre ulykker. Rapporten har heller ikke fortaget nogen vurdering af omkostningerne vedrørende tilpasning af vejnettet. (Trafikministeriet 2004)

6.2 Danmarks situation

EU-direktivet 96/53/EF tillader, at Sverige og Finland har ekstra lange vogntog kørende inden for landets grænser, samtidig med at der gives mulighed for at gennemføre forsøg, med lokal transport over en afgrænset periode, som f.eks. forsøgene i Holland.

I 2004 udarbejdede Trafikministeriet derfor et internt udredningsarbejde for brugen af modulvogntog i Danmark. Rapporten afdækker sikkerhedsmæssige forhold samt et egnet vejnet, hvori der samtidigt belyses miljømæssige og samfundsøkonomiske forhold. Vurderingerne for rapporten tog bl.a. udgangspunkt i de resultater, som det svenske forskningsinstitut TFK havde fremlagt i deres rapport om at tillade modulvogntog i Europa.

Den samlede vurdering ved at indføre modulvogntog i Danmark, synes samfundsøkonomisk positivt så længe modulvogntogene er begrænset til et vejnet hovedsagligt bestående af motorvejsnettet. Samtidig vil modulvogntog have en klar fordel, hvis de får tilladelse til at udføre international transport i hele EU.

6.2.1 Forsøg

Det første forsøg på dansk grund omhandler et begrænset område omkring Københavns lufthavn. For en tre års periode, der startede d.1. juli 2006, har modulvogntog fået mulighed for at køre fra Øresundsbroen til Kastrup Cargo Center. De køretøjer, der ønsker at benytte det begrænsede område skal være godkendt til kørsel i Sverige. (Færdselsstyrelsen 2006)

Det næste skridt, jf kapitel 3 - Problemstilling bliver et landsdækkende forsøg med modulvogntog, der tager udgangspunkt i det overordnede motorvejsnet og vil have forbindelser til udvalgte knudepunkter. Forsøget tænkes gennemført over en treårig periode, som løber fra 2008 til 2011, hvor tiden inden forsøgets start bruges på at tilpasse vejnettet. Af figur 6.3 fremgår forsøgsvejnettet samt de udvalgte kundepunkter.



Figur 6.3

Forsøgsvejnettet.

- Havne/Transportcentre
- Forsøgsvejnettet

6.2.2 Modulvognstyper og undersøgelser

I forbindelse med forsøgsordningen er der hentet inspiration fra Sverige omkring, hvilke typer modulvogntogskombinationer, der skal kunne indsættes på det danske vejnet i forsøgsperioden. Lovforslag åbner op for fire aktuelle modulvogntogstyper, hvoraf tre af disse har en maksimal længde og totalvægt på henholdsvis 25,25 meter og 60 ton, mens den sidste type er 24 meter lang og har en totalvægt på 48 ton, jf figur 6.4. (Færdselsstyrelsen 2006a)



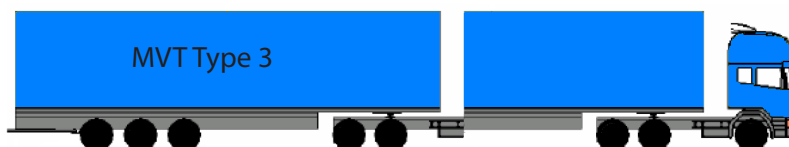
MVT type 1, lastbil-dolly-sættevogn. (60 tons)

Figur 6.4

Lovforslag L35 åbner op for fire aktuelle modulvogntog, som kan benyttes i forbindelse med det landdækkende forsøg.



MVT type 2, lastbil-sættevogn-kærre. (60 tons)



MVT type 3, lastbil-sættevogn(linktrailer)-sættevogn. (60 tons) (For at begrænse arealbehovet skal en af sættevognene være forstyret med styrende aksler.



MVT type 4, 12 m lastbil-12 m påhængsvogn. (48 tons)

Med udgangspunkt i det forestående landsdækkende forsøg med modulvogntog har det rådegivende ingeniør firma Carl Bro udarbejdet en undersøgelse, som har til formål at vurdere de nødvendige anlægsinvesteringer ved indførelsen af modulvogntog på det danske vejnet. De øgede anlægsinvesteringer stammer fra modulvogntogs større venderadier, som stiller forskellige krav til arealbehovet alt efter hvilket modulvogntog der benyttes. I undersøgelsen er det vurderet, at modulvogntog type 2 er det køretøj, som er mest arealkrævende, hvorfor dette er benyttet i Carl Bro's vurdering af anlægsinvesteringerne.

Ved vurderingen af anlægsinvesteringerne har projektet taget udgangspunkt i det forsøgsvejnet, som er udpeget i Trafikministeriets rapport fra 2004, jf figur 6.5. Rapporten har omfattet adgangsveje til lokaliteter, som er angivet i højre side under figurteksten, hvoraf den samlede anlægsinvestering er anslået til ca. 50 mio. kr. (Carl Bro 2006)

I en ny rapport fra 2007 fra det tyske miljøministerium UBA (Umwelt Bundes Amt), der er baseret på analyse af internationale erfaringer med modulvogntog, bortelimineres størstedelen af de fordele, som den danske lov om indførelse af en treårig forsøgsordning med modulvogntog, er blevet begrundet med.

I rapporten fra det tyske miljøministerium sluttet det, at indførelsen af modulvogntog i praksis ikke vil medføre et mindre brændstofsfor-

**Figur 6.5**

Forsøgsvejnettet i henhold til Trafikministeriets rapport. (Trafikministeriet 2004)

- Havn eller transportcenter (basisnet)
- ▲ Havn eller transportcenter (udvidet net)
- Toldekspedition
- Told - havn eller transportcenter (basisnet)
- Serviceanlæg
- ▲ Told - havn eller transportcenter (udvidet net)
- Basisnet
- Udvidet net

Projektet fra Carl Bro omfatter følgende:

Havne

Aalborg Havn
Esbjerg Havn
Fredericia Havn
Frederikshavn Havn
Helsingør Havn
Hirtshals Havn
Rødby Havn

Told

Kvistgård Told
Nr. Alslev Told

Transportcentre

Høje Taastrup Transportcenter
Køge Transportcenter
Padborg Transportcenter
Slagelse Transportcenter "Stop 39"
Taulov Transportcenter
Vejle Transportcenter

Sideanlæg (Rastepladser)

Ejer Bavnehøj
Frøslev
Gudenå
Harte
Himmerland
Karlsunde
Kildebjerg
Skærup
Tappernøje
Tuelsø
Ustrup

brug end ved kørsel med eksisterende lastvogne. Dette begrundes i en undersøgelse af den gennemsnitlige lastkapacitetsudnyttelse for modulvogntog, som i rapporten vurderes til at være ca. 64 pct.

I kraft af modulvogntogets vægt vil det enkelte vogntog bruge mere brændstof end de lettere lastvogne, men samtidig kan modulvogntogene transportere næsten dobbelt så meget gods, hvilket totalt set burde reducere brændstoffsforbruget med ca. 25%. I den tyske rapport menes dette regnestykke dog at se andreledes ud, da kapaciteten af modulvogntoget ikke udnyttes fuldt ud.

I kildematerialet fra den tyske rapport er det vanskeligt at finde data, som kan afkræfte eller bekræfte de anførte argumenter. F. eks. er der i den tyske rapport ikke taget stilling til, at den gennemsnitlige lastkapacitet ved internationale godstransporter med eksisterende lastbiler ligger på ca. 65 pct., jf. kapitel 2 - Godstransportens udvikling. Der er altså ikke den store forskel på lastkapacitetsudnyttelsen mellem modulvogntog og eksisterende lastbiler, hvorfor det må forventes, at indførelsen af modulvogntog stadig vil kunne være medvirkende til at reducere brændstoffsforbruget.

Alt andet lige vil indførelsen af modulvogntog bevirke, at en given godsmængde transporteres med færre lastbiler og mindre brændstoffsforbrug/forurening pr. ton, selv om lastkapaciteten ikke udnyttes fuldt ud.

Af den tyske rapport fremgår det ligeledes, at en indførelse af modulvogn ikke vil medføre lavere sundheds- og miljøfarlige udslip af CO₂ og NO_x eller partikler, idet udslip pr. godsenhed fragtet med modulvogntog sammenholdes med udslip fra godstog. Der kan her stilles spørgsmåltegn ved inddragelsen af godstogs emission til sammenligning med modulvogntogs emission. Betragtes istedet kun vejtransporten vil indførelsen af modulvogntog alt andet lige medføre en reduktion i de sundheds- og miljøfarlige udslip.

Det forudsiges i den tyske rapport at indførelsen af modulvogntog ikke vil give mere plads på vejene. I stedet sluttet det, at der vil opstå større trængsel på vejnettet, som resultat af at lavere transportomkostninger, vil medføre at godstransport flyttes fra tog og skib over på lastbiler. I stedet for tre regulære lastbiler på vejnettet, vil der i fremtiden køre tre modulvogntog. (Umwelt Bundes Amt 2007)

Udviklingen inden for transportformerne i Danmark og Europa har jævnfør kapitel 2 vist, at banetransport samt den nationale skibstrafik for Danmarks vedkommende ikke kan konkurrere med vejtransporten. Indførelsen af modulvogntog i fuld skala vil resultere i, at mere godstransport flyttes fra bane og skib til vej er sandsynlig, men det er en udvikling, som har været i gang i lang tid, og den vil formentlig ikke ophøre, selv om modulvogntogsteknologien ikke bliver indført.

7 Lokalisering og vejnettet

I forbindelse med det nationale forsøg med modulvogntog er der lagt op til, at det hovedsagligt er det overordnede motorvejsnet, hvor modulvogntog får tilladelse til at køre.

I henhold til problemstillingen sættes der her spørgsmålstegn, ved om indførelsen af modulvogntog på dele af vejnettet vil skævvride konkurrencen mellem erhvervsvirksomhederne, og i endnu højere grad centrerer udviklingen omkring motorvejsnettet, jf figur 7.1.



Figur 7.1

Forsøgsnettet for modulvogntog.

- Byer tilknyttet forsøgsordningen
- Overordnet motorvejsnet

I forbindelse med udbredelsen af forsøgsvejnettet vil der skulle tages stilling til om modulvogntogene skal indføres på et nationalt, regionalt eller lokalt plan. Anvendes motorvejsnettet som forsøgsvejnet må det anses som et nationalt plan, da kun, erhvervsknudepunkter i tilknytning til motorvejsnettet vil have mulighed for at anvende modulvogntog. Ved udbredelsen af forsøgsvejnettet til et regionalt samt lokalt plan vil konkurrenceforvridning kunne mindskes, da flere erhvervsområder vil have adgang til forsøgsvejnettet. En øget udbredelse af forsøgsvejnettet vil kunne mindske konkurrenceforvridningen, men vil samtidig kunne medføre flere økonomiske og trafiksikkerhedsmæssige konsekvenser.

I dette kapitel foretages en vurdering af om vejnettet for modulvogn tog bør omfatte yderligere veje end blot motorvejsnettet med henblik på at begrænse den konkurrencemæssige skævvridning og samtidig sikre en bedre udnyttelse af teknologien.

I første omgang gennemgås udviklingstendenserne for erhvervsbyggeri i Danmark, hvorefter motorvejsnettet og dets nærområder vil blive gennemgået. Dette gøres med udgangspunkt i at beskrive, hvor der er lokaliseret erhvervsområder, samt hvilken indflydelse og tiltrækningskraft motorvejen har for erhvervslivet.

Efterfølgende vil der gives en vurdering af de nationale og internationale transportknudepunkters placering, da det er disse knudepunkter, bestående af havne, terminaler og transportcentre, at godset håndteres og konsolideres, hvilket indebærer at disse indgår som en vigtigt led i den samlede forsyningskæde.

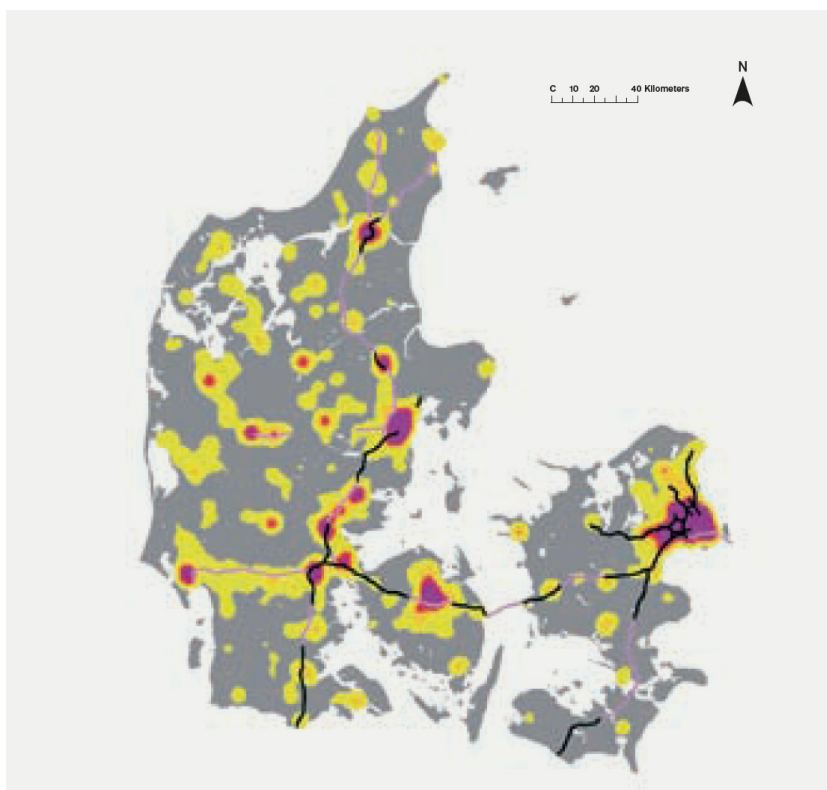
7.1 Erhvervsudvikling

En klarlægning af erhvervsvirksomhedernes placering kan være med til at indikere, hvor i landet og på hvilke strækninger der vil være et behov for indførelse af modulvogn tog. Figur 7.2 viser erhvervsbyggeriets udvikling i perioden 1982-2002, hvor det fremgår, at udviklingen især er forgået omkring motorvejsnettet. Denne udvikling ses især omkring Aalborg, Århus Trekantsområdet, Odense og hovedstadsområdet.

Figur 7.2

Erhvervsbyggeri 1982-2002.
Erhvervskvadratmeter 1982-2002.
(Harder Hovgesen et. al. 2005)

- Under gennemsnit
- 0 - 1 SD over gennemsnit
- 1 - 2 SD over gennemsnit
- 2 - 3 SD over gennemsnit
- >3 SD over gennemsnit
- Motorvej 1982
- Motorvej 1982 - 2002/2003



Erhvervsbyggeri i tilknytning til motorvejen har en tendens til at strække sig langs med motorvejen omkring de større byer inden for et bælte op til 1 km fra vejen (Harder Hovgesen et. al 2005). Tendensen for udvikling har været størst i Jylland, mens hovedstadsområdet ikke har opnåede helt den samme udvikling, hvilket skyldes provinsens større ekspansionsmuligheder langs motorvejsnettet.

Som det ligeledes fremgår af figur 7.2 er udviklingen af erhvervsbyggeri ikke kun sket langs motorvejen og ved de større byer. Så selvom tendensen til udviklingen langs motorvejen er stor, har der samtidig været en udvikling i områder, som ikke har tilknytning til motorvejsnettet. Det er tydeligt, at bl.a. det vestlige Jylland også har oplevet en udvikling af erhvervsbyggeri.

7.1.1 Motorvejsnettet

Motorvejsnettet har en væsentlig betydning for udviklingen i Danmark, da det binder landsdele sammen og samtidig bidrager med kortere rejsetider ved at tillade et højt serviceniveau. Dette har medført, at lasttrafikken igennem de seneste mange år har været stigende, jf. kapitel 3 - Problemstilling. Også i tilknytning til motorvejsnettet opleves der en forøget aktivitet, da infrastrukturen tiltrækker erhvervsbyggeri for firmaer, som ønsker en placering i tæt tilknytning til motorvejsnettet.

Af figurerne 7.3-7.5 fremgår tendensen for byggeri langs med motorvejsnettet inden for en 300 m zone i årene 1982, 1992 og 2002. Her ses det, at der gennem tiden er sket en større og større koncentration af byggeri langs motorvejsnettet, hvor den største udvikling har fundet sted omkring hovedstadsregionen, byerne ved Trekantsområdet, Randers, Aalborg, Aabenraa og Herning-Ikast.

I forbindelse med byggeriet indenfor 300 meter af motorvejen har der været mindst én af følgende betingelser opfyldt:

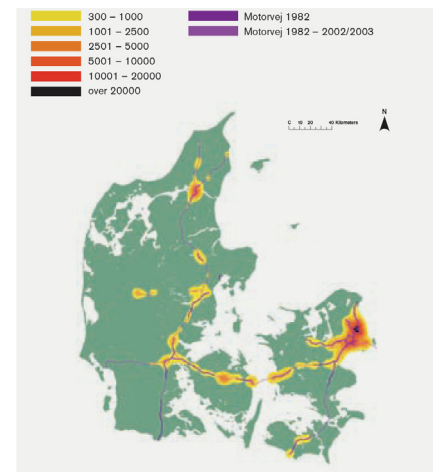
- Motorvejen er ført tæt på eksisterende bebyggelse (indenfor 4 km).
- Der er til/frakørsler i området.
- Det er et område med meget trafik, der ligger centralt i Danmark og/eller i nærheden af de store byer.

Udvikling langs motorvejsnettet kan forklares ud fra to forhold. Det første forhold kan henføres til den kommunale arealplanlægning, hvor der udstykkes arealer langs motorvejen til erhverv. Det andet forhold, som indfluere udviklingen af byggeri langs motorvejsnettet, består i virksomhedernes ønske om at placere sig i tilknytning til større infrastruktur med udgangspunkt i gode adgangsforhold og udviklingsmuligheder samt synlig fysisk tilstedeværelse.

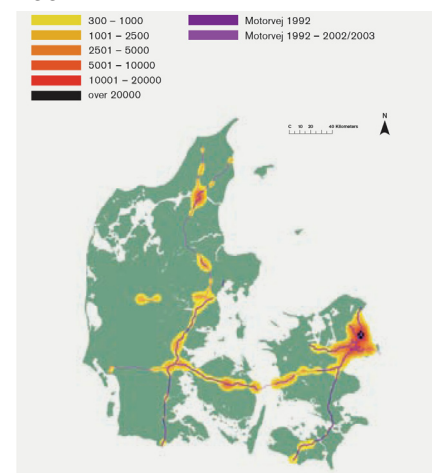
Figur 7.3-7.5

Bygninger inden for 300 meter af motorvejen, 1982, 1992 og 2002. Bygningsareal / kvadratmeter. (Harder Hovgesen et. al. 2005)

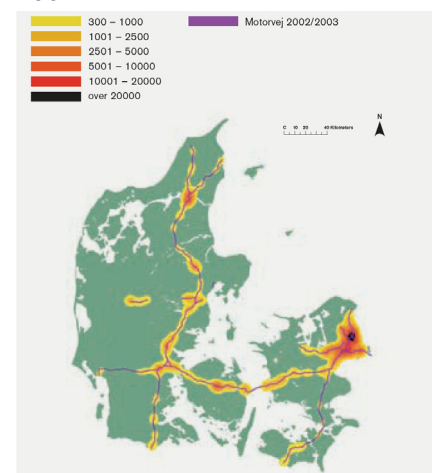
1982



1992



2002



Inden for zonen på 300 meter er der lokaliseret forskellige typer erhverv. Størstedelen af de virksomheder, som er placeret inden for zonen er hovedsageligt de tunge erhverv såsom lager, transport- og fremstillingvirksomheder o.l., som typisk fylder meget. (Harder Hovgesen et. al. 2005).

Udviklingen inden for byggeri langs motorvejsnettet angiver vigtigheden af infrastruktur og virksomhedens placering i henhold til denne. Motorvejen er altså for virksomhederne en vigtig transportkorridor, som giver adgang til det europæiske marked.

7.1.2 Transportgenererende erhverv

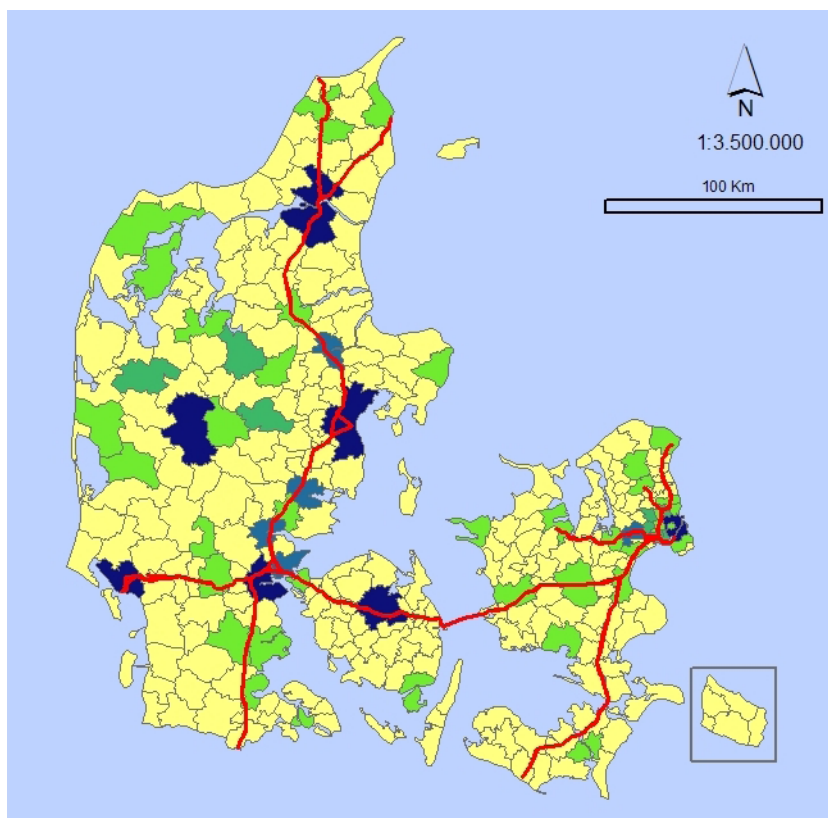
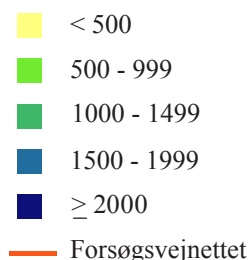
På baggrund af erhvervsbyggeriets udvikling, må der være basis for at udvide det tilladte vejnettet for modulvogntogene, til ikke kun at omfatter motorvejsnettet. Det er dog ikke alle typer erhverv, som er lige interessante i forbindelse med modulvogntog. For at kunne vurdere hvor der er et egentligt behov for modulvogntog er det derfor nødvendigt at klarlægge de typer af erhverv, hvor modulvogntog har mulighed for at effektivisere transporterne, hvilket især drejer sig om transporttunge erhverv.

I den forbindelse tages der udgangspunkt i statistik data for landets forskellige erhvervstyper, som tilsammen kan give en indikation af hvor i Danmark de mest transporttunge erhverv er placeret. Til dette er valgt følgende erhvervstyper:

Figur 7.6

Udbredelse af erhverv indenfor definerede områder, som er baseret på den gamle kommunestruktur.

Der er benyttet data fra (Danmark Statistik 2006d). 1000 m²



- Fabrikker, væksteder o.l..
- Andre bygninger til produktion.
- Transport- eller garageanlæg.
- Kontor, handel, lager og off. adm.
- Uspecificeret transport og handel.

Af figur 7.6 fremgår det, hvor i Danmark de største forekomster af transportgenererende erhverv primært er lokaliseret. Som det fremgår af figuren, er størstedelen af de udvalgte erhvervstyper lokaliseret i tilknytning til motorveje og en række større byer i midt- og vestjylland, men også områderne omkring byerne Grenå, Kalundborg, Svendborg og Næstved har større transportgenererende erhvervsarealer. Af Bilag 1 - Erhvervsanalyse fremgår en mere detaljeret gennemgang af erhvervslokaliseringen.

På baggrund af den viste erhvervsudbredelse, jr. figur 7.6, kan det konkluderes, at der er et behov for et udvide vejnettet for modulvogntog, så det omfatter mere end blot motorvejsnettet.

7.2 Knudepunkt

Godstransporten i Danmark har i dag en række knudepunkter, som i mange tilfælde er historisk betingede. Havnestrukturen er et eksempel herpå. Skibstransport var gennem århundereder som følge af den nære søværts adgang til det meste af landet den eneste transportmåde, der effektivt kunne forestå transport af gods. Tilsvarende er f.eks. Padborgs rolle som transportcenter en følge af dels banestrækningen, som blev anlagt, da Sønderjylland var tysk, dels den dansk-tyske landegrænse.

Godstransportens knudepunkter kan udpeges med udgangspunkt i infrastrukturen, men det er imidlertid ikke infrastrukturen alene, der betinger tilstedeværelsen af knudepunkter. Erhvervsforhold og historiske forhold kan også have betydning for, at knudepunkter for godstransporten opstår. Endvidere kan markedsforholdene og transportkøbernes krav til effektive og miljørigtige transporter berettigede eksistensen og etableringen af godstransportknudepunkter.

7.2.1 Hvad er et knudepunkt?

Et godshåndteringssted kan defineres på flere måder, da der ikke er nogen officiel definition af et godstransportknudepunkt. Oftest defineres et knudepunkt som et fysisk sted, hvor der sker en værditilvækst i transportkæden, hvorfor værditilvæksten finder sted ved aktiviteter, der knytter sig til logistik, ved ombrydning, oplagring af gods samt omladning og omlæsning.

Ved omladning af gods forstås, at der foretages et skift i transportform, uden at godset håndteres. Herved er det kun lastbæreren, der håndteres. Eksempler herpå er kombineret vej-/bane-transport samt containertransport. En omlæsning er udtryk for, at gods læses fra en lastbærer over i en anden, eksempelvis ved omlæsning af lastbiler. Under ombrydning af gods brydes paller eller emballeret gods ned i mindre enheder. I forbindelse med aktiviteter, der knytter sig til logistik, forstås i denne definition eksempelvis emballering, etikettering, fakturering mm. Derudover kan der tilbydes en række serviceydelser knyttet til logistikaktiviteterne i knudepunktet.

En ombrydning af gods medfører, at varepartierne tilpasses kundens ønsker om leveringsens størrelse og sammensætning, hvorigennem der kan opnås en værditilvækst. Oplagring kan medføre en værditilvækst ved at varerne modnes til salg. Modning af frugt og grønt er eksempler herpå. Omladning og omlæsning indebærer muligheder for at effektivisere og rationalisere godstransporten.

Et knudepunkt er derfor et sted eller et anlæg, hvor der foretages godshåndtering, og som er ejet af en eller flere virksomheder. Der skal håndteres gods enten til eller fra mere end en virksomhed, og stedet eller anlægget skal således være åbent for andre virksomheder og deres gods.

7.2.2 Knudepunkter i Danmark

Danmark har et antal knudepunkter, der er veludviklede til at håndtere international transport. Knudepunkterne er lokaliseret både ved havet og længere inde i landet, og som hovedregel tæt ved det overordnede vejnet. Knudepunkterne udgøres af en række havne og lufthavne, hvor der i tilknytning til disse er koncentreret en række transportvirksomheder, fragtcetre og terminaler. I det følgende vil de danske knudepunkter med særlig betydning for den internationale og nationale godstransport blive præsenteret.

Følgende havne, transportcentre og lufthavne kan udpeges som godsknudepunkter med særlig betydning for den internationale og nationale godstransport, jf figur 7.7:

Havne

- Hirtshals Havn.
- Hanstholm Havn.
- Frederikshavn Havn.
- Århus Havn.
- Grenå Havn.
- Fredericia Havn.
- Kolding Havn.
- Helsingør Havn.

- Kalundborg Havn.
- Københavns Havn (Containerterminal).
- Rødby Havn.

Transportcentre

- Nordjyske Transportcenter og Aalborg Havn.
- Esbjerg Transportcenter og Havn
- Ikast-Herning Transportcenter.
- DTC (Danmarks Transport Center) i Vejle.
- Taulov Transportcenter.
- Padborg Internationale Transportcenter.
- Odense Transportcenter.
- Slagelse Transportcenter - Stop 39.
- Høje Tåstrup Transportcenter.
- Køge Transportcenter.

Lufthavne

- Billund Lufthavn.
- Københavns Lufthavn.



Figur 7.7

Knudepunkter.

- Lufthavne
- Havne
- Transportcentre
- Forsøgsvejnettet

7.3 Vurdering

På baggrund af de betragtninger, der er gjort omkring erhvervs-virksomhedernes og knudepunkternes placering i Danmark, må det vurderes, at der er basis for at udvide vejnettet for modulvogntog, så det ikke kun omfatter kørsel på det overordnede motorvejsnet. På figur 7.8 er vist, hvor erhvervsområderne og knudepunkterne er lokaliseret, for at skabe et samlet overblik over de områder, hvor om-ladning af gods sker.

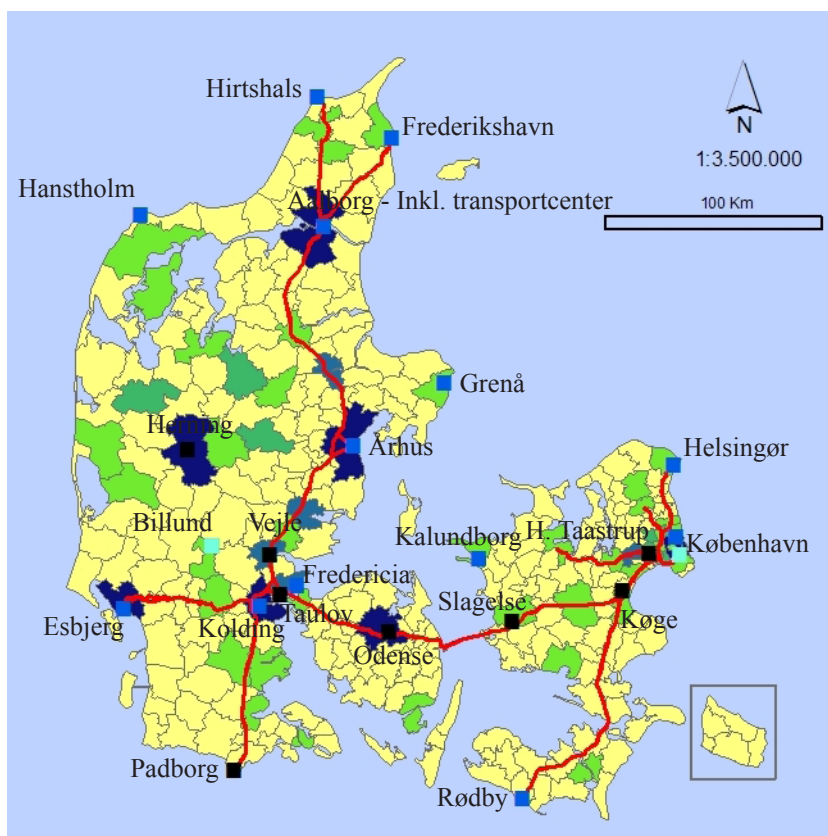
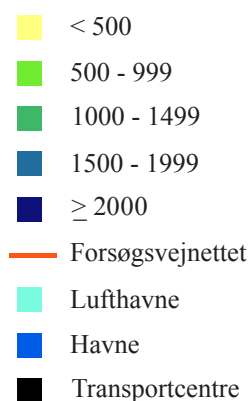
Ved udbredelsen af forsøgsvejnettet, vil hele trafikvejnettet i princip-pet kunne anvendes ved indførelsen af modulvogntog. For mange kommuner vil dette betyde store økonomiske konsekvenser, hvor-for vejnettet i forbindelse med forsøgsperioden vil skulle afgrænses til en mindre del af det danske vejnet.

For at udpege et passende vejnet til modulvogntog vælges det at inddrage nogle af de internationale erfaringer.

Som angivet i kapitel 6 - Modulvogntog, har modulvogntogene kørt på det svenske vejnet i årtier, hvilket har medført, at stort set hele det svenske vejnet er dimensioneret til modulvogntog. Dermed har modulvogntog stor set fri bevægelighed over hele Sverige, hvilket ikke gør sig gældende for det danske vejnet, som er dimensioneret efter køretøjer af mindre dimensioner.

Figur 7.8

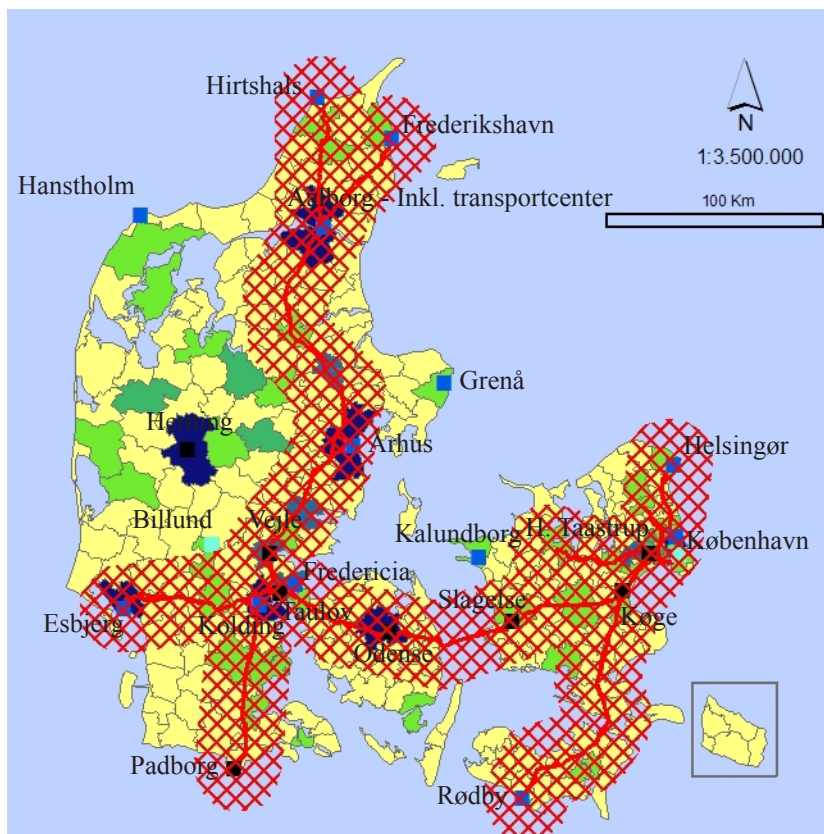
Erhvervsområder (1000 m²) og knudepunkter.



7.3.1 Zoner (hollandsk anvendelse)

Efter hollandske erfaringer har modulvogntog mulighed for at køre til destinationer, der er placeret indtil 20 km fra det overordnede motorvejsnet, så længe der ikke køres i mindre byer og bykerner. For Danmark vil dette betyde, at det vestlige Jylland stadigvæk ikke vil være inkluderet i de zoner, hvor modulvogntog vil blive tilladt, jf. figur 7.9.

Af figur 7.9 fremgår det ligeledes, at områderne omkring Grenå, Svendborg og Kalundborg heller ikke vil være inden for zoneområdet, hvorfor den hollandske model ikke umiddelbart kan danne grundlag for udpegning af forsøgsvejnettet. Ved denne metode har modulvogntogene dog mulighed for at køre til destinationer, der ikke umiddelbart er tilknyttet motorvejsnettet. Dette betyder, at flere godsomladningspladser og erhvervsområder vil være tilgængelige for modulvogntog.



Figur 7.9

Zonens yderste grænse er 20 km fra motorvejsnettet.

- Motorvejsnet (Forsøgsvejnettet)
- ⊠ Zoneområde

7.3.2 Rutefart (tysk anvendelse)

Modulvogntog har hovedsagligt sine gevinster ved transporter over længere afstande. I Trafikministeriets udredning fra 2004 vurderes den effektive transportarstand til over 200 km, hvorfor modulvogntog formentlig kun vil være effektive at anvende ved godtransporter mellem regioner. Af figur 7.10 fremgår tre zoner bestående af cirkler, der hver især har en diameter på 200 km, hvoraf det er muligt at få et

indtryk af de afstande, som et modulvogntog skal tilbagelægge for at gøre transporten økonomisk rentabel. Eksempelvis ture mellem Nordjylland og trekantsområdet, eller København og trekantsområdet samt turen fra Nordjylland til København.

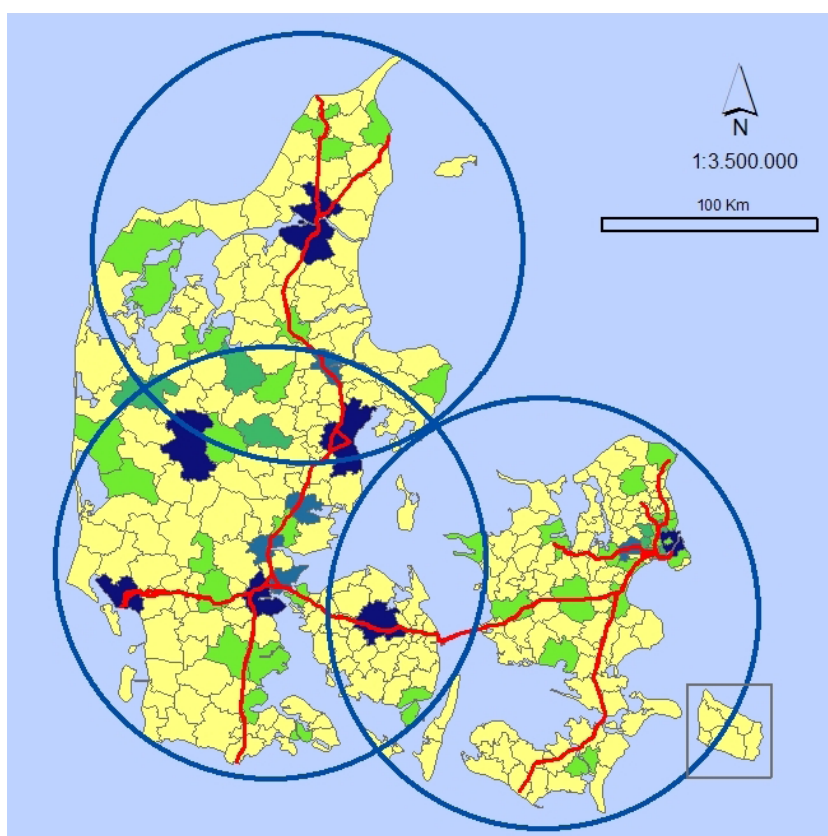
Selvom afstande er et vigtigt argument i forbindelse med modulvogntogstransport vil det ligeledes være muligt at udnytte den øgede kapacitet ved såkaldte rutefartstransporter. Heraf kan der henledes til de tyske erfaringer, hvor der på strækningen Hamborg-Lübeck, ca. 60 km, er givet tilladelse til at benytte vogntog, der kan transportere en 20 fods og en 40 fods container, hvilket længdemæssigt overskrider nuværende EU krav.

I Danmark vil lignende situationer være tilstede f.eks. i forbindelse med større produktionsvirksomheder, som ikke umiddelbart er placeret i tilknytning til motorvejsnettet. Disse erhverv har ofte forsendelser af en sådan størrelse og hyppighed, at modulvogntog kan indgå som transportform, så de samlede transportomkostningerne ville kunne reduceres.

Figur 7.10

Afstande som modulvogntog skal tilbagelægge for at opnå samfundsmæssige gevinster i henhold til Trafikministeriets udredning.

- Motorvejsnet (Forsøgsvejnettet)
- Cirkelradius er 100 km

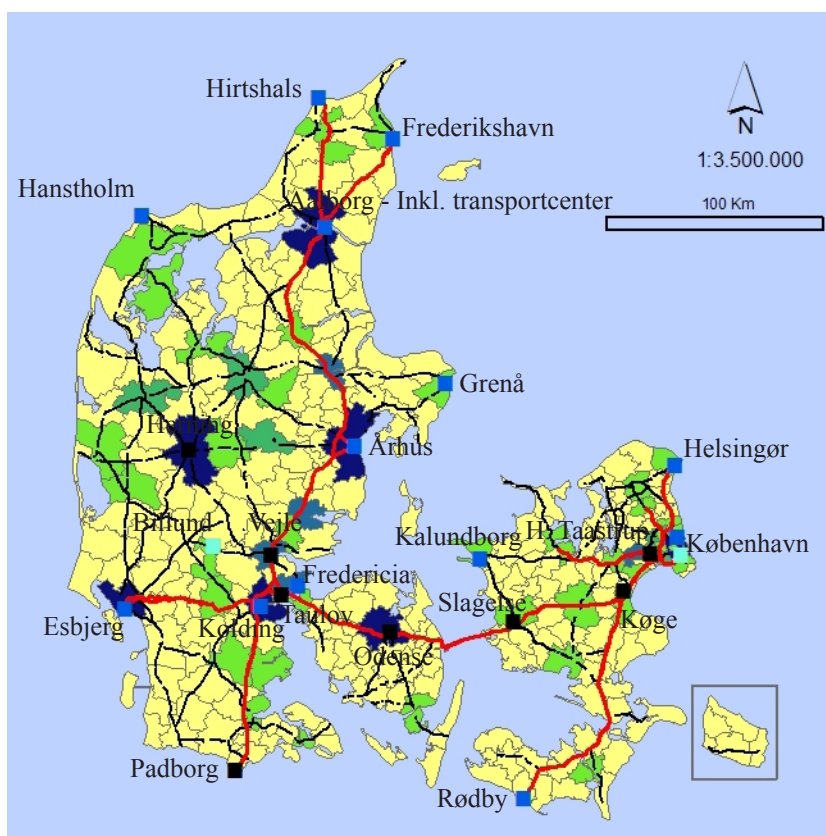


7.3.3 Forslag til vejnet

For at kunne tilgodese modulvogntogenes større arealbehov vil det ved modulvogntogs indførelse på det danske vejnet være nødvendigt at ændre vejprofilet for store dele af vejnettet, hvilket vil kræve

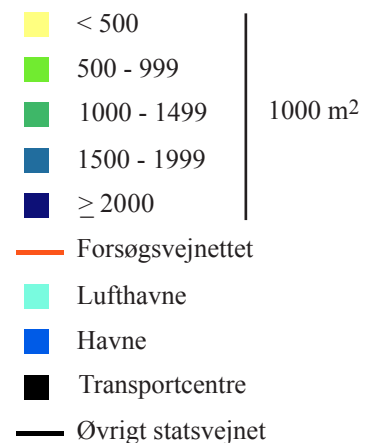
betydelige midler fra såvel staten som landets kommuner.

Med udgangspunkt i erhvervsstrukturen og de sikkerhedsmæssige problemstillinger foreslås det, at modulvogntog implimenteres på hele statsvejnettet. Jf. figur 7.11 vil statsvejnettet medføre forbindelser til stort set alle større erhvervsområder i Danmark, samt vigtige knudepunkter i forbindelse med den nationale og internationale godstransport. Gennem en udvidelse af forsøgsordningen med modulvogntog til at omfatte hele statsvejnettet vil vogntogene kunne servicere områder, som ikke er lokaliseret i tilknytning til motorvejsnettet. Det må dog forventes at der i forbindelse med enkelte strækninger ikke vil være muligt at tillade modulvogntog, hvorfor der kan der være visse forbehold omkring hele statsvejnettet som forsøgsvejnet.



Figur 7.11

Forslag til et vejnet for modulvogntog.



Jævnfør Trafikministeriets udredning fra 2004 er der ikke behov for større ændringer af motorvejsnettet, før modulvogntog kan gives tilladelse til at benytte disse. Problemområderne for motorvejsnettet optræder omkring til- og frakørselsanlæg, rastepladser og de vejarealer, der ligger i tilknytning til motorvejen.

Inddragelsen af hele statsvejnettet vil derimod medføre en række problemer, da dette lige som det øvrige vejnet ikke er dimensioneret til modulvogntog. På vejnettet optræder der forskellige typetilfælde, i form af f.eks. T-kryds, F-kryds og rundkørsler, samt gennemfarer af mindre byområder, hvor der er etableret hastigheddæmpende

foranstaltninger.

Da de lokaliserede erhvervsområder og knudepunkter generelt er placeret i forbindelse med byområder, vil det kommunale vejanlæg skulle inddrages i det samlede forsøgsvejnet. For vejene omkring byområder vil det være naturligt at tage udgangspunkt i nogle tvangsruiter, som er orienteret omkring de større trafikveje, da disse må forventes at have de bedste forudsætninger for modultoggets arealbehov.

8 Typetilfælde

Det danske vejnet er dimensioneret ud fra de køretøjer, der i dag benytter vejnettet. Ved indførelse af modulvogntog, ændres disse karakteristika, og det vil derfor blive nødvendigt også at ændre vejnettet geometriske udformning for at bevare samme funktionalitet.

Det danske vejnet er, i modsætning til det svenske og finske, ikke dimensioneret til lange lastbiler. De mange rundkørsler, der i de seneste årtier er anlagt på det danske vejnet, er dimensioneret til at reducere hastigheden mere end for at afvikle trafikken. Modulvogntogs større arealbehov kræver mere plads til at manøvrere på vejnettet. Disse problemer er især størst i og omkring byerne, hvor radier og kørselsarealer gennem de senere år er blevet reduceret for at opnå en trafiksikkerhedsmæssig og hastighedsdæmpende effekt.

Hvis modulvogntogsnettet udvides til at omfatte hele statsvejnettet, vil der opstå en række problemstillinger vedrørende den kørselsgeometriske tilpasning af det overordnede vejnet i åbent land såvel som i bynære områder. Disse problemstillinger vil hovedsageligt gøre sig gældende i forbindelse med modulvogntogs svingbevægelser i tilknytning til kryds og hastighedsdæmpende foranstaltninger.

Ved implementering af modulvogntog på veje, som ligger udenfor forsøgsstrækningerne, vil det kræves, at disse strækninger gennemgås og vurderes i henhold til modulvogntogenes arealbehov og infrastrukturens udformning. Da svingbevægelser i henhold til kryds og hastighedsdæmpende foranstaltninger vil udgøre de største problemer bør gennemgangen af strækningerne derfor rette fokus mod disse.

I det følgende afsnit vil der blive præsenteret en række typetilfælde inden for det åbne land samt bynære områder, hvor modulvogntogenes øgede arealbehov vil kunne tænkes, at udgøre et problem i forbindelse med vejnettets nuværende udformning.

8.1 Rundkørsler

Rundkørsler er en hyppigt forekommende krydstype i åbent land såvel som i bynære områder, idet denne krydsform er velegnet til at håndtere 4 eller flere vejgrene samtidig med, at den har en hastighedsnedsættende virkning. En af ulemperne ved rundkørsler er, at de kan begrænse fremkommeligheden for store arealkrævende køretøjer, hvilket især kan tænkes som et problem i forbindelse med indførelsen af modulvogntog. Især i forbindelse med et-sporet rundkørsler vil modulvogntogs begrænsede manøvredegytighed kunne

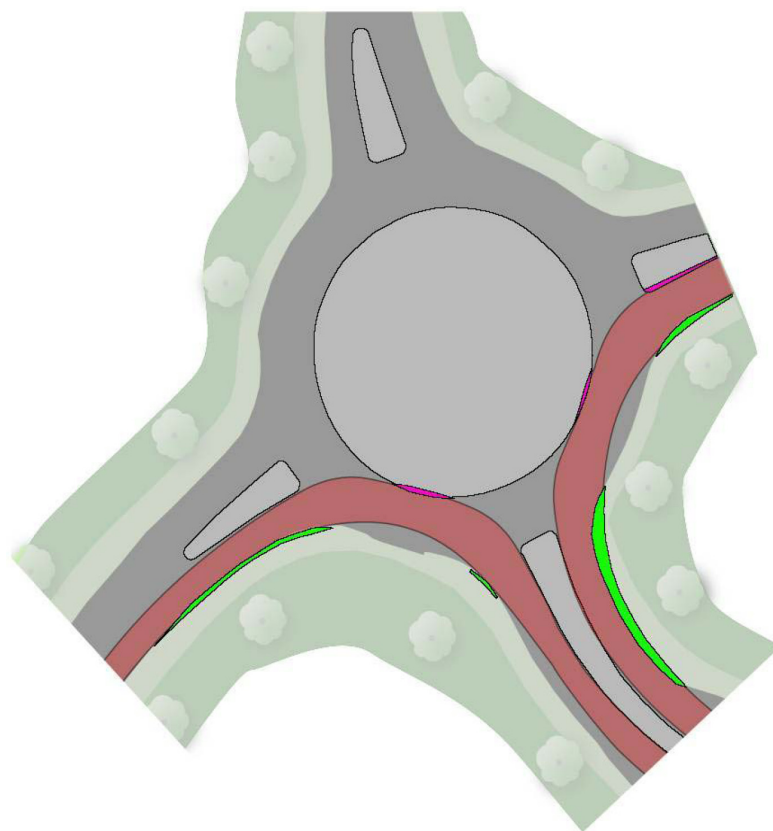
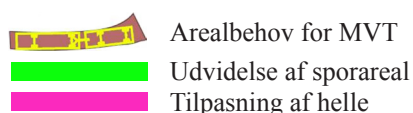
medføre nedsat fremkommelighed, da arealbehovet for modulvogntog i henhold til cirkulering og svingbevægelser, er større end de hidtil anvendte dimensionsgivende køretøjer.

Af figur 8.1 fremgår det, hvordan modulvogntogets arealbehov vil kunne skabe behov for justering af sporarealet og heller, idet hjulpar-rene vil svinge længere ud end ved de hidtil anvendte dimensionsgivende køretøjer. En justering af sporarealet og heller i tilknytning til rundkørslen vil sikre den fornødne plads til vogntogene, men vil samtidig kunne medføre trafiksikkerhedsmæssige konsekvenser, på grund af højere hastighed for personbiler.

Figur 8.1

Modulvogntoget arealbehov i forbindelse med højresving.

Billedet stammer fra (Trafikministeriet 2004)

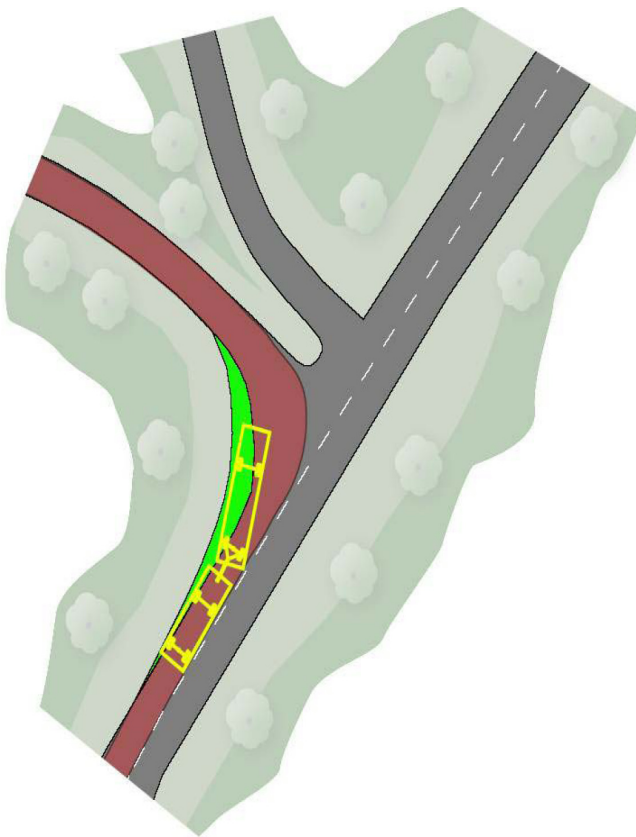


8.2 T-Kryds

Ligesom rundkørslen er vejkrøds i form af T-kryds også en jævnligt benyttet krydstype i åbent land såvel som i bynære områder. I forbindelse med T-kryds vil der kunne opstå problemer, når modulvogntog skal foretage svingbevægelser til og fra primærretningen, da modulvogntog er mere pladskrævende end de nu anvendte dimensionsgivende køretøjer.

Udover manglende arealbehov ved svingninger, er et T-kryds i åbent land ofte etableret med svingbane, som ligeledes kan være forbundet med problemer, da et eller flere svingende modulvogntog vil kunne medføre blokering for de ligeudkørende, i tilfælde af, at svingbanen ikke har den nødvendige længde. Af figur 8.2 fremgår

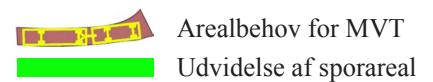
modulvogntogets arealbehov i forbindelse med et højresving fra sekundær vej i et prioriteret T-kryds.



Figur 8.2

Modulvogntoget arealbehov i forbindelse med højresving fra sekundær vej i et prioriteret kryds.

Billedet stammer fra (Trafikministeriet 2004)



8.3 Hastighedsdæmpende foranstaltninger

I tilknytning til bynære områder er der ofte etableret hastighedsdæmpende foranstaltninger i form af bl.a. midterheller, bump og miljøprioriterede gennemfarter. Især midterheller udformet som bremseheller, vil kunne forventes at udgøre et problem i forbindelse med modulvogntog. Vogntogenes mindre manøvreedygtighed og større arealbehov vil kunne besværliggøre modulvogntogs passage af denne slags hastighedsdæmpende foranstaltninger. Af figur 8.3 fremgår et eksempel på hvordan en bremsehelle nær en bygrænse kan tage sig ud.



Figur 8.3

Bremsehelle ved bygrænse. (Bremsehelle 2003)

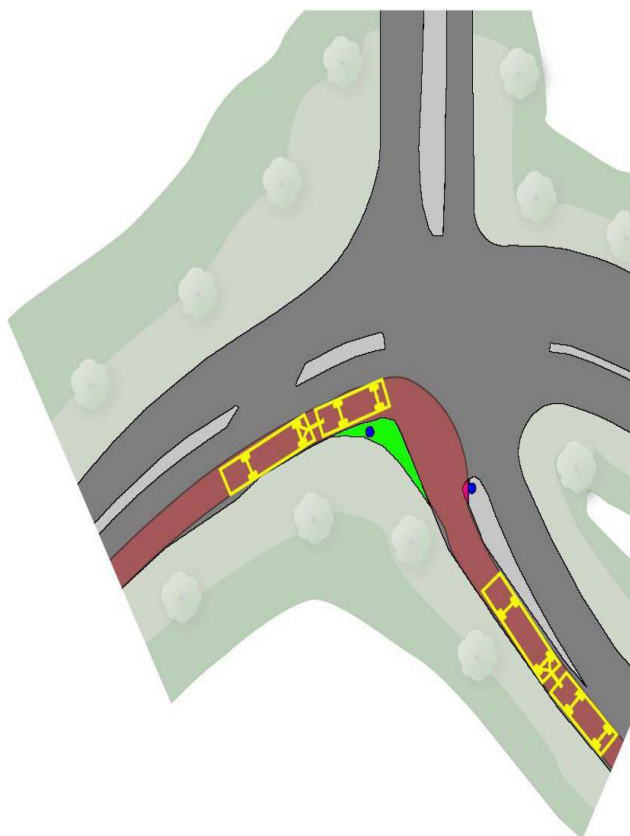
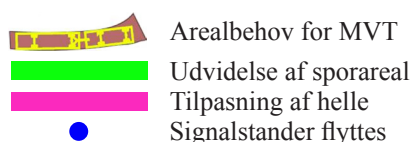
8.4 F-kryds

Et firebenet kryds findes ofte inden for de bynære områder, hvor det gennem signalregulering er med til at prioritere trafikstrømmene og samtidig reducere omfanget af krydsnings- og indsvingningsuheld mellem bilister. En af ulemperne ved F-kryds, er ligesom rundkørslen, at svingforholdene for store køretøjer samtidig vanskeliggøres. Dette vil igen udgøre et problem i forbindelse med indførelsen af modulvogntog med henblik på vogntogenes øgede arealbehov. Af figur 8.4 fremgår et modulvogntogs arealbehov i forbindelse med højresving i et signalreguleret kryds.

Figur 8.4

Modulvogntogets arealbehov i forbindelse med højresving i signalreguleret F-kryds.

Billedet stammer fra (Trafikministeriet 2004)



Figur 9.5

Parkeringsbås for en almindelig lastbil i forbindelse med parkering på en rasteplads. (Lastbil 2007)



8.5 Sideanlæg

Havari, optankning og toiletbesøg kan nødvendiggøre frakørsel på nærmeste sideanlæg, hvilket også vil gælde for modulvogntog. På grund af modulvogntogenes større arealbehov, vil det kræves at størstedelen af de nuværende sidearealer langs statsvejnettet vil skulle modificeres, med hensyn til omstribning af parkeringsbåse og egentlige ombygninger, for at kunne servicere modulvogntogene. Af figur 9.5 fremgår der et eksempel af parkeringsforholdene ved en rasteplads.

9 Forudsætninger

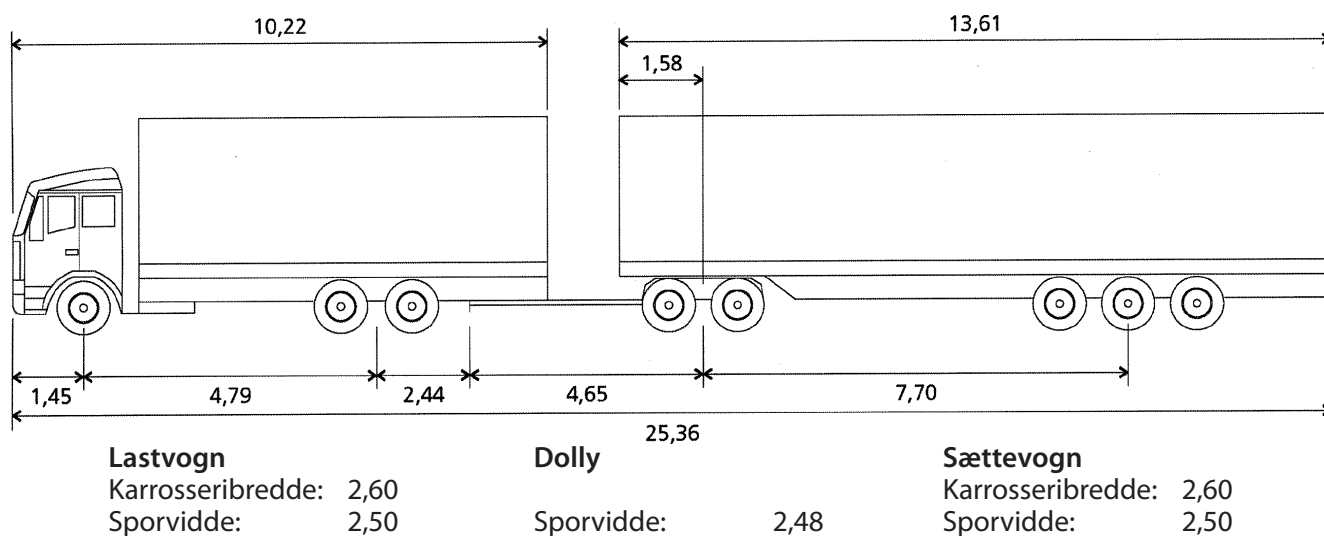
I kapitel 10 - Strækingsanalyse anvendes tekniske kort, som er erhvervet gennem Vejdirektoratet. Disse tekniske kort vil danne baggrund for en analyse af registrerede typetilfælde på en udvalgt strækningen. Hertil anvendes programmet AutoTURN, som er et tilfølsprogram til AutoCad og MicroStation, der muliggør anvendelsen af kørekurver for et givent køretøj på digital form.

For de modulvogntogstyper, som blev præsenteret i kapitel 6 - Erfaringer med modulvogntog, har Vejdirektoratet udført et forsøg i Sverige med to af vogntogstyperne for at vurdere køretøjernes arealbehov. Se data omkring de to køretøjer i Bilag 2 - Dimensioner.

På baggrund af de tre modulvogntogstyper har Vejdirektoratet besluttet, at det dimensionsgivende køretøj skal betegnes MVT1a/MVT2, da de to forskellige vogntogstyper stort set har identiske kørekurver. MVT3 har dog et større arealbehov, men køretøjet er så arealkrævende at det kun vil blive tilladt, såfremt det udstyres med styrende bagaksler. Denne betingelse vil medføre, at MVT3 bliver mindre arealkrævende end modulvogntogstyperne MVT1a/MVT2, jf Appendix 2

Da MVT1a/MVT2 er valgt som dimensionsgivende køretøj, vil arbejdet omkring casens typetilfælde tage udgangspunkt i vogntogstypen MVT1a, jf. figur 9.1. For at anvende MVT1a i AutoTurn konstrueres modulvogntoget på baggrund af de data, som er modtaget omkring køretøjet, der blev anvendt i forsøget i Sverige.

Figur 9.1
MVT1a (Alle mål er i meter).



For at genskabe det dimensionsgivende modulvogntog digitalt i programmet AutoTURN, vil oplysningerne omkring køretøjets dimensioner ikke være tilstrækkelige. Oplysninger omkring køretøjets tekniske egenskaber såsom, hastighed samt chaufførens færdigheder er ligeledes vigtige informationer, som er nødvendige for at kunne gengive køretøjets kørselsmønster. Følgende oplysninger er nødvendige:

- Køretøjets hastighed.
- Køretøjets hjuldrejning.
- Køretøjets mindste venderadius.
- Vinklen mellem køretøjets enheder.
- Hvor hurtig en chauffør kan dreje på rettet.

Omkring køretøjet hastighed må det forventes, at modulvogntog skal optræde som alle andre køretøjer i henhold til vejreglerne, og dermed uden følgevogn som f.eks. specielkøretøjer. I vurderingen af modulvogntog ønskes køretøjet fri fremkommelighed, hvorfor køremåde A anvendes. Det betyder, at modulvogntog under svingning i kryds fremføres med en hastighed på 15 km/t, uden at arealbehovet berører kørebanearealerne beregnet for den modsatrettede trafik, og uden at sporarealet berører kantbanerne. Friarealet kan ligge uden for kørebanen, men inden for fritrumsprofilen.

Køretøjets hjuldrejning er den maksimale vinkel, som de styrende hjul kan dreje. Vinklen findes som gennemsnittet af en fuld uddrejning til henholdsvis højre og venstre i forhold til hjulenes ligeud position. I projektet anvendes værdien 40 grader som modulvogntogets maksimale hjuldrejning, hvilket er oplysninger, der stammer fra det vogntog, som blev anvendt i forsøget i Sverige.

Et køretøjs venderadius er en værdi, som beregnes ud fra køretøjets dimensioner og tekniske egenskaber. Værdien angiver hvor meget et køretøj fylder, når det kører rundt om sig selv, med fuld ratudsvingning. Køretøjets cirkelradius angives efter midten af den forreste hjulaksel. AutoTURN beregner radius til 7,45 meter, når køretøjets hjuludsving er 40 grader, hvilket svarer til værdien i de data, som er modtaget for MVT1a. Ved hjuludsving på 30 grader, beregnes radius til 9,58 meter. I analysen af typetilfældene anvendes værdien ved 30 grader, da standard opsætningen i AutoTURN for et sættevogntog er sat til denne værdi. Analysen for typetilfældene vurderes efter samme hjuludsving, når der kontrolleres i forhold til de to vogntogstyper.

Vogntogets arealbehov er ligeledes afhængig af, hvor meget køretøjets enheder kan dreje i forhold til hinanden. Dette angives som vinklen mellem køretøjets forskellige enheder, og sættet til 70 grader, som er standard i AutoTURN.

Chaufføren bag rettet er et mere varierende element omkring et køretøjs arealbehov. I dette projekt anvendes AutoTURN's standardværdi på 6 sekunder, der er defineret ud fra, hvor lang tid det tager en gennemsnitlig chauffør under normale forhold at dreje det styrende hjulpar fra den en ydre position til den anden.

Modulvogntogets kritiske arealproblemer opstår hovedsagligt omkring krydsanlæg. Hidtil har et sættevognstoget været det dimensionsgivende køretøj ved udformning af kryds. For strækningens udvalgte typetilfælde, foretages en analyse af krydsene på baggrund af et sættevognstog samt et modulvogntog. Sættevognstoget anvendes som en kontrol af typetilfældene, samt med henblik på at vurdere merearealbehovet som følge af implementeringen af modulvogntog.

Der anvendes et standardiseret sættevognstog, som indgår i programmet AutoTURN, konstrueret på baggrund af de danske vejregler, mens det anvendte modulvogntoget er konstrueret i henhold til de gennemgåede forudsætninger.

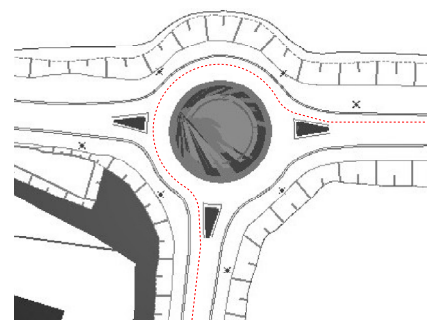
I analysen af typetilfældene opsættes der som forudsætning en rute, som vogntoget skal følge. Ruten placeres således, at vogntoget holder sig inden for køresporet, men varieres her indenfor alt efter, hvilke svingmanøvrer vogntoget skal foretage. Ved indgangen til en rundkørsel vil vogntoget være placeret i venstre side af vognbanen, mens kørselen i rundkørslerne vil være placeret i højre side af køresporet. Ved udgangen af rundkørslen vil vogntoget igen vil være placeret i den venstre side af køresporet jf. figur 9.2. Ruteplaceringen skyldes, at vogntogene derved udnytter det eksisterende køreareal bedst muligt. Omkring de andre krydsanlæg anvendes en lignende metode.

Ved kørslen langs den angivet rute anvender AutoTurn køretøjets forskrevende forudsætninger. Overskridelse af disse forudsætninger betyder, at rutens radier ikke er tilstrækkelige, og dermed medfører en overskridelse af enten køretøjets hjuldrejning eller indbyrdes vinklen, som køretøjets enheder kan opnå. I tilfælde af overskridelse af forudsætningerne, omlægges ruten med større radier, så køretøjet overholder de foreskrevende forudsætninger.

Figur 9.2

Centerlinie for modulvogntog (midten af forreste hjulaksel).

--- Køretøjets centerlinie



10 Strækingsanalyse

Som det fremgår af kapitel 8 - Typetilfælde, vil en implementering af modulvogntog på større overordnede veje, der ligger uden for motorvejsnettet, skabe en række problemer i kraft af vogntogenes større arealbehov i forbindelse med svingbevægelser i kryds og ved hastighedsdæmpende foranstaltninger. For at undersøge omfanget af disse problemer, gennemgås det overordnede vejnet uden for motorvejsnettet, med henblik på at klarlægge modulvognstogs arealbehov i henhold til arealgeometrien. På baggrund af en sådan undersøgelse vil det være muligt at vurdere omfanget af problemerne og de tiltag, der vil være nødvendige i forbindelse med tilpasning af vejnettet til modulvogntog.

I dette projekt gennemføres et casestudie, hvor der arbejdes ud fra en kritisk case, som har en strategiske betydning i forhold til den overordnet problemstilling. I stedet for at gennemgå hele statsvejnettet udvælges der en stækning, der betragtes som repræsentativ for den del af statsvejnettet, som ligger uden for motorvejsnettet. På den udvalgte strækning gennemføres en strækingsanalyse, som har til formål at udpege og registrere de typetilfælde på stækningen, hvor modulvognstogs arealbehov kan være i konflikt med vejudformningen. I tilfælde af, at der på den udvalgte strækning registreres problemer med modulvognstogs tilstedeværelse, vil der med stor sandsynlighed også eksistere tilsvarende problemer på den resterende del af statsvejnettet (Flyvbjerg 1991).

I forbindelse med casemetoden er det vigtigt at erkende, at der vil herske en vis usikkerhed omkring de endelige konklusioner som fremkommer gennem casestudiet. Dette skyldes, at det er vanskeligt at udvælge netop én strækning, som værende repræsentativ for hele statsvejnettet.

Strukturreformen anno 2007 medførte at dele af det tidligere amtsvejnet er overgået til staten, hvilket kan bevirke, at statsvejnettet ikke alle steder har den samme standard. Herudover varierer den geometriske udformning af statsvejnettet i kraft af, at der på udvalgte strækninger i tilknytning til større erhvervsområder, er foretaget tilpasninger af vejnettet for at kunne give plads til at specieltransporter kan passere. Alle disse faktorer skal tages i betragtning, når der konkluderes på casestudiet af den valgte strækning.

10.1 Valg af strækning

Den udvalgte strækningen er hovedlandevej 26 mellem Århus og Hanstholm, som er en gammel statsvej, hvilket ikke har ændret sig

i forbindelse med strukturreformen. Strækningen er valgt på baggrund af, at den har forbindelse til en række større knudepunkter, som har stor betydning for den internationale godstransport samtidig med, at strækningen passerer en række større erhvervsområder.

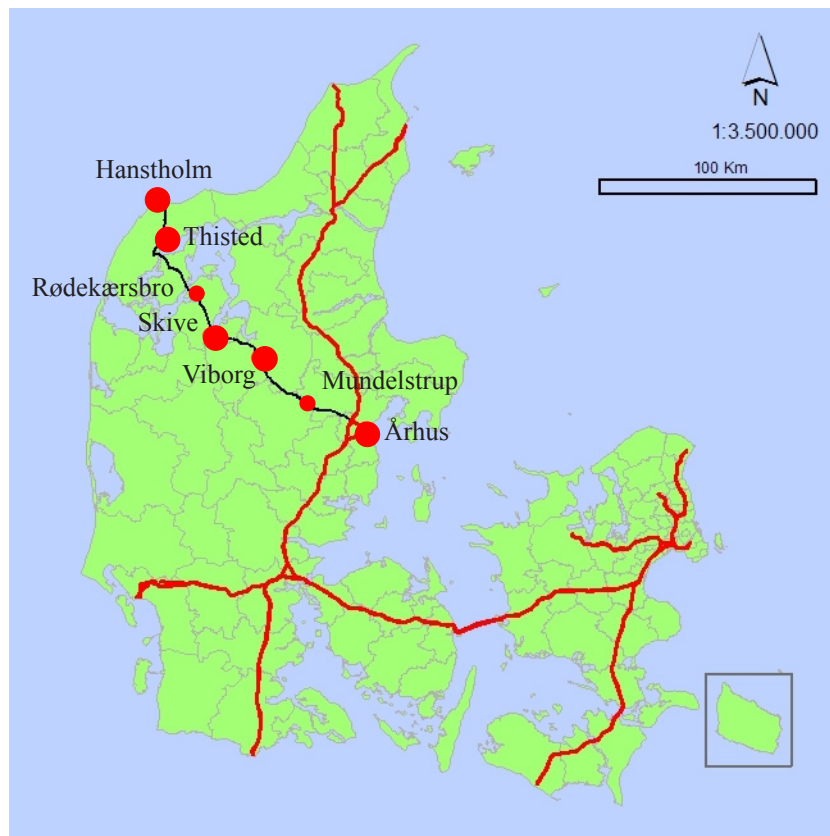
Rute 26 er ca. 160 km lang, hvoraf ca. 40 km af strækningen gennem årene er blevet opgraderet til højklasse veje i form af motortrafikveje. Størstedelen af disse motortrafikveje er anlagt som omfartsveje ved byerne Mundelstrup, Rødekærsbro, Viborg, Skive og Thisted. Af figur 10.1 fremgår rute 26 mellem Århus og Hanstholm.

Ved indførelse af modulvogntog på statsvejnettet vil vogntogets problemområder være forbundet med typetilfælde, som optræder langs strækningen, i forbindelse med andre statsveje samt krydsanlæg i til-

Figur 10.1

Den udvalgte strækning mellem Århus og Hanstholm.

- Forsøgsvejnettet
- Hovedlandevej 26
- By/Knudepunkt



knytning til større erhvervsområder. I denne forbindelse er der lavet en strækningsanalyse samt en visuel gennemgang af strækningen, som fremgår af henholdsvis Bilag 3 - Strækningsanalyse og Bilag 4 - Erhvervsområder, der har til formål at registrere stræknings typetilfælde, samt erhvervsområder i tilknytning til strækningen.

Jævnfør Bilag 3 - Strækningsanalyse er der på strækningen, Århus - Hanstholm, registeret 14 rundkørsler samt to større krydsanlæg i forbindelse med statsvejnettet, som forbinder rute 26 med henholdsvis rute 11 samt rute 29. Rundkørslerne er alle placeret i forbindelse med byområder, hvoraf fire er registeret omkring Viborg, syv

ved Skive, to ved Thisted og en ved Hanstholm.

På baggrund af indhentede tekniske kort samt modulvogntogs arealbehov er der blevet foretaget en screening af de registrerede rundkørsler og krydsanlæg. Her er de udvalgte krydstypers geometriske udformning blevet sammenholdt med det dimensionsgivende modulvogntogs kørekurver. På baggrund af screeningen er der udvalgt henholdsvis en et- og en to-sporet rundkørsel til nærmere analyse, idet disse kryds udgør de største problemer i forbindelse med gennemkørsel af modulvogntog. Den et-sporede rundkørsel er lokaliseret øst for Skive, mens den to-sporede rundkørsel er lokaliseret sydvest for Viborg.

For at modulvogntogene skal kunne nå sine destinationer i form af erhvervsområder og havne ect., er vogntogene på et tidspunkt tvunget til at forlade statsvejnettet og begive sig ind på det kommunale vejnet. Idet denne rapport omhandler en klarlæggelse af problemerne vedrørende indførsel af modulvogntog på statsvejnettet, vil der ikke blive taget stilling til, på hvilket dele af det kommunale vejnet, der bør gives tilladelse til kørsel med modulvogntog, samt hvilket anlægssamlægninger der er forbundet hermed. Det må forventes, at de enkelte kommuner af konkurrencehensyn selv foretager den nødvendige udpegning af adgangsveje til nærliggende erhvervsområder.

I rapporten erkendes det, at der i forbindelse med større erhvervsområder vil være behov for at sikre adgang til kommuneveje fra statsvejnettet, hvorfor flere krydsanlæg bliver aktuelle typetilfælde. I denne forbindelse vil staten skulle finansiere krydsanlæggene langs statsvejnettet, mens kommunerne varetager de kommunale vej anlæg.

Af en visuel gennemgang af strækningen er der yderligere registreret fem kryds, som er placeret i tilknytning til større erhvervsområder langs strækningen. De lokaliserede krydsanlæg i forbindelse med erhvervsområderne, er henholdsvis et større hankanlæg nær Hammel, et T-kryds ved byen Fårvang, en rundkørsel ved Viborg, et forskudt B-anlæg i tilknytning til Glyngøre samt et rudeanlæg, der forbinder rute 26 med et større erhvervsområde nær Nykøbing Mors. Af bilag 4 - Erhvervsområder fremgår de typetilfælde, som er registreret gennem den visuelle gennemgang af strækningen.

Rundkørslen ved Viborg samt det forskudte B-anlæg ved Glyngøre er typetilfælde, som går igen, hvorfor det vælges at undlade disse i den videre analyse. De tre resterende typetilfælde vil, sammen med henholdsvis den et-sporede og to-sporede rundkørsel blive sammenholdt med det dimensionsgivende modulvogntog med henblik på at vurdere omfanget af de problemer, der vil være i forbindelse med at sikre modulvogntogs adgang til udvalgte kommuneveje.

På den vedlagte CD-Rom fremgår screeningsmaterialet for de gennemkørte kryds.

De udvalgte typetilfælde vil i det følgende blive vurderet i henhold til arealbehovet for et sættevogntog samt et modulvogntog. I den forbindelse anvendes køretøjerne i henhold til køretøjernes forudsætninger, som fremgår af kapitel 9 - Forudsætninger.

Ved gennemkørsel af de udvalgte typetilfælde er antallet af ruter for vogntogene afhængig af krydsets placering og formål. I den forbindelse vil et typetilfælde, der er placeret mellem to statsveje, skulle gennemkøres for samtlige svingbevægelser, da vogntogene skal have adgang til hele statsvejnettet. For et typetilfælde, som er registreret mellem rute 26 og et større erhvervsområde vil vogntogene være pålagt en tvangsrute, hvorfor antallet af tilladte svingbevægelser vil være reduceret, da gennemkørslerne er orienteret omkring statsvejen og erhvervsområdet.

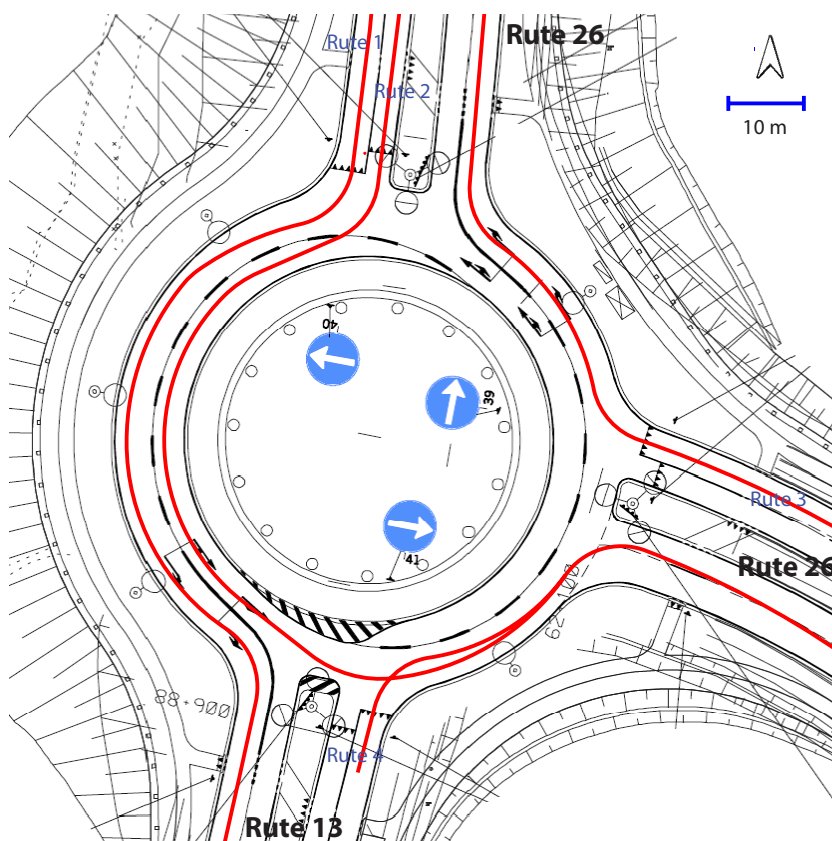
10.2 To-sporet rundkørsel ved Viborg

I henhold til Bilag 3 - Strækningsanalyse er der registreret en to-sporet rundkørsel syd for Viborg. Rundkørslen udgør krydset mellem rute 26 og 13 som er to statsveje. I henhold til rute 26, jf. strækningsanalysen, er der tale om vejstrækning 407 ved kilometrerne 62/100.

Rundkørslen har tre ben med to indgående spor samt to udgående spor i hvert ben. Selve rundkørslen har en ydre diameter på ca. 67,8 meter, mens den indre diameter er målt til ca. 48,0 meter. Inden for dette område er der anlagt to kørespor, hvor det yderste har en

Figur 10.2
Den to-sporet rundkørsel ved Viborg.

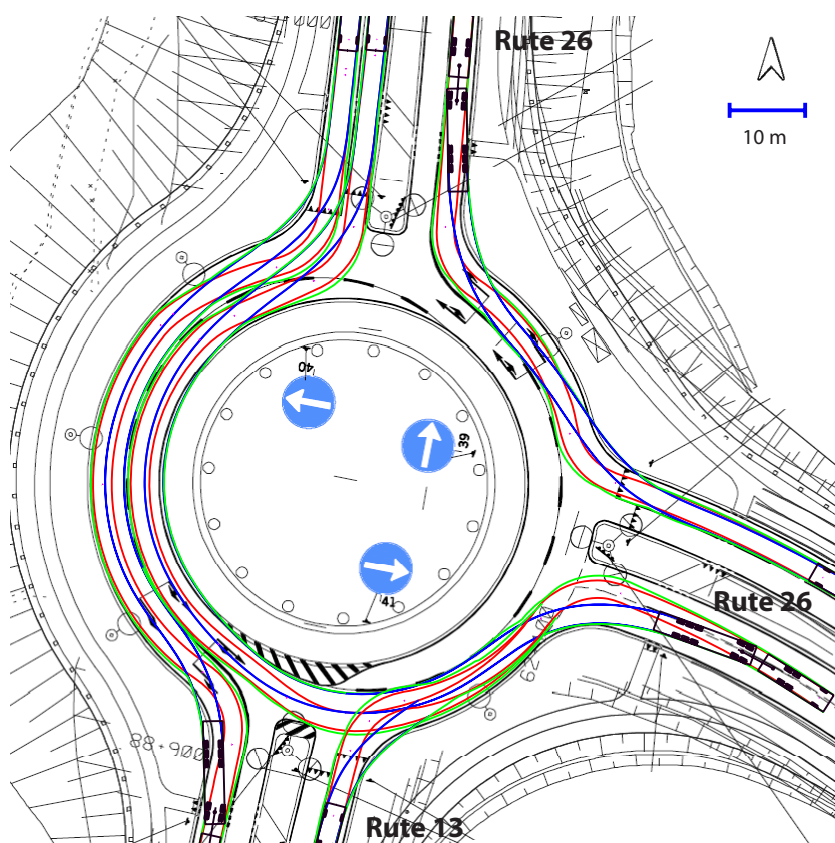
— Ruter



bredde på ca. 4,75 meter, mens det inderste kørsel har en bredde på 4,25 meter. Rundkørslen er afmærket med tvunget højresving ved to af frakørterne. Af figur 10.2 fremgår en skitse af rundkørslen.

Af figur 10.2 fremgår fire ruter, som er blevet gennemkørt med henholdsvis et sættevognstog samt et modulvognstog. De fire ruter er valgt på baggrund af rundkørselens symetriske opbygning, samt med det argument at de øvrige ruter stortset suppleres af de udvalgte ruter. Samtidig forudsættes det, at vognstogene er placeret i sporret til højre, medmindre køretøjet ikke skal benytte de tvungne højresvingsspor, hvorfor vognstogene vil påbegynde sin gennemkørslen af rundkørslen fra det indgående bens venstre spor.

Forløbet af rute 1 udgår fra det sydøstlige ben af rundkørsel og følger det yderste spor for derefter at svinge til højre af den første afkørsel i det tvungne højre sving. Rute 2 udgår fra det nordlige ben af rundkørslen for derefter at følge cirkulationsarealet i det inderste spor for igen at bevæge sig ud af rundkørslen ved anden afkørsel. Den tredje rute udgår igen fra det nordlige ben i rundkørslen, men følger i stedet det yderste spor rundt i cirkulationsarealet for derefter at bevæge sig ud af rundkørslen ved første afkørsel. Den sidste af ruterne udgår fra rute 13 i det inderste spor, hvorefter den drejer fra i det første ben. I rundkørslen holder køretøjet sig i det yderste spor da et køretøj, som ligeledes kommer fra rute 13 i det yderste spor, har mulighed for at benytte rundkørselens inderste spor. Ved frakørslen i det første ben forudsiges det, at vognstog har mulighed for



Figur 10.3

Modulvognstogets arealbehov i den to-sporet rundkørsel ved Viborg.

- Forhjul
- Baghjul
- Karosseri

Af tegning 1 og tegning 2 fremgår en større illustration af gennemkørslerne for henholdsvis modulvognstog og sættevognstog.

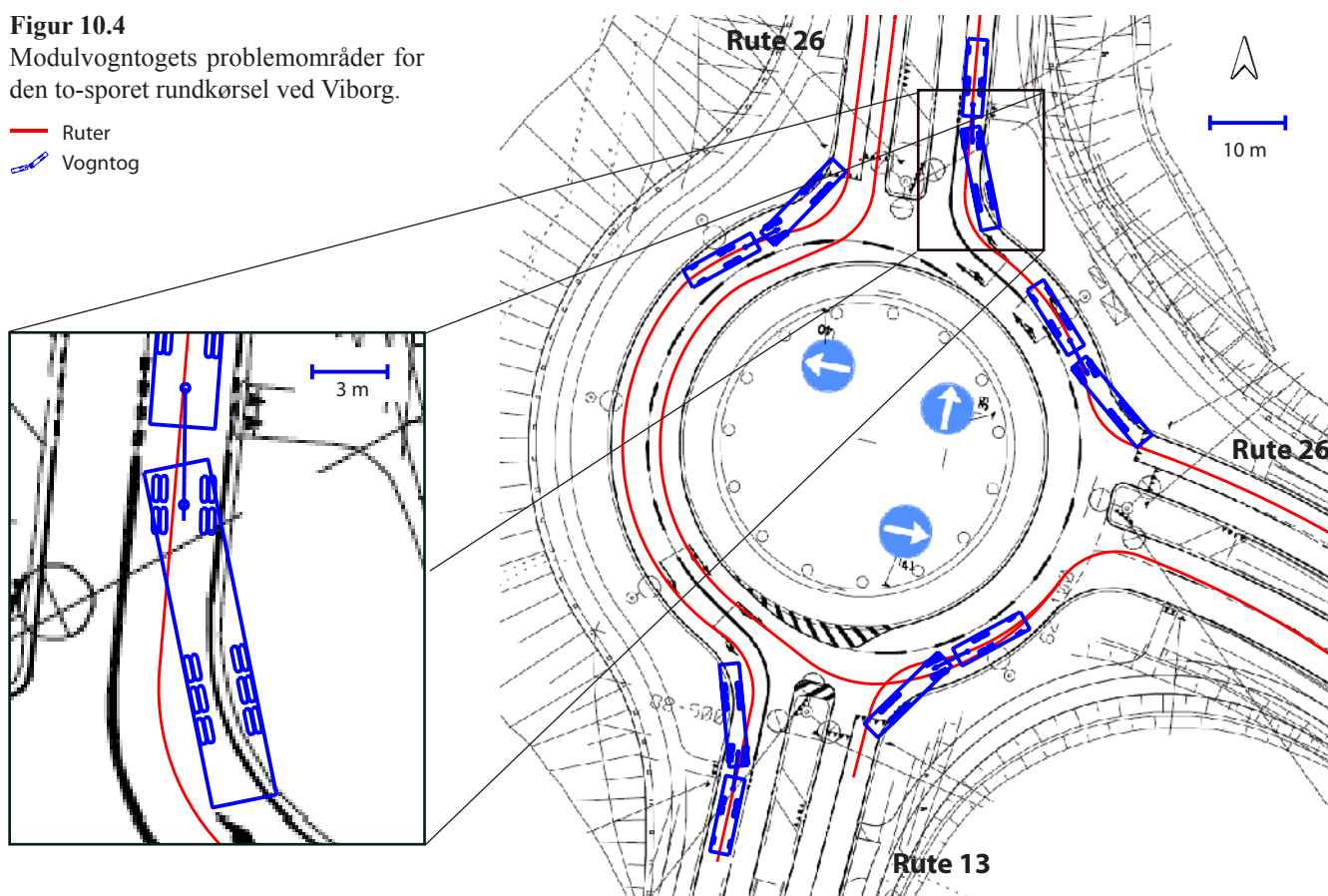
at benyttet de to udgående kørespor, da et køretøj i rundkørselens inderste spor vil fortsætte mod næste ben.

Som før nævnt er rundkørselens geometri blevet vurderet i forhold til arealbehovet for henholdsvis en sættevogn samt et modulvogntog, hvilket er gjort ved hjælp af programmet AutoTURN. Af figur 10.3 fremgår gennemkørselsruterne samt arealbehovet for modulvogntoget, mens der på figur 10.4 er angivet, hvor køretøjets arealbehov er i konflikt med rundkørselens udformning.

Figur 10.4

Modulvogntogets problemområder for den to-sporet rundkørsel ved Viborg.

— Ruter
— Vogntog

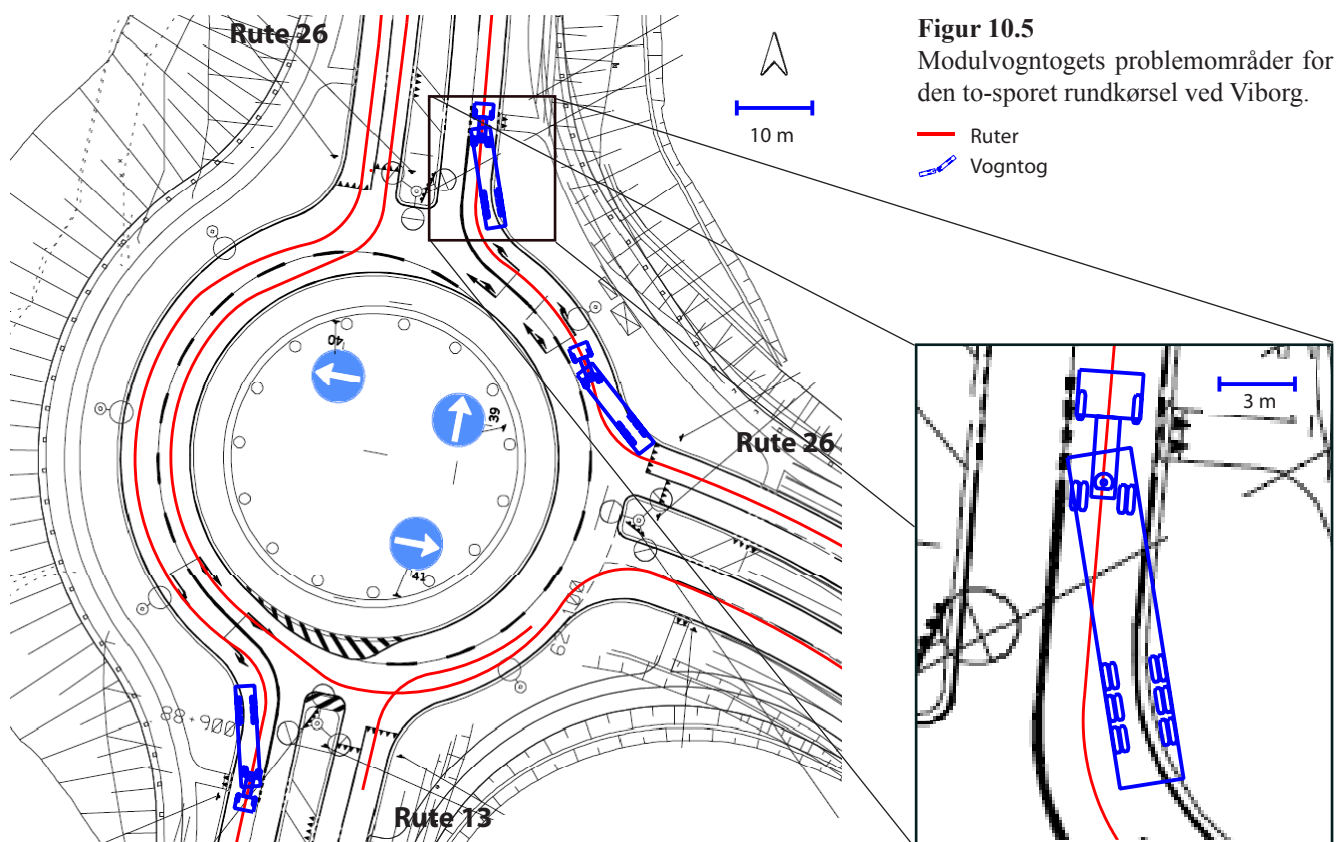


Af figur 10.4 fremgår det at gennemkørslen med modulvogntog udgør et generelt problem i forbindelse med ind- og udgående svingninger. Her vil den bagerste sættevogn sætte de bageste højre hjul ind over vejkanten, som i denne rundkørsel ikke er etableret som overkørselsarealer. Den maksimale overskridelse, som er markeret på figur 10.4, er registreret til ca. 1,50 meter. Afstanden er registreret fra kantafmærkningen til vogntogets yderste hjulspor.

Som kontrol af rundkørselens udformning kontrolleres de samme ruter med hensyn til et sættevognstog. Ved gennemkørslerne af sættevognstog registreres de samme type problemer som ved modulvogntog. Af figur 10.5 fremgår sættevognstogets kritiske gennemkørselspositioner, hvilket i forhold til modulvogntog er reduceret til tre kritiske områder. Selvom sættevognstog er registe-

ret med det bagerste højre hjulpar på afmærkningen, vælges det at se bort fra det på grund af usikkerheder omkring kortmaterialet.

Af kørselerne, som er foretaget med sættevognstoget, er den maksimale overskridelse fundet til ca. 1,20 meter, mens modulvognstoget anvender ca. 1,50 meter eller ca. 0,3 meter mere. Afstandene er angivet fra rundkørselens kantaftmærkning til køretøjets yderste hjulspor. Det vil derfor være nødvendigt at etablere et større overkørsles areal for at imødekomme modulvognstogets merearealbehov.



10.3 Et-sporet rundkørsel ved Skive

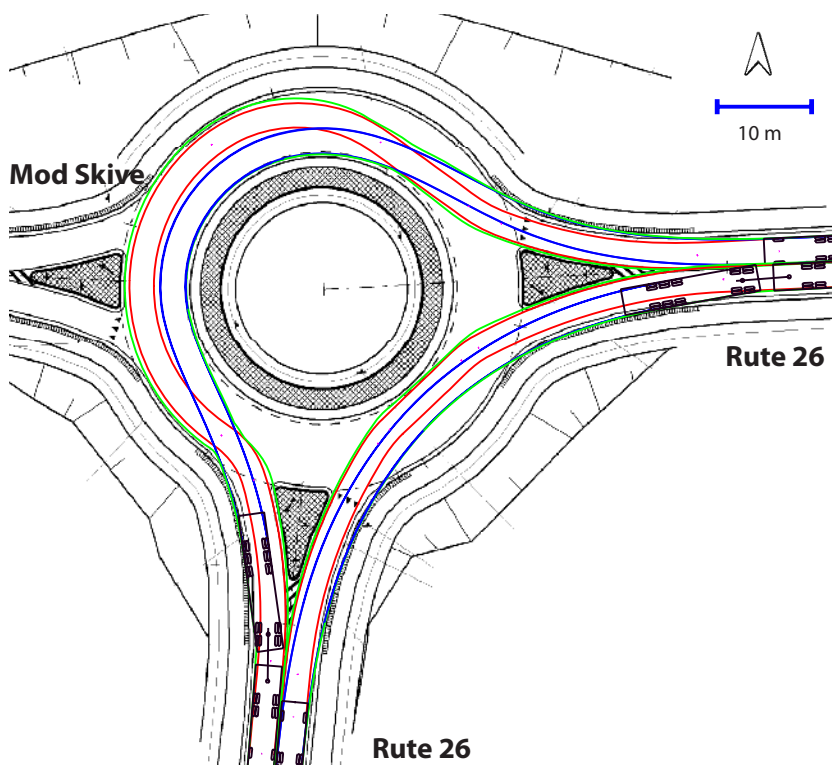
Den et-sporet rundkørsel, der er udvalgt som typetilfælde, er lokaliseret øst for Skive på vejstrækning 441 ved kilometrering 25/250. Rundkørslen har, ligesom den to-sporet rundkørsel tre ben, samt en ydre og indre diameter på henholdsvis ca. 40,0 meter og ca 20,0 meter. Køresporet i rundkørslen er via opmåling på tekniske kort registreret til en bredde på ca. 6,0 meter. Samtidig er der registreret et overkørselsareal i forbindelse med det indersat cirkelareal, som har en bredde på ca. 3,0 meter, mens de restende ca. 1,0 meter udgøres af afstandene mellem kantlinierne og rundkørselens afgrænsningslinier.

Figur 10.6

Modulvogntogets arealbehov ved den et-sporet rundkørsel ved Skive.

- Forhjul
- Baghjul
- Karosseri

Af tegning 3 og tegning 4 fremgår en større illustration af gennemkørslerne for henholdsvis modulvogntoget og sættevogntoget.

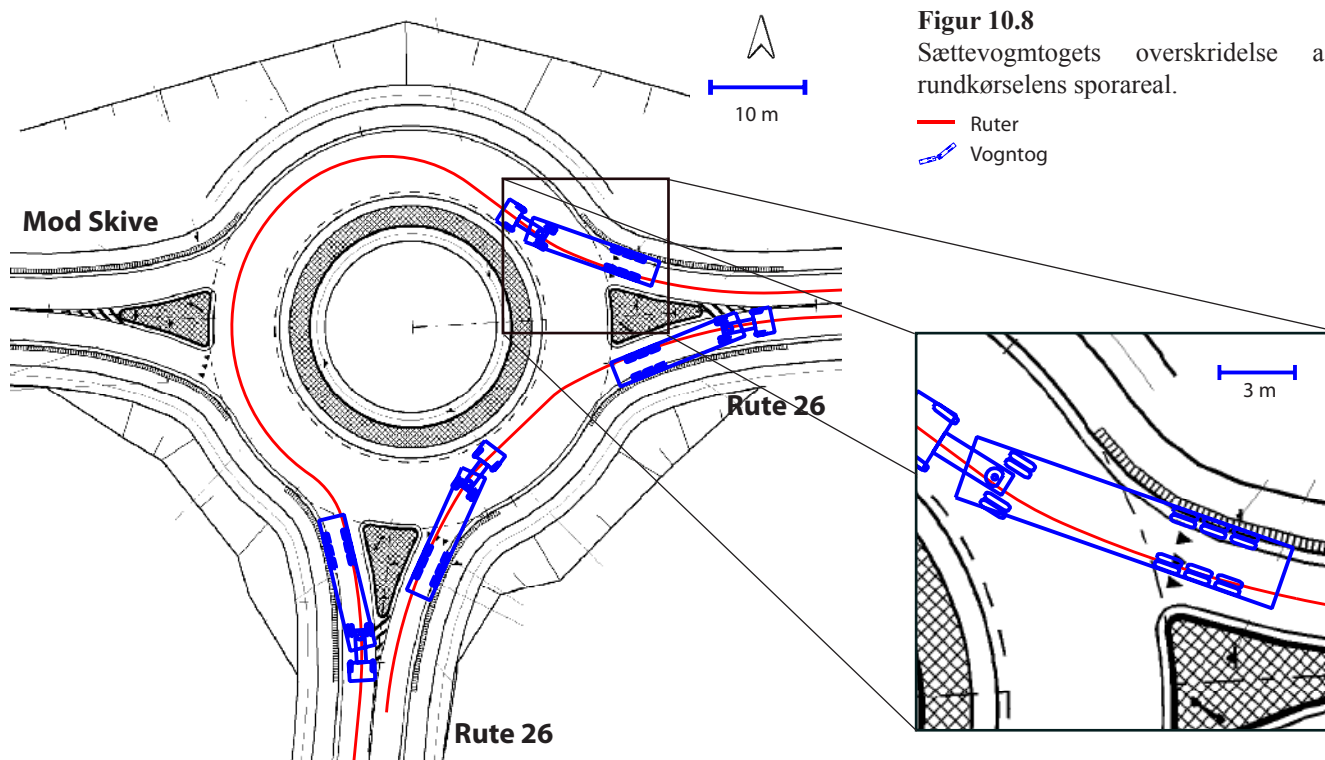
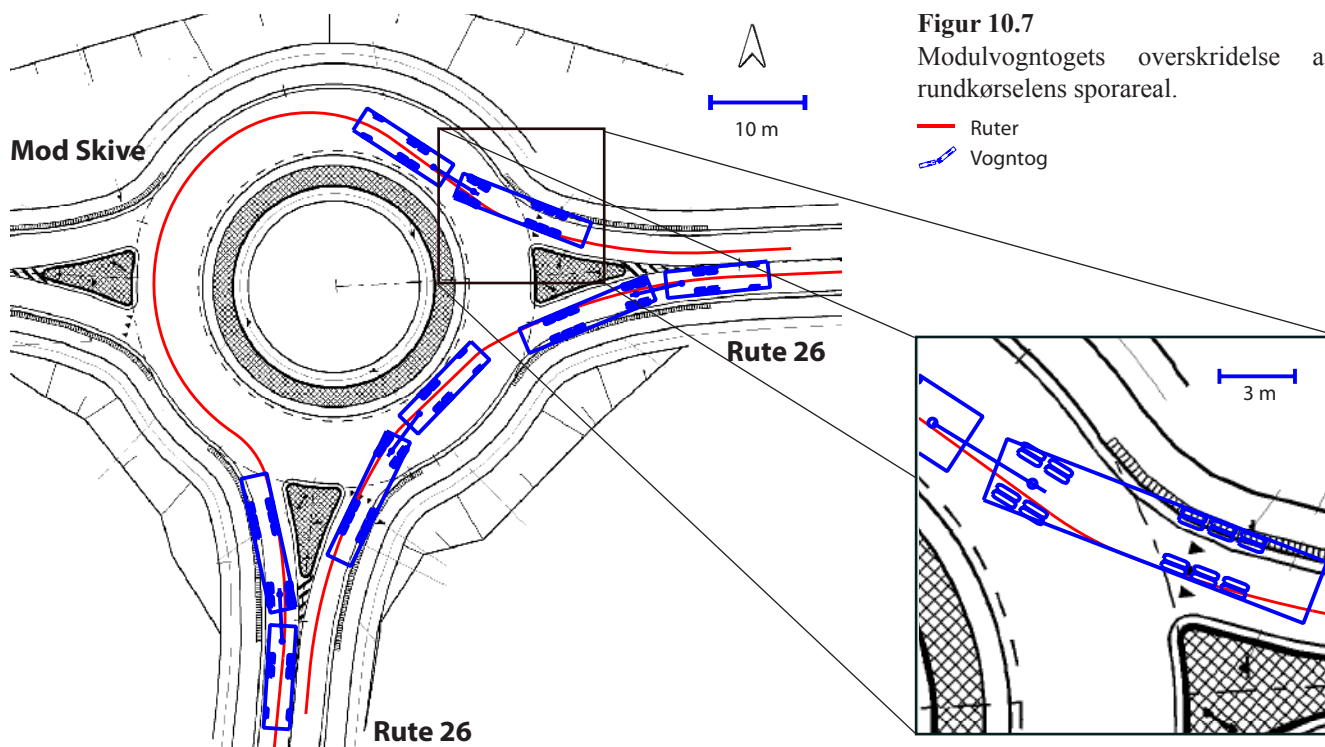


For begge vogntogstyper viser gennemkørslerne, at der i forbindelse med indgående og udgående svingningbevægelser opstår kørsel uden for køresporsarealet. Disse kritiske områder er for dette type-tilfælde anlagt som overkørselsarealer, hvilket begge køretøjstyper holder sig inden for.

Figur 10.7 og figur 10.8 angiver henholdsvis de steder, hvor modulvogntoget og sættevogntog overskrider rundkørselsens sporareal. Af de forstørrede billeder fremgår vogntogenes maksimale overskridelse.

Af gennemkørslerne, som er foretaget med sættevogntog, er den maksimale overskridelse af sporarealet fundet til ca. 0,60 meter, mens modulvogntoget overskridelse er ca. 0,9 meter eller ca. 0,30 meter mere. Afstandene er angivet fra rundkørselens kantlinie til køretøjets yderste hjulspor.

Generelt vil der ikke være nogle nævneværdige problemer for den et-sporet rundkørsel eftersom begge vogntogstyper holder sig inden for overkørselsarealerne



10.4 Hankeanlæg ved Hammel

Langs rute 26 er der ved byen Hammel etableret et hankeanlæg. Ved byen Hammel er der i henhold til Bilag 4 - Erhvervsområder registeret et større erhvervsområde, hvor hankeanlægget vil være et

aktuelt typetilfælde i forbindelse med indførelsen af modulvogntog. Hankeanlægget er i henhold til Bilag 3 - Strækingsanalyse etableret på strækning 407 ved kilometrerne 23/600-23/800.

Af det tekniske materiale, som er modtaget, fremgår der ikke afmærkning, hvorfor der via ortofoto Google Map er registeret anlæggets forskellige sporbredder, herunder svingspor og kørespor til ligeudkørsel. Langs rute 26 er de ligeudkørende spor registeret til 3,50 meter, mens svingsporene er målt til en bredde på 3,25 meter. Vejen som rute 26 er forbundet med er ligeledes registeret, hvor både de ligeudkørende spor samt det enkelte svingsporet er registeret til en bredde på 3,25 meter.

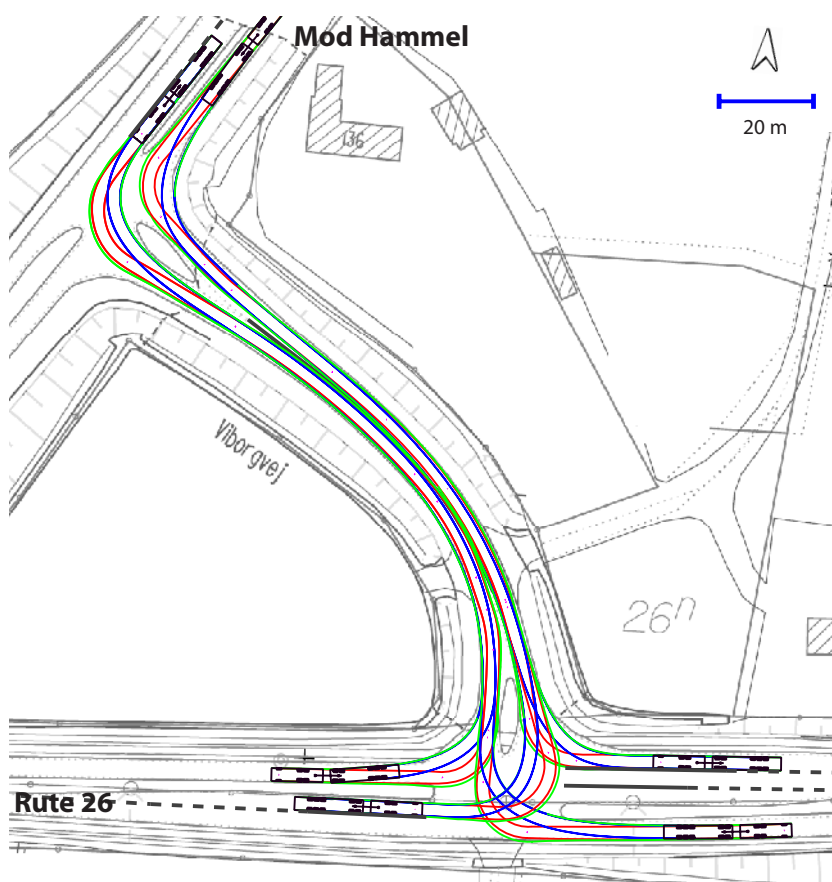
Tvangsruten der forbinder erhvervsområdet med rute 26 vil passere gennem hankeanlægget. Af figur 10.9 fremgår hankeanlægget, samt modulvogntogets arealbehov i tilknytning til de gennemkørte ruter.

Figur 10.9

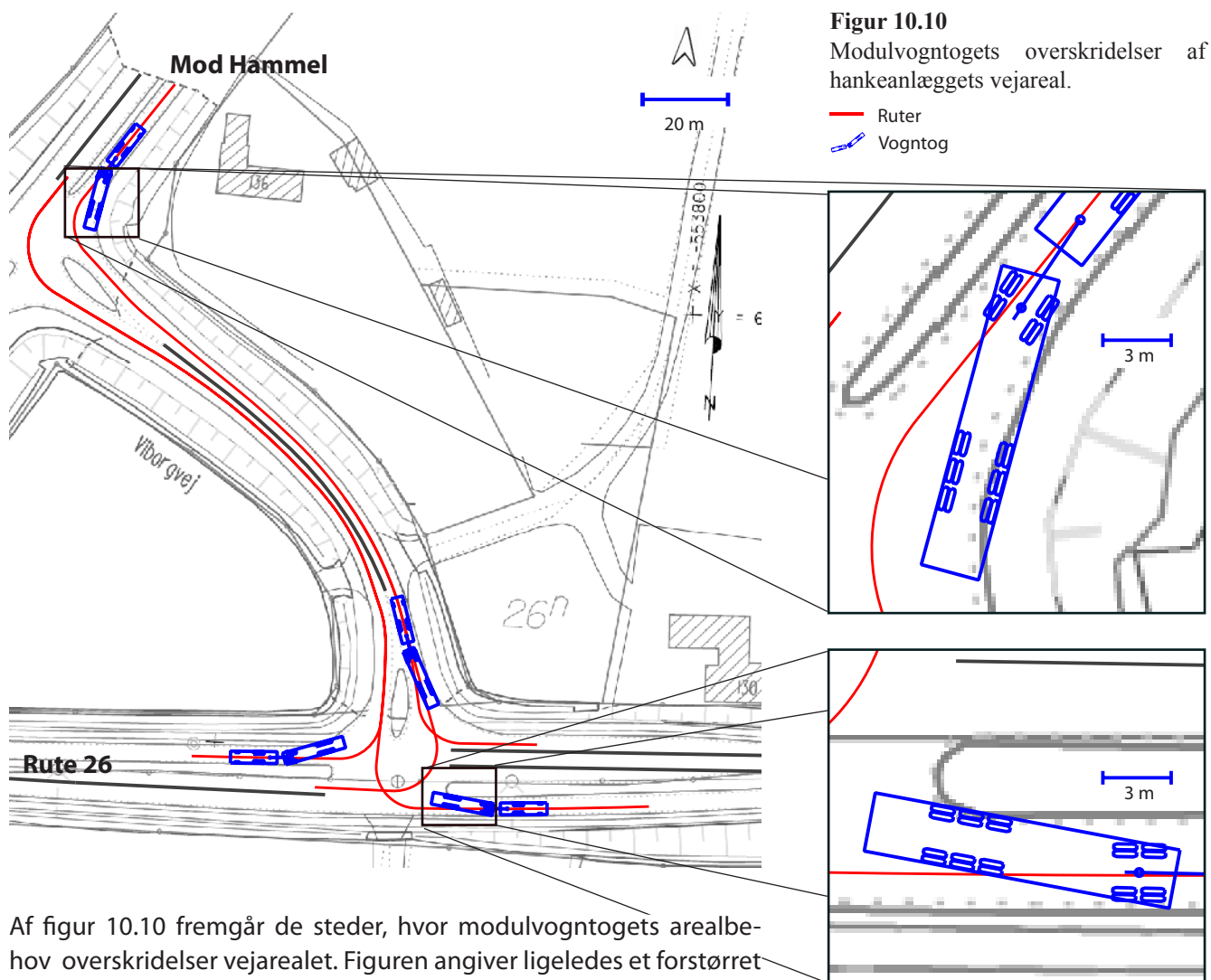
Modulvogntogets arealbehov i forbindelse med hankeanlægget ved Hammel.

- Forhjul
- Baghjul
- Karosseri

Af tegning 5 og tegning 6 fremgår en større illustration af gennemkørslerne for henholdsvis modulvogntoget og sættevogntoget.



I forbindelse gennemkørslerne foretaget med modulvogntoget er der registreret tre højresving samt et venstresving, hvor modulvogntoget kræver et udvidet areal i forhold til hankeanlæggets udformning. I forbindelse med højresvingene sker overskridelsen med vogntogets bagerste højre hjulspor, mens det for venstresvinget er vogntogets bagerste venstre hjulspor, der overkører et helleanlæg.



Af figur 10.10 fremgår de steder, hvor modulvogntogets arealbehov overskridelser vejarealet. Figuren angiver ligeledes et forstørret udsnit af højresvinget, hvor der er registreret den maksimale overskridelse, samt venstresvinget, hvor vogntoget overskrider helleanlægget.

Ved overskridelsen af vejarealet registreres afstanden fra kantlinjen til vogntogets yderste hjulspor. Den maksimale overskridelse, som er registreret i forbindelse med højre svingene er fundet til 1.20 meter. For venstre svinget er overskridelsen af helleanlægget registreret til 0.30 meter.

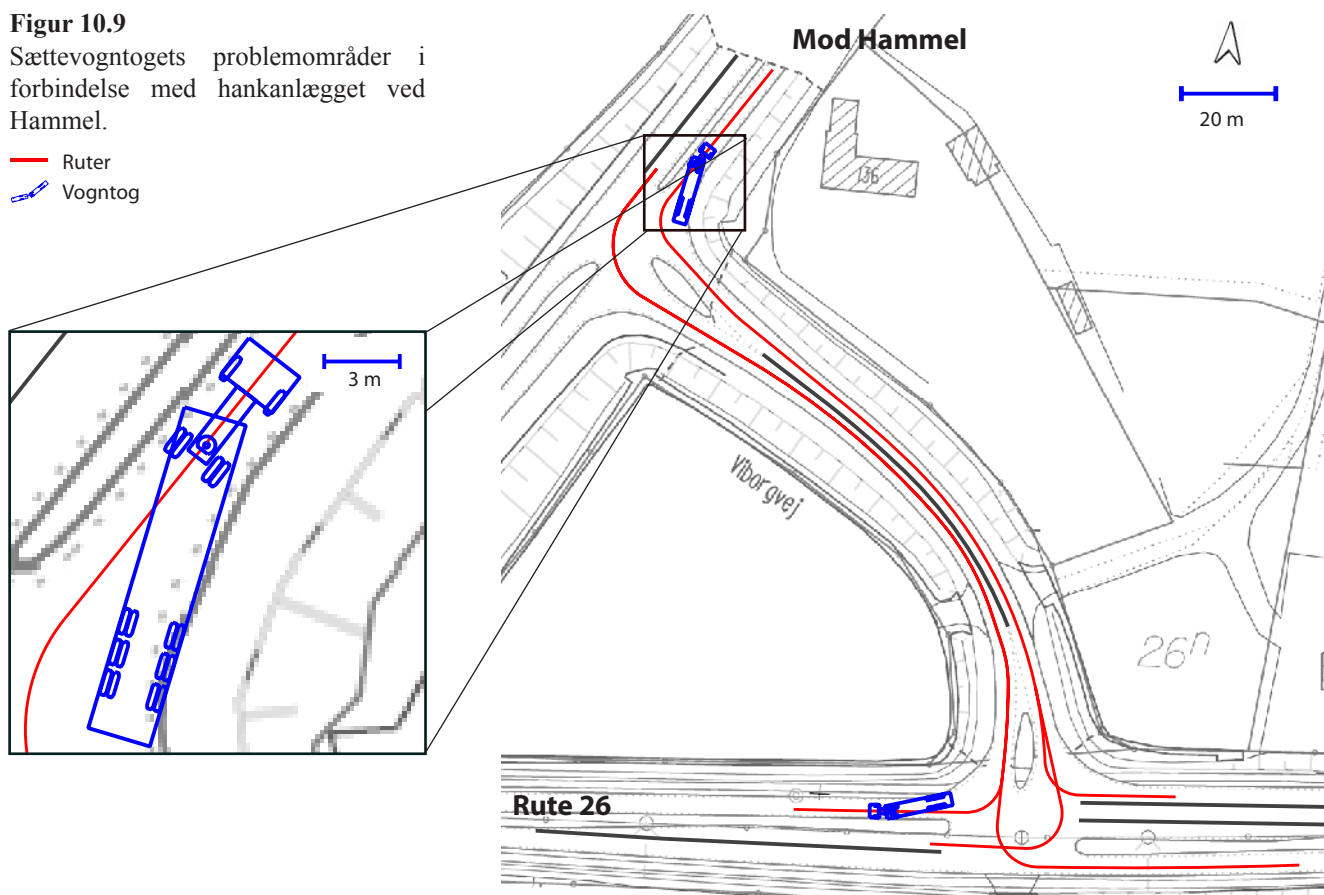
Ved gennemkørsel af ruterne med sættevognstoget er der registreret to højresvinges overskridelser. Disse fremgår af figur 10.11, hvoraf der ligeledes fremstår et forstørret billede af sættevognstogets maksimale overskridelse. Denne overskridelse er registreret til 0.9 meter.

I henhold til gennemkørslerne er overskridelserne af vejarealet hovedsagligt forbundet med højresving, hvor det vil være nødvendigt med et udvidet areal for, at modulvogntog har det fornødne vejareal. For typetilfældet er der også registreret en mindre overskridelse af et helleanlæg i forbindelse med et venstresving.

Figur 10.9

Sættevognstogets problemområder i forbindelse med hankanlægget ved Hammel.

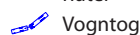
— Ruter
 Vogntog

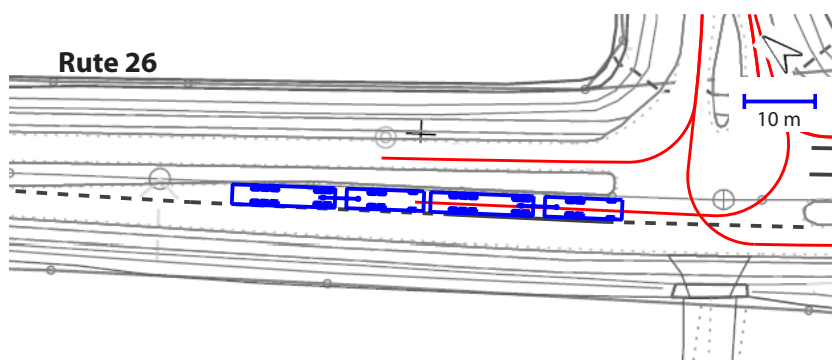


For venstresvingssporet langs rute 26 er der ligeledes kontrolleret om der kan holde to modulvogntog inden for afmærkningen. Dette skyldes, at en sådan situation kan opstå i forbindelse med indførelsen af modulvogntog, og at vogntogene på baggrund af deres længde vil kunne komme til at spærre for de ligeudkørende. Af figur 10.12 fremgår det, at der for det aktuelle svingspor er muligt for to modulvogntog at holde sig inden for afmærkningen.

Figur 10.12

Svingsporet ved Hammel.

— Ruter
 Vogntog



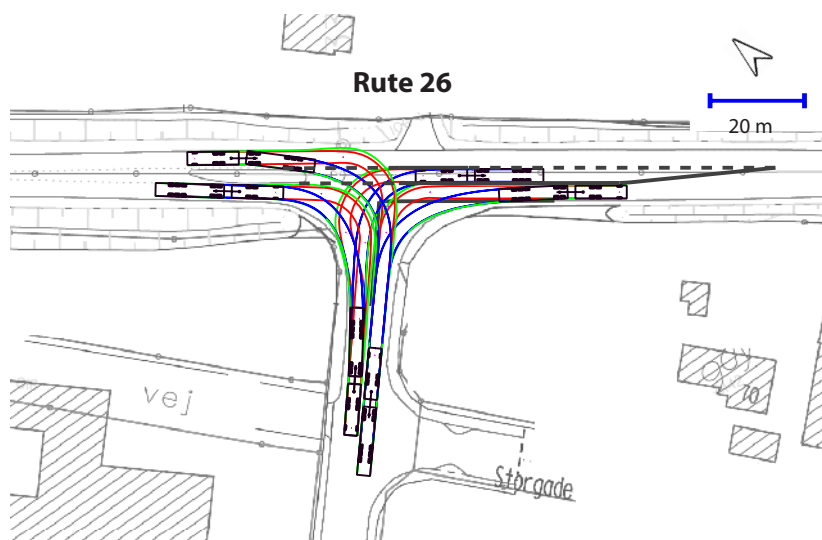
10.5 T-kryds ved Fårvang

Ved byen Fårvang er der i henhold til Bilag 4 - Erhvervsområder registreret et større erhvervsområde, som er placeret i tilknytning til rute 26. Erhvervsområdet er forbundet med rute 26 via et T-kryds, hvor der langs rute 26 er etableret et venstresvingspor, som skal

formidle den svingende trafik til erhvervsområdet. I henhold til Bilag 3 - Strækningsanalyse er T-krydset registeret på strækning 407 ved kilometrering 33/800.

Kortmaterialet for typetilfældet er af samme standard som for hankænlægget, hvorfor afmærkningen, er registeret via ortofoto fra Google Map, og efterfølgende indtegnet på kortmaterialet. Ligeudsporene på rute 26 er registeret til en bredde på 3,50 meter, mens T-krydsets venstresvingsspor er registeret til en bredde på 3,00 meter og en længde på ca. 50 meter. På den sekundære vej, som er forbundet med rute 26, er der optegnet et midterlinie, som deler strækningen i to kørespor

Af figur 10.13 fremgår T-krydset, samt modulvogntogets arealbehov i forbindelse med de gennemkørte ruter. Ved gennemkørslerne af modulvogntogets ruter er der registeret en kritisk gennemkørslen, som omhandler ruten fra det venstre svingsporet. Jr. figur 10.14 optræder problemet omkring vogntogets bagerste sættevogn, som passere gennem det indgående spor fra den sekundær vej, hvorfor der kan opstå en konflikt mellem modulvogntoget og et holdende køretøj. For at undgå dette konfliktpunkt, vil en udvidelse af det udgående kørespor på den sekundær vej være en løsning. I forbindelse med gennemkørslen af sættevognstoget er der ikke registeret nogen konflikt.



Figur 10.13

Modulvogntogets arealbehov i forbindelse med T-krydset ved Fårvang.

- Forhjul
- Baghjul
- Karosseri

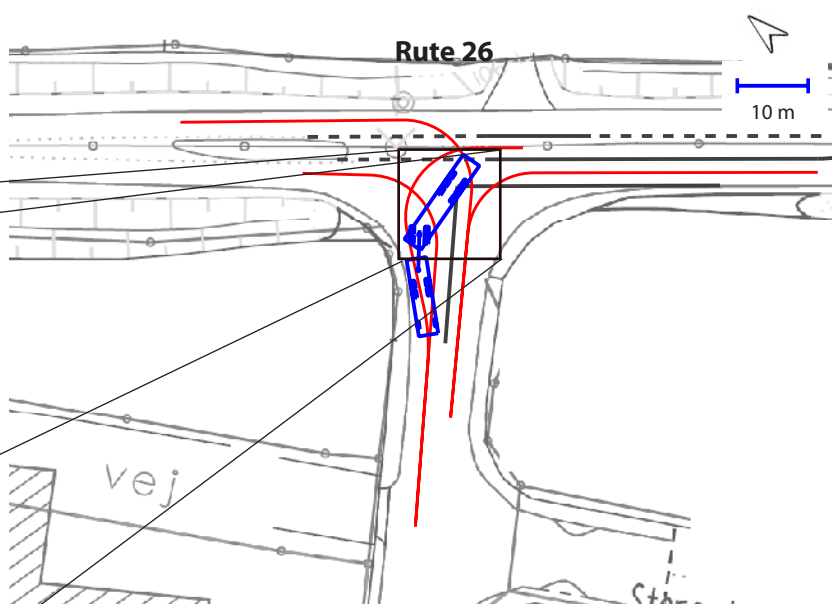
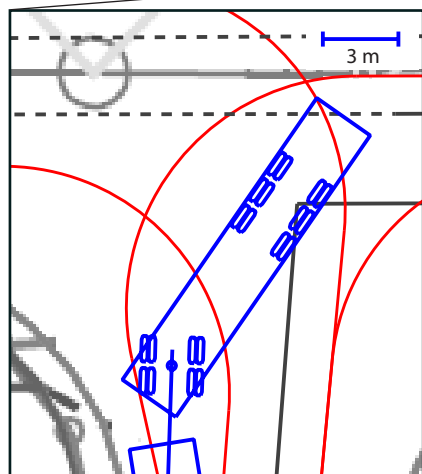
Af tegning 7 og tegning 8 fremgår en større illustration af gennemkørslerne for henholdsvis modulvogntoget og sættevognstoget.

For typetilfældet vælges det at kontrollere, hvorvidt der kan holde to modulvogntog i venstresvingssporet, da denne situation kan opstå i forbindelse med indførelsen af modulvogntog. Af figur 10.15 er der angivet to modulvogntog, som er placeret i venstresvingssporet, hvilket for dette krydsanlæg er muligt. I andre situationer kan typetilfældets venstresvingsspor være kortere, hvorfor dele af den bagerste modulvogntog kan blokere passagen for de ligeudkørende. I denne situation vil det være nødvendigt at øge længden af svingsporet, hvilket kan medføre omlægninger af krydset.

Figur 10.14

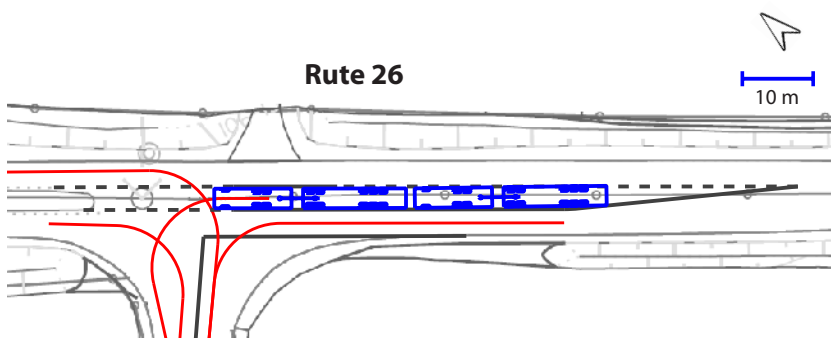
Konflikt punkt for modulvogntogets arealbehov i forbindelse med T-krydset ved Fårvang.

— Ruter
 Vogntog

**Figur 10.15**

Svingsporet ved T-krydset

— Ruter
 Vogntog



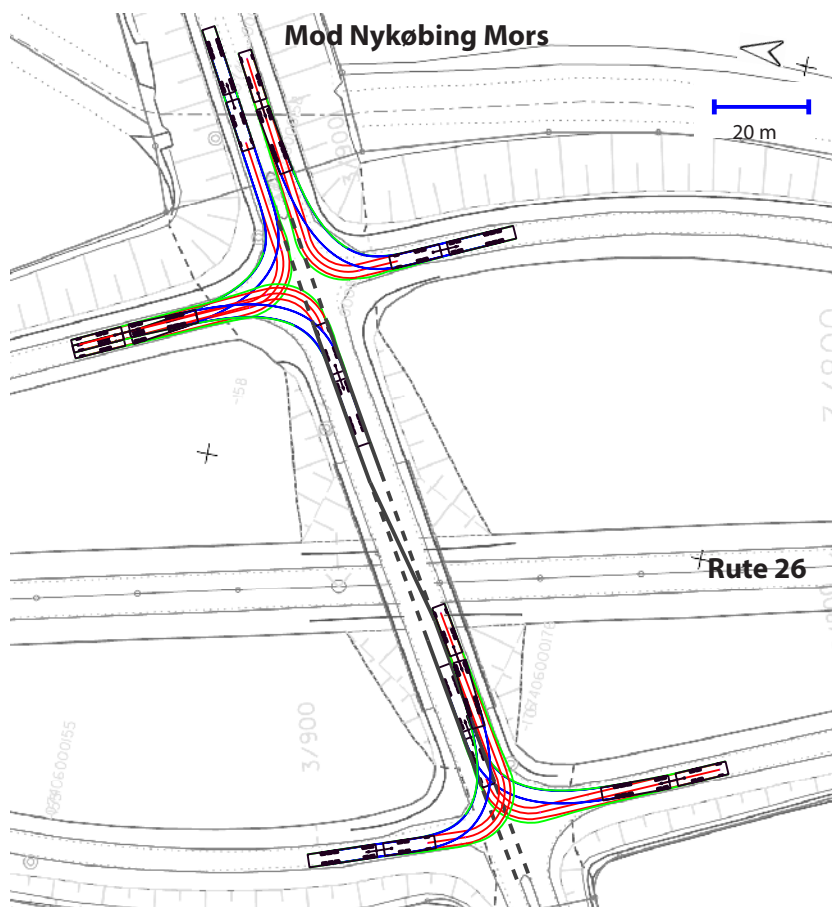
10.6 Ruderanlæg ved Nykøbing Mors

Ved Nykøbing Mors er der i henhold til Bilag 4 - Erhvervsområder registreret et større erhvervsområde. For at få adgang til området vil modulvogntogene skulle benytte en tvangsroute, som forløber gennem et ruderanlæg i tilknytning til rute 26. Ruderanlægget er i henhold til Bilag 3 - Strækingsanalyse registreret på strækning 445 ved kilometrer 3/700 - 4/100.

I forbindelse med ruderanlægget ses der på svingbevægelserne i tilknytning til den anførte tvangsroute.

Kortmaterialet for typetilfældet er af samme standard som for haneanlægget og T-krydset. Afmærkningen er indtegnet på kortmaterialet efter haneanlæggets og vejens bredde, hvilket har medført, at de ligeudkørende spor på den kommunale vej er registreret til 3,00 meter, mens svingsporene har bredden 2,75 meter. Den samlede længde for svingsporene er registreret til 75 meter, hvoraf kilestrækningen i henhold til vejreglerne er angivet med længden 30 meter. I forbindelse med højresvingene er der registreret overkørslesareal.

På figur 10.16 fremgår arealbehovet for modulvogntogets gennemkørsler. På baggrund af gennemkørslerne med modulvogntoget er der registreret tre tilfælde, hvor vogntogets arealbehov overskrider det eksisterende vejareal. Vogntogets placering ved overskridelserne fremgår af figur 10.17, hvor der ligeledes er vist et forstørret udsnit af modulvogntogets maksimale overskridelse. Den maksimale overskridelse, som er registreret i forbindelse med kørslerne af modulvogntoget, er fundet til 0,8 meter, mens sættevognstoget er registreret til 0,6 meter. For sættevognstoget er der kun registreret overskridelse af det eksisterende vejareal ved netop denne svingbevægelse.

**Figur 10.16**

Modulvogntogets arealbehov i forbindelse med ruderanlægget ved Nykøbing Mors.

- Forhjul
- Baghjul
- Karosseri

Af tegning 9 og tegning 10 fremgår en større illustration af gennemkørslerne for henholdsvis modulvogntoget og sættevogn-toget.

Af figur 10.17 er der ligeledes markeret et modulvognstog, som foretager et venstresving, for at vise køretøjets overskridelse af svingsporet. Hvis svingsporets afmærkning ikke skal overskrides vil det være nødvendigt at omlægge rudersanlægget.

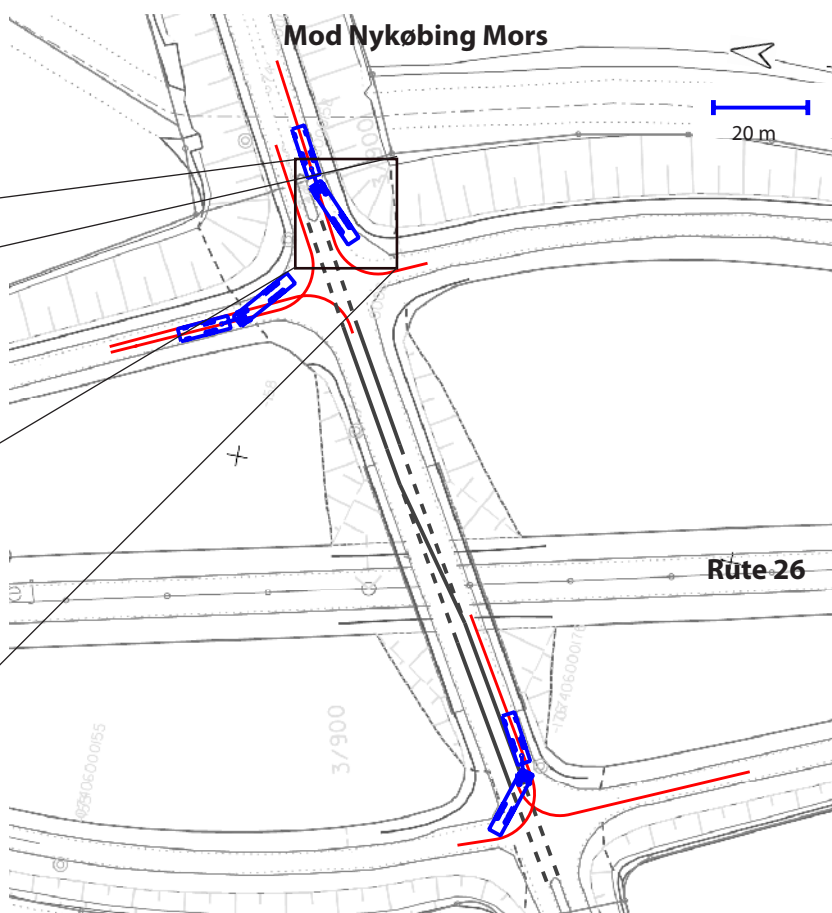
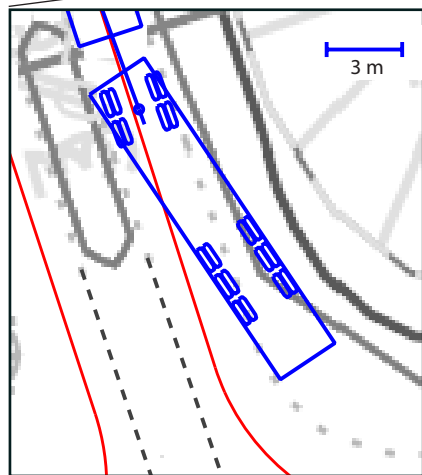
I forbindelse med venstresvinget må det forudsættes, at der er fri passage, da vogntoget har vigepligt, hvorfor overskridelsen af svingsporet ikke udgør et konfliktpunkt.

Som ved hankeanlægget og T-krydset ses der på situationen, hvor to modulvogntog er placeret i et af venstresvingsporene. Af figur 10.18 fremgår et af ruderanlæggets svingspor, hvori der er placeret

Figur 10.17

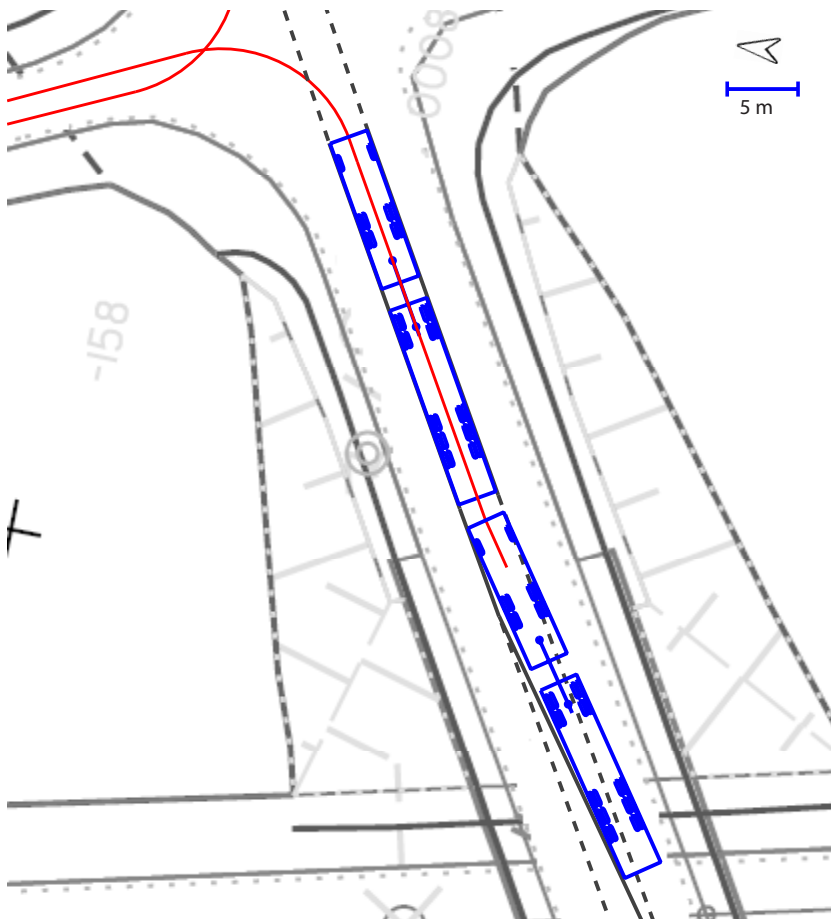
Konflikt punkt for modulvogntogets arealbehov i forbindelse med ruderanlægget ved Nykøbing Mors.

— Ruter
 Vogntog

**Figur 10.18**

Modulvogntogets arealbehov i forbindelse med ruderanlægget ved Nykøbing Mors.

— Ruter
 Vogntog



to modulvogntog. Som vist på figuren er det ikke muligt, at have to modulvogntog holdende inden for svingsporets afmærkning, da bagenden af det bagerste modulvogntog er placeret i køresporet for den ligeud kørende trafik.

For at imødekomme denne situation vil et større omlægningsarbejde af ruderaanlægget være nødvendig, hvilket i de fleste tilfælde må anses for usandsynligt af økonomiske grunde.

10.7 Vurdering

Ved gennemgangen af de enkelte typetilfælde er der for hver enkelte af tilfældene fundet behov for et mereareal, så modulvogntoget har fri bevægelighed ved passagen af de enkelte typetilfældet. Omfanget af disse merearealer varierer alt efter typetilfældet samt hvilket svingbevægelser, der foretages.

I forbindelse med den to-sporede rundkørsel er problemområderne registreret omkring modulvogntogets svingbevægelser i til og fra-kørslerne. Inde i selv rundkørslen medføre modulvogntogets arealbehov ikke problemer på grunde af rundkørslen dimensioner. Ved de ind- og udgående svingbevægelser kræver modulvogntoget et mereareal omkring disse områder, hvorfor der bør etableres overkørselsarealer evt. kombineret med en rillet betonkant. Det vurderes derfor at de geometriske problemstillinger vil være overskuelige, ved indførelsen af modulvogntoget, da det med ganske få midler vil være muligt få et vogntog igennem typetilfældet.

Problemområderne for den et-sporede rundkørsel er indentiske med den to-sporede rundkørsel. Typetilfældet er dog registreret med et overkørselsarealer i form af en rillet betonkant omkring de ind- og udgående svingsekvenser, hvilket modulvogntoget benytter sig af ved passagen af rundekørslen. Herudover har typetilfældet ligeledes et overkørselsareal i forbindelse med rundkørselens midterø, hvilket modulvogntoget ikke benytter sig af. Det vurderes derfor, at der for det aktuelle typetilfælde ikke er nødvendigt at etablere et overkørselsareal, men samtidig at der for lignende typetilfælde vil være nødvendigt at etablerer mindre overkørselsarealer, så modulvogntoget har det fornødne vejareal.

I henhold til hankæeanlægget overskrider modulvogntoget køresporarealet i forbindelse med højre- og venstresving. Ved højresvingene vil det være nødvendigt at etablere overkørselsarealer evt. kombineret med en rillet betonkant, som bagenden af modulvogntoget kan benytte ved svingmanøveren. I forbindelse med venstresving fra den sekundære retning vil det være muligt at tillægge et større sideareal modsat den primære ligeudkørende retning, som vogntoget kan benytte for at komme rundt om det eksisterende helleanlæg. En omlægning af helleanlægget vil ligeledes kunne muliggøre modulvogntoget passage. For typetilfældets venstresvingspor er det muligt, på

Figur 10.19

Eksempel på et overkørselsareal i forbindelse med en frafart i en rundkørsel, hvor der er etableret en rillet betonkant. (Overkørselsareal 2007)



grund at svingsporets længde, at have to modulvogntog holdende uden at den ligeudkørende trafikstrøm generes. Som ved rundkørslerne vurderes det, at de geometriske problemstillinger for typetilfældet er overkommerlige, da det med få midler, såsom overkørselsarealer, vil være muligt for et modulvogntog et passere igennem.

For T-krydsets venstresvingsspor er det ligeledes muligt at have to modulvogntog holdende ud, at den ligeudkørende trafikstøm generes. Ved modulvogntogets rutegennemkørslerne er der registeret et konflikt punkt mellem primærretningens venstresvingende, og det modsatte kørspor fra den sekundære retning, idet modulvogntoget slæber bagenden herigennem. For at imødekomme denne situation vil det være nødvendigt at etablere et overkørselsareal i forbindelse med det udgående spor på den sekundære vej, hvor modulvogntoget kan benytte dette areal uden at komme i konflikt med et holdende køretøj. De anførte problemområder vil her igen kunne løses ved etablering af overkørselsarealer for at tilgodese modulvogntogenes arealbehov.

I henhold til ruderanlægget er der registeret et behov for et mereareal, i forbindelse med modulvogntoget højresvingning i tilknyttet til til- og frakørselsramperne. Som ved de andre typetilfælde bør der i den forbindelse etableres et større overkørselsareal, evt. kombineret med en rillet betonkant. Ved ruderanlægget er der ligeledes registeret et problem i forbindelse med anlæggets venstresvingsspor, som ikke har den fornødne længde til, at to modulvogntog vil kunne holde sig inden for afmærkningen. Ønskes to modulvogntog som værende dimensionsgivende for længden af svingsporet, vil det kræve større omlægning af ruderanlægget. Denne omlægning vil medføre væsentlige økonomiske omkostninger, hvorfor en større omlægning må vurderes usandsynligt. Typetilfældets andre geometriske problemstillinger må dog vurderes at være overskuelige.

11 Konklusion

På baggrund af analyse af hovedlandevej 26 mellem Århus og Hanstholm er der i alt blevet udvalgt 5 forskellige typetilfælde i henhold til kryds, hvor modulvogntogets øgede arealbehov vil tænkes at være i konflikt med den geometriske udformning af krydsanlæggene. Ved hjælp af programmet AutoTURN er de geometriske konfliktpunkter blevet klarlagt ved at gennemkøre de enkelte typetilfælde med det dimensionsgivende køretøj for henholdsvis modulvogntog og sættevogne.

Med udgangspunkt i resultaterne af disse gennemkørsler kan det konkluderes, at modulvogntogene har et større arealbehov end et almindeligt sættevogntog, hvilket skaber et behov for at arealudvide de enkelte typetilfælde. I forbindelse med rundkørsler kommer modulvogntogenes øgede arealbehov til udtryk i forbindelse med svingbevægelserne i til- og frafarterne. Her vil de bagerste højre hjul på modulvogntogets sættevogn i de værste tilfælde overskride kantafmærkningen med op til 1,5 meter. For de resterende typetilfælde opstår problemerne generelt omkring højresvingning, samt i forbindelse med venstresvingning, hvor modulvogntoget skal omgå et helleanlæg eller en spærrelinie på en sekundær vej. I forbindelse med venstresving er der i ruderaanlægget samtidig registreret problemer med længden af venstresvingssporene på brodækket, i tilfælde af, at der holder mere end ét svingende modulvogntog.

På baggrund af de registrerede problemområder i de udvalgte typetilfælde kan det generelt konkluderes at de geometriske problemer vedrørende implementering af modulvogntog på statsvejnettet er overkommelige. Størstedelen af konfliktområderne vil kunne løses ved at etablere overkørselsarealer eller udvide eksisterende kombineret med en kraftig rillet betonkant. Etableringen af overkørselsarealer vil i de fleste tilfælde være den billigste løsning samtidig med at denne løsning vil være at foretrække med hensyn til trafiksikkerhed. Ved etablering af overkørselsarealer, bevares den hastighedsnedsættende effekt i henhold til bilisterne, samtidig med at overkørselsarealet muliggør modulvogntogenes svingning. Eftersom det er modulvogntogets bagvogn, som udgør problemet i forbindelse med svingbevægelserne, vil passagen af overkørselsarealet derfor ikke genere føreren af modulvogntoget.

Gennemkørsler som er foretaget i de udvalgte typetilfælde med et almindeligt sættevogntog har yderligere vist, at også disse køretøjer, som er dimensionsgivende, har problemer med at holde sig inden for sporarealet. Det er da forståeligt, at modulvogntogenes arealbehov flere steder er i konflikt med den geometriske udformning af typetil-

fældene, der optræder på statsvejnettet, eftersom selv det dimensionsgivende køretøjer enkelte steder overskrider kørselsarealet.

Med udgangspunkt i udviklingstendenserne inden for godstransporten samt analysen af udviklingsområder og erhvervsvirksomhederne placering kan det konkluderes, at lokalisering og tilgængelighed til bæredygtig infrastruktur har stor betydning for virksomhederne konkurrenceevne. De fleste erhvervsområder er i dag placeret i bynære områder, hvor kommuneveje forbinder statsvejnettet med erhvervsområderne. Forudsætningerne, for at modulvogntogsteknologien for alvor kan blive rentabelt for erhvervslivet, vil afhænge af, at erhvervsområderne gøres tilgængelige for vogntogene. Jo mindre udfoldelsesmuligheder modulvogntogene har, jo mere vil godset skulle omlades, hvilket vil medføre flere omkostninger for virksomhederne og transportudbyderne og dyrere varer for forbrugeren.

På baggrund af udviklingstendenserne inden for den nationale godstransport med bane må det konkluderes, at indførelsen modulvogntog på det danske vejnet, formentligt vil betyde det endelige dødsstød til den nationale godstransport med bane. I forvejen har godstransporten med tog svært ved at konkurrere med vejtransporten i henhold til fleksibilitet og transporttid, samtidig med at de relative korte transportafstande inden for Danmark ikke favoritiserer godstransporten med bane.

Til sidste kan det konkluderes at modulvogntogsteknologien formentligt først vil slå endeligt igennem så frem teknologien implementeres i hele Europa.

12 Perspektivering

At lastvognen i dag er et af de mest fortrukne transportformer i forbindelse med godstransport inden for Europa, skal ses i lyset af transportformens evne til at tilpasse sig de enkelte markeders behov. Lastvognen har på trods af sine relative begrænsede lastekapacitet, set i forhold til bl.a. bane- og skibstransport, vist sig at være særdeles konkurrencedygtigt. Dette skyldes i særlig grad, at lastvognen om nogen anden tilbyder et højt serviceniveau i form af højfrekvent, fleksibel og tidsbesparende transport. Lastvognene bruges idag til at transportere gods over korte såvel som længere afstande, hvor transportformens fleksibilitet muliggøre at godset kan transporteres fra virksomheden direkte til kunden uden at skulle omlades. Især denne egenskab har gjort vejtransporten overlegen i forhold til bl.a. banetransporten, og været med til etablere lastvognen som et bæredygtigt transportmiddel i forbindelse med fremtidens godstransport.

Netop tilgængelighed vil også være et centralt element i forbindelse med at fremtidssikre udbredelsen af modulvogntogsteknologien i Danmark og resten af Europa. At teknologien har vundet indpas i lande som Sverige skyldes ikke blot de væsentlige større transportafstande, set med danske øjne, men nærmere, at modulvogntogene er sikret en høj tilgængelighed ved at tillade køretøjerne på 93 pct. af det svenske vejnet. For at modulvogntogene, med samme succes som i Sverige, vil kunne indgå i det danske erhvervslivs transportstrategi vil det derfor være essentielt, at vogntogene opnår adgang til en bred vifte af de danske erhvervsvirksomheder og udviklingsområder. Samtidig vil en udbredelse af modulvogntogsteknologien til resten af Europa være påkrævet med henblik på at fjerne standartiseringsbarrierer på tværs af landegrænserne.

Konsekvenserne ved at implementere modulvogntog i Danmark og udbrede vogntogene til større dele af vejnettet vil give udslag i en række trafikikkerhedsmæssige- og geometriske problemstillinger i forbindelse med kryds og færdsel i byområder. Frygten for en tiltagelse i antallet af ulykker som resultat af modulvogntogenes større dimensioner og vægt vil kunne virke hæmmende på udbredelsen af modulvogntog på det danske vejnet. I denne sammenhæng er det vigtigt, at erkende, at på trods af en stor udbredelse af modulvogntog er det alligevel lykkedes Sverige at minimere antallet af dræbte i trafikken set i forhold til Danmark.

Med udsigt til en tiltagende fokus på rationalisering af godstransporterne inden for forsyningskæden, vil indførelsen af modulvogntog på vejnettet formentlig ikke betyde at efterspørgslen i fremtiden

på større køretøjer vil aftage. Med henblik på at fremtidsikre modulvognogsteknologien vil det med fordel kunne overvejes at tillade en sammensætning af modulvognstogene, hvor trækkeren evt. kombineres med to sættevogne. Dette vil øge modulvognstogenes lastkapacitet yderligere samtidig med at kombinationen med to sættevogn vil have en række logistiske fordele. De logistiske fordele vil bla. kunne komme til udtryk gennem et større sammenspil mellem de enkelte transportører, hvor én transportør vil kunne medtage en holdende sættevogn for en anden.

13 Referenceliste

BØGER OG PUBLIKATIONER

(Carl Bro 2006)

Carl Bro 2006, Vurdering af omkostninger til øget arealkrav ved pilot-projekt for modulvogntog, Udgivet september 2006.

(Danmarks Statistik 2006)

Danmarks Statistik 2006, Statistisk Årbog: Transport, 2006:17, Udgivet den 18. maj 2006.

(Danmarks Statistik 2006a)

Danmarks Statistik 2006, Statistiske efterretninger: Transport - Godstransport med danske lastbiler 2005, 2006:17, Udgivet den 18. maj 2006.

(Danmarks Statistik 2006b)

Danmarks Statistik 2006, Statistiske efterretninger: Transport - Skibsfarten på danske havne 2005, 2006:15, Udgivet den 10. maj 2006.

(Danmarks Statistik 2006c)

Danmarks Statistik 2006, Statistiske efterretninger: Transport - Jernbanenet og transport med tog 2005, 2006:36, Udgivet den 6. oktober 2006.

(European Commission 2006)

European Commission 2006, Directorate-General for Energy and Transport, Statistical pocket book 2006: Transport, Udgivet december 2006.

(Flyvbjerg 1991)

Flyvbjerg, B 1991, Rationalitet og magt: Det konkrete videnskabelige, Bind 1, Akademisk forlag, Danmark

(Müller et al. 1986)

Müller, J, Christensen, P & Remmen Arne 1986, Samfundets teknologi: Teknologiens samfund, 2. udgave, Forlaget Systime A/S, Danmark.

INTERNET**(Danmarks Statistik 2006d)**

Danmarks Statistik 2006, Statistikbanken: Bygningsbestandens areal efter område, anvendelse, areal og opførelsesår (5 års intervaller), Sidst set den april 2007, fra www.statistikbanken.dk.

(Finansministeriet 2006)

Finansministeriet 2006, Aftaler om Finansloven for 2007, Sidst set den 13. juni 2007, fra http://www.fm.dk/db/filarkiv/16032/Aftaler_om_finansloven_2007.pdf.

(Færdselsstyrelsen 2006)

Færdselsstyrelsen 2006, Meddelelse om køretøjers indretning og udstyr mv.: Modulvogntog, forsøg i Kastrup og i visse færgehavne, Sidst set den 13. juni 2007, fra <http://www.trm.dk/graphics/Synkron-Library/Faerdselsstyrelsen/Dok/Love/Meddelelser/1884.pdf>.

(Færdselsstyrelsen 2006a)

Færdselsstyrelsen 2006, Faktuelt notat om modulvogntog og om foreslåede krav til modulvogntog, Sidst set den 13. juni 2007, fra <http://www.folketinget.dk/samling/20061/Lovforslag/L35/spm/5/svar/endeligt/20061120/323180.pdf>.

(Færdselsstyrelsen 2007)

Færdselsstyrelsen 2007, Bekendtgørelse om detailforskrifter for køretøjers indretning og udstyr, Sidst set den 13. juni 2007, fra <http://www.fstyr.dk/graphics/Synkron-Library/Faerdselsstyrelsen/Dok/Ko-eretoer/Detaillforskrifter/DFK2007.pdf>.

(Hanstholm Havn 2006)

Hanstholm Havn 2006, Pressemeldelse: Uden modulvogntog mister Hanstholm Havn omsætning og i værste fald færgeruter, Sidst set den 13. juni 2007, fra http://www.hanstholmhavn.dk/dk/hanstholm_havn/nyt_fra_havnen/pressemeldelse_uden_modulvogntog_mister_hanstholm_havn_omsaetning_og_i_vaerste_fald_faergeruter.htm.

(Harder Hovgesen et al. 2005)

Harder Hovgesen, H 2005, Byen, vejen og landskabet: Motorvejen til fremtiden, Sidst set den 13. juni 2007, fra <http://www.bvl.aau.dk/>.

(Helleung-Larsen et al. 2006)

Helleung-Larsen, M, Sørensen, J & Harne, N 2006, Modulvogntog (MVT): Trafikdage i Aalborg, Sidst set den 13. juni 2007, fra <http://www.trg.dk/td/papers/papers06/powerpoint2006/workshops/Modulvogntog.pdf>.

(Region Midt 2007)

Region Midt 2007, Modulvogntog, Sidst set den 13. juni 2007, fra www.rm.dk/om+regionen/aktuelt/region+midt+press/via6437.html

(Transport- og Energiministeriet 2003)

Transport- og Energiministeriet 2003, Godstransport, Sidst set den 13. juni 2007, fra <http://www.trm.dk/graphics/Synkron-Library/trafikministeriet/Publikationer/pdf/transportrapport.pdf>.

(Trafikministeriet 2004)

Trafikministeriet 2004, Modulvogntog: Intern udredning, Sidst set den 13. juni 2007, fra http://www.trm.dk/graphics/Synkron-Library/trafikministeriet/Publikationer/pdf/Modulvogntog_100304.pdf.

(Umwelt Bundes Amt 2007)

Umwelt Bundes Amt 2007, Länger und schwerer auf Deutschlands Straßen: Tragen Riesen-Lkw zu einer nachhaltigen Mobilität bei?, Sidst set den 13. juni 2007, fra <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/riesenlkw.pdf>.

(Vejdirektoratet 2001)

Vejdirektoratet 2001, Udviklingstendenser indenfor logistik og godstransport: Udfordringer for vejsektoren, Sidst set den 13. juni 2007, fra <http://www.vejdirektoratet.dk/pdf/rapport3-2001.pdf>.

(Vejdirektoratet 2006)

Vejdirektoratet 2006, Statsvejnettet: oversigt over tilstand og udvikling, Sidst set den 13. juni 2007, fra <http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=90101>.

BILLEDER**(Bremsehelle 2003)**

Billede af bremsehelle, Sidst set den 13. juni 2007, fra http://webapp.vd.dk/vejregler/pdf/VR01_V_Idekatalog_hastighed_050301_JGJ.pdf.

(Containertransport med modulvogn tog 2007)

Billede af containertransport med modulvogn tog, Sidst set den 13. juni 2007, fra <http://www.alex-andersen.com/nyheder/HJ.Hansen.thm>.

(Google Earth 2007)

Oversigtskort over udvalgte lokaliteter, Sidst set den 13. juni 2007, ved brug af programmet Google Earth, www.googleearth.com

(Lastbil 2007)

Billede af lastbil, Sidst set den 13. juni 2007, fra http://www.transport-siden.dk/galleri/albums/userpics/IMG_0751~0.jpg.

(Modulvogntog 2007)

Et billede af et eksempel på et modulvogntog, Sidst set den 13. juni 2007, fra http://www.eurodrivers.dk/showphoto.php?photo_id=144.

(Overkørselsareal 2007)

Et eksempel på et overkørselsareal i tilknytning et et svingspor, Sidst set den 13. juni 2007, fra <http://asp.vejt看id.dk/Artikler/2003/02%5C3575.pdf>.

(Road Train 2007)

Billede af et australsk Road Train, Sidst set den 13. juni 2007, fra http://images.google.co.uk/imgres?imgurl=http://www.volker-steinlein.de/australia_pics/road_train.jpg.

(Supply Chain 2007)

Illustration af forsyningskæden, Sidst set den 13. juni 2007, fra http://www.theprogressgroup.com/publications/wp2_logs.html.

Appendix

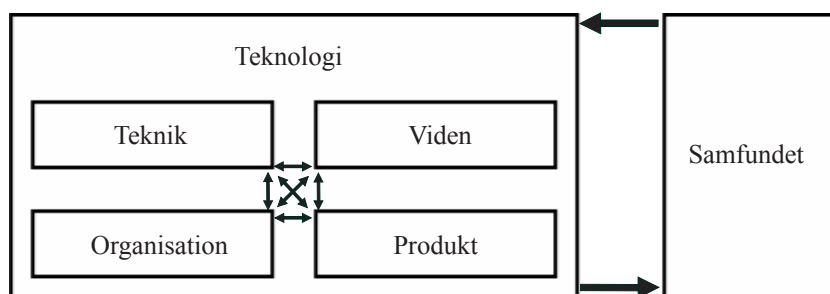
A1 Metode

Ved indførelse af modulvogntog på det danske vejnet vil den danske transportsektor tilføjes en nye teknologi som med sin øgede lasteevne og kapacitet, vil kunne bidrage til ændringer i, hvordan gods i dag fragtes og håndteres. Udover en øget produktivitet inden for transporterhvervet, vil indførelsen af modulvogntog på vejnettet samtidig påvirke samfundet i al almindelighed. Implementeringen af denne teknologi vil have konsekvenser for bl.a. trafiksikkerheden, miljøet og trængslen på vejene, der vil skabe et behov for ændringer i bl.a. lovgivningen, den geometriske udformning af veje og sidearealer og arealplanlægning.

I forsøg på at afdække konsekvenserne ved indførelse af modulvogntog på det danske vejnet, samt relationerne mellem denne "nye" teknologi og samfundet indføres der i dette projekt en model til at anskueliggøre reaktionen mellem teknologi og samfund.

A1.1 Modellen

Modellen kan i alt sin enkelthed opdeles i et system bestående af to kasser, som repræsenterer henholdsvis teknologien og samfundet, jf. figur A1.1.



Figur A1.1
Modellens opbygning.

Teknologien og samfundets samhörighed udtrykkes i modellen ved de to pile mellem samfundet og teknologien. En ændring i teknologien vil have konsekvenser for samfundet samtidig med at ændringer i samfundet vil påvirke den teknologiske udvikling.

Samfundets påvirkning af teknologien kommer til udtryk ved en række behov som influeres af økonomiske, kulturelle, politiske og sociologiske forhold i samfundet. I tilknytning til indførelsen af modulvogntog på det danske vejnet, kommer samfundets behov her til udtryk i form af et voksende behov for hurtigere og mere effektive vareleverancer og forsendelser.

Teknologien ses som reaktionen på de behov som forekommer i samfundet. Selv teknologibegrebet defineres som et middel som

mennesket anvender for at genskabe og udvide sine livsbetingelser. Teknologien er altså et middel til at efterkomme samfundets behov.

Samfundets behov for hurtige og effektive vareleverancer og forsendelser efterkommes gennem en teknologisk udviklingen indenfor bl.a. transportformer, transportstruktur og infrastruktur mm.

Med udgangspunkt i samfundets behov kan teknologien opdeles i fire bestanddele: teknik, viden, organisation og produkt, jf. figur A1.1. Samhørigheden mellem de fire bestanddele symboliseres i modellen ved en række pile, som forbinder de enkelte kasser. En ændring i én af bestanddelene vil influere på de resterende bestanddele, som overordnet vil påvirke udviklingen inden for teknologien.

De fire bestanddele vil i det følgende blive gennemgået enkeltvis, og præsenteret i henhold til modellens anvendelse i forbindelse med teknologiindførelsen af modultog.

A1.2 Teknik

Teknikken betegnes ofte som "hardware", eftersom denne bestanddel betragtes som de fysiske hjælpemidler, som indgår i teknologien. Teknikken kan opdeles i tre elementer, som er henholdsvis:

- Arbejdsmidler - Værktøjer og maskiner.
- Arbejdsgenstande - Råvarer og andre materialer.
- Arbejdskraft - Menneskelige arbejdskraft.

I forbindelse med godstransport består teknikken af de arbejdsredskaber som er tilknyttet erhvervet, transportformerne hvori godset bliver transporteret, samt det administrative udstyr, som er forudsætningen for at kunne planlægge og styre leverancer og forsendelser. Yderligere består teknikken af menneskelig arbejdskraft inden for de enkelte erhverv, såsom chauffører, speditører, transportkøbere osv.

A1.3 Viden

Hvor teknikken betegnes som "hardware" er viden i moderne sprog også omtalt som "software/brainware". Dette skyldes, at denne bestanddel omhandler menneskets kunnen, indsigt og intuition. Som nævnt kan viden opdeles i tre elementer:

- Kunnen/know-how - Erfaringer.
- Indsigt/Know-why - Baseres ofte på videnskabelig forskning.
- Intuition - Kreativitet.

Inden for de forskellige erhverv i transportbranchen bliver viden og erfaringer løbende benyttet af de enkelte aktører til at videreudvikle og effektivisere håndteringen og fragt af gods.

Inden for transportsektoren kommer der hele tiden ny viden fra forskning og produktudvikling. Denne nye viden har betydning for distributionsmetoderne i fremtiden, samt måden hvorpå fragten af gods tilrettelægges og håndteres. Samtidig har den nye viden indflydelse på de krav, der stilles til viden og kompetence hos de ansatte inde for transportsektoren.

A1.4 Organisation

Organisationen kan forstås som en sammenføring af bestanddelene teknik og viden. Inden for denne bestanddel fokuseres der på hvordan fragten og håndteringen af godset tilrettelægges, samt ledelse og koordination gennem kommunikation i arbejdsprocesserne i forbindelse med godstransporten. Inden for transportsektoren opleves der løbende forandringer i transportproduktionen såvel som transportstrukturen og dermed også måden hvorpå godset fragtes og håndteres.

Under organisation inden for bl.a. godstransort hører også forskellige ledelses- og styringsteknologier, som skal gøre organisationen og herigennem fragten af gods mere rentabel og effektiv. I forbindelse med godstransport benyttes flere forskellige former for styring, som f.eks. udbud, selskabsdannelser, lagerstyring og supply chain management, der alle er eksempler på styringsteknologier.

A1.5 Produkt

Den fjerde og sidste dimension er produktet. Produktet er det umiddelbare resultat, der opnås, når bestanddelene teknik, viden og organisation kombineres. Produktet vil således kunne opfattes som resultatet af teknologien, det som et middel tilfredsstiller samfundets behov, som inden for godstransportområdet må forstås som transportydelse.

A2 E-mail korrespondance

I forbindelse med projektet har der været løbende samtaler, via telefon og e-mail, med personer fra Vejdirektoratet. Samtalerne har hovedsagligt været med Henrik Ludvigsen, som har bidraget med væsentlige informationer vedr. modulvogntog, hvorfor disse præsenteres som dokumentation for nogle af projektets antagelser.

Mail:

Vi bruger faktisk betegnelsen MVT1A/MVT2 som dimensionsgivende køretøj. Deres kørekurver er næsten identiske. Det væsentlige er, at vi ikke skal dimensionere efter MVT3. Den kræver meget mere plads.

Venlig hilsen
Henrik S. Ludvigsen
Specialkonsulent

Vejdirektoratet
Niels Juels Gade 13
Postboks 9018
1022 København K
Telefon 3341 3333
Direkte 3341 3469
Telefax 3315 6335
Vejdirektoratet.dk

Fra: Jacob Rasmussen [mailto:jras04@plan.aau.dk]
Sendt: 25. maj 2007 12:21
Til: Henrik Ludvigsen
Emne: Re: Dimensioner på modulvogntog
Hej Henrik

Hvad er begrundelsen for, at MVT1a skal være dimensionsgivende? Har modtaget en rapport fra VD, der er udarbejdet af Carl Bro, hvoraf det fremgår, at MVT type 2 - lastbil-sættevogn-kære skulle have det største arealbehov, hvorfor benyttes denne type så ikke?

Hilsen
Jacob Rasmussen

----- Original Message -----

From: Henrik Ludvigsen

To: JRAS04@plan.aau.dk

Sent: Friday, May 25, 2007 11:44 AM

Subject: VS: Dimensioner på modulvogntog

Fra: Henrik Ludvigsen

Sendt: 25. maj 2007 11:37

Til: 'JRAS@plan.aau.dk'

Emne: Dimensioner på modulvogntog

<<Dok1.doc>> Hermed dimensioner på de 2 køretøjer, som vi havde prøvekørsler med. Det bliver 1a, der er besluttet skal være den dimensionsgivende for os. Hvis du går i gang med at beregne kørekurver, så er her et tip - vær lige opmærksom på bagendeudsving.

Venlig hilsen

Henrik S. Ludvigsen

Specialkonsulent

Vejdirektoratet

Niels Juels Gade 13

Postboks 9018

1022 København K

Telefon 3341 3333

Direkte 3341 3469

Telefax 3315 6335

Vejdirektoratet.dk

Bilag

B1 Erhvervsanalyse

I forbindelse med gennemgangen af den danske erhvervsstruktur er der foretaget en analyse af erhvervsvirksomhedernes placeringen. Denne analyse er foretaget med henblik på at udpege de områder i Danmark, hvor der er en høj koncentration af de transporttunge erhverv. En stor koncentration af de godstransportgenererende erhverv i et område, kan give en indikation af, hvor i landet og på hvilke strækninger, der kan være et behov for at implementere modulvogn tog.

I analysen er der taget udgangspunkt i data fra Danmarks Statistik, som beskriver bygningsbestandens areal efter anvendelse. Data omkring bygningsbestandens areal er fordelt på 25 forskellige kategorier, hvor disse er:

- Stuehuse til landbrugsejendomme
- Parcelhuse
- Række-, kæde- og dobbelthuse
- Etageboligbebyggelse
- Kollegier
- Døgninstitutioner
- Anden helårsbeboelse
- Avls- og driftsbygning
- Fabrikker, værksteder o.l.
- El-,gas-,vand- og varmekværke
- Anden bygning til produktion
- Transport- eller garageanlæg
- Kontor, handel, lager, off. adm.
- Hotel, restauration, frisør o.l.
- Uspec. transport og handel
- Bibliotek, kirke, museum o.l.
- Undervisning, forskning o.l.
- Hospital, sygehus o.l.
- Daginstitutioner
- Uspecificeret institution
- Sommerhuse
- Uspecificeret ferieformål
- Idrætshaller, klubhuse
- Kolonihavehuse
- Uspecificeret fritidsformål

Ud fra de 25 kategorier er der udvalgt fem, som vurderes at til at indeholde de erhverv, som genererer mest godstransport. De fem udvalgte kategorier er følgende:

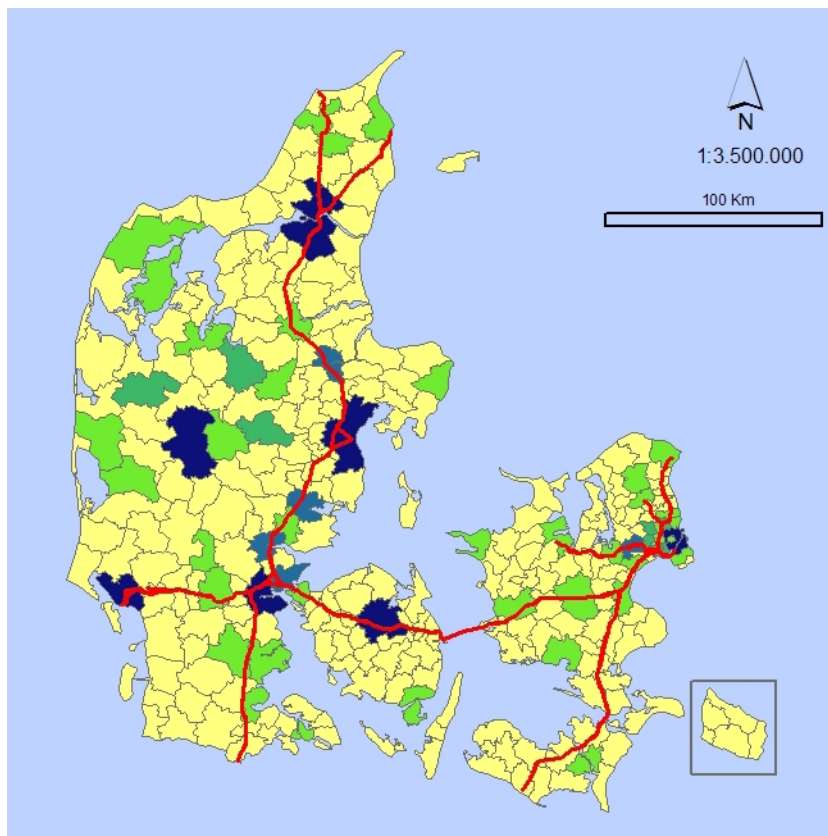
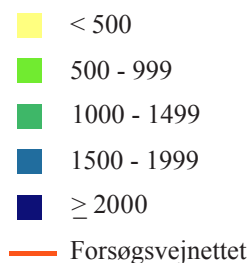
- Fabrikker, værksteder o.l.
- Anden bygning til produktion
- Transport- eller garageanlæg
- Kontor, handel, lager, off. adm.
- Uspec. transport og handel

Det data der tages udgangspunkt i følger den tidligere kommunestruktur. Af figur B1.1 fremgår en illustration af koncentrationen af de udvalgte erhvervsvirksomheder i Danmark, som er udarbejdet på baggrund af de data, der her hentet fra Danmarks Statistik. Af tabel B1.1 fremgår en oversigt over de udtrukket data.

Figur B1.1

Udbredelse af erhverv indenfor definerede områder, som er baseret på den gamle kommunestruktur.

Der er benyttet data fra (Danmark Statistik 2006). 1000 m²



Bygningsbestandens areal efter anvendelse

Data fra år: 2006

Enhed: 1000 m2

Tabel B1.1

Data hentet fra Danmarks Statistik.

	Fabrikker, v	Anden b	Transport- el	Kontor,h	Uspec. transp	SAMLET
København	1574	103	295	7632	91	9695
Frederiksberg	122	0	74	447	2	645
Albertslund	346	3	9	812	20	1190
Ballerup	413	5	29	935	2	1384
Brøndby	770	2	18	470	2	1262
Dragør	13	4	4	36	1	58
Gentofte	130	16	63	465	2	676
Gladsaxe	422	8	52	634	6	1122
Glostrup	250	3	22	451	8	734
Herlev	374	0	13	211	4	602
Hvidovre	372	14	40	632	6	1064
Høje Taastrup	376	60	69	1031	17	1553
Ishøj	149	10	10	274	3	446
Ledøje-Smørum	35	1	1	79	0	116
Lyngby-Taarbæk	108	0	52	512	13	685
Rødovre	277	1	30	297	2	607
Søllerød	78	10	9	226	0	323
Tårnby	205	11	432	270	40	958
Vallensbæk	70	0	1	103	1	175
Værløse	79	7	40	96	4	226
Allerød	264	3	5	228	0	500
Birkerød	105	5	4	230	1	345
Farum	129	4	7	119	0	259
Fredensborg-Humlebæk	108	16	13	98	5	240
Frederikssund	163	0	10	206	4	383
Frederiksværk	238	6	7	89	2	342
Græsted-Gilleleje	75	5	11	77	5	173
Helsingør	163	10	4	93	0	270
Helsingør	365	7	41	352	1	766
Hillerød	195	0	49	407	5	656
Hundested	56	4	13	29	5	107
Hørsholm	56	0	9	207	10	282
Jægerspris	38	3	2	26	0	69
Karlebo	78	10	4	119	2	213
Skibby	37	13	2	50	1	103
Skævinge	77	3	1	27	0	108
Slangør	100	3	1	32	1	137
Stenløse	70	12	3	67	9	161
Ølstykke	86	9	0	36	2	133
Bramsnæs	29	64	0	16	1	110
Greve	256	11	25	433	2	727
Gundsø	38	104	2	48	4	196
Hvalsø	31	7	1	22	2	63
Køge	481	13	22	452	2	970
Lejre	68	2	5	50	0	125
Ramsø	156	5	1	36	1	199
Roskilde	290	1	104	537	6	938
Skovbo	110	9	3	48	1	171
Solrød	89	5	3	94	2	193
Vallø	55	1	7	42	1	106
Bjergsted	50	8	10	21	4	93

Dianalund	34	12	3	27	0	76
Dragsholm	175	10	2	72	1	260
Fuglebjerg	41	2	1	30	1	75
Gørlev	74	12	3	21	1	111
Hashøj	72	0	1	31	0	104
Haslev	110	18	8	86	2	224
Holbæk	239	5	32	378	0	654
Hvidebæk	36	9	1	12	0	58
Høng	49	38	2	47	2	138
Jernløse	51	1	1	21	0	74
Kalundborg	326	8	49	235	1	619
Korsør	170	4	35	127	2	338
Nykøbing-Rørvig	43	3	7	75	2	130
Ringsted	455	7	48	349	4	863
Skælskør	117	52	2	81	3	255
Slagelse	272	21	25	469	17	804
Sorø	153	2	8	126	1	290
Stenlille	58	5	0	12	0	75
Svinninge	50	77	2	39	2	170
Tornved	89	3	10	126	0	228
Trundholm	78	1	14	58	0	151
Tølløse	107	1	6	36	0	150
Fakse	148	7	14	75	4	248
Fladså	37	8	4	36	0	85
Holeby	55	12	2	20	1	90
Holmegaard	100	3	2	40	4	149
Højreby	18	8	1	11	2	40
Langebæk	28	1	3	14	1	47
Maribo	157	15	13	107	8	300
Møn	115	9	3	76	2	205
Nakskov	222	5	28	193	2	450
Nykøbing-Falster	264	7	59	349	14	693
Nysted	37	5	2	33	0	77
Næstved	338	8	36	550	6	938
Nørre Alslev	181	4	0	43	5	233
Præstø	59	0	4	51	0	114
Ravnsborg	22	0	3	14	47	86
Rudbjerg	16	5	1	4	2	28
Rødby	62	2	12	59	3	138
Rønnede	69	5	8	39	2	123
Sakskøbing	108	8	5	56	1	178
Stevns	83	13	2	75	2	175
Stubbekøbing	39	0	6	51	0	96
Suså	91	2	8	33	0	134
Sydfalster	18	2	7	28	4	59
Vordingborg	168	4	22	181	2	377
Bornholm (excl. Christiansø)	375	42	37	384	11	849
Assens	204	8	7	90	5	314
Bogense	45	125	0	35	4	209
Broby	69	19	3	38	1	130
Egebjerg	78	24	1	21	1	125
Ejby	164	46	6	86	6	308
Faaborg	184	3	8	130	2	327
Glamsbjerg	71	6	1	32	2	112
Gudme	45	8	3	24	1	81

Haarby	97	0	3	32	0	132
Kerteminde	126	4	2	67	3	202
Langeskov	152	11	4	41	5	213
Middelfart	264	9	23	207	3	506
Munkebo	195	29	1	21	2	248
Nyborg	137	122	14	178	13	464
Nørre Aaby	88	0	6	38	0	132
Odense	1412	5	248	2232	1	3898
Otterup	104	2	9	97	4	216
Ringe	206	17	8	95	18	344
Rudkøbing	104	61	2	59	10	236
Ryslinge	92	0	3	24	0	119
Svendborg	349	4	26	409	1	789
Sydlangeland	35	7	3	14	1	60
Søndersø	170	5	17	63	0	255
Tommerup	106	10	5	46	5	172
Tranekær	39	1	0	9	0	49
Ullerslev	37	2	2	19	0	60
Vissenbjerg	75	5	1	36	3	120
Ørbæk	56	26	1	24	0	107
Årslev	131	25	3	51	0	210
Aarup	94	5	1	41	7	148
Augustenborg	18	1	4	27	0	50
Bov	108	12	23	327	7	477
Bredebro	50	0	6	51	0	107
Broager	131	5	0	14	1	151
Christiansfeld	141	27	7	86	3	264
Gram	85	0	9	34	0	128
Gråsten	86	0	3	67	4	160
Haderslev	345	1	36	279	0	661
Højer	34	8	10	20	5	77
Lundtoft	58	13	1	39	4	115
Løgumkloster	61	0	6	38	0	105
Nordborg	234	10	4	134	0	382
Nørre Rangstrup	128	5	12	106	0	251
Rødding	116	4	12	173	1	306
Rødekro	160	10	9	133	1	313
Skærbæk	133	9	12	79	2	235
Sundeved	95	1	1	15	1	113
Sydals	38	7	2	27	4	78
Sønderborg	289	1	27	410	3	730
Tinglev	178	9	5	75	2	269
Tønder	207	18	13	221	3	462
Vojens	323	0	20	189	3	535
Aabenraa	266	5	36	355	2	664
Billund	305	26	116	181	5	633
Blåbjerg	85	7	11	68	0	171
Blåvandshuk	19	23	6	44	5	97
Bramming	190	7	4	136	1	338
Brørup	85	11	3	109	12	220
Esbjerg	749	26	78	1335	11	2199
Fanø	7	0	4	17	0	28
Grindsted	257	5	21	178	1	462
Helle	120	14	4	57	5	200
Holsted	164	7	2	42	1	216

Ribe	162	3	22	234	1	422
Varde	292	17	19	143	3	474
Vejen	294	3	19	323	4	643
Ølgod	260	119	5	68	18	470
Brædstrup	129	2	9	65	0	205
Børkop	57	4	8	79	1	149
Egtved	151	17	9	76	4	257
Fredericia	630	1	34	809	47	1521
Gedved	190	6	5	44	1	246
Give	298	8	69	116	3	494
Hedensted	521	4	8	148	13	694
Horsens	839	25	77	815	7	1763
Jelling	27	5	3	23	1	59
Juelsminde	295	5	9	75	2	386
Kolding	722	15	38	1243	7	2025
Lunderskov	165	0	5	21	0	191
Nørre Snede	143	3	6	65	2	219
Tørring-Uldum	148	8	10	86	2	254
Vamdrup	256	9	5	68	5	343
Vejle	786	11	59	1041	9	1906
Aulum-Haderup	160	0	15	55	0	230
Brande	203	23	5	151	6	388
Egvad	155	4	4	85	0	248
Herning	1050	14	94	917	4	2079
Holmsland	60	7	6	37	1	111
Holstebro	563	24	46	590	9	1232
Ikast	578	0	14	251	1	844
Lemvig	231	8	27	150	2	418
Ringkøbing	425	17	13	234	0	689
Skjern	244	109	23	201	1	578
Struer	243	13	27	150	5	438
Thyborøn-Harboøre	111	30	2	34	1	178
Thyholm	32	1	0	19	0	52
Trehøje	262	11	7	44	2	326
Ulfborg-Vemb	102	2	12	60	0	176
Videbæk	245	15	16	100	0	376
Vinderup	157	6	10	47	6	226
Åskov	183	32	2	29	6	252
Ebeltoft	116	9	6	93	0	224
Galten	161	2	7	129	0	299
Gjern	162	14	7	55	13	251
Grenaa	324	1	16	226	1	568
Hadsten	137	27	13	82	12	271
Hammel	186	1	3	62	2	254
Hinnerup	48	2	3	113	0	166
Hørning	146	0	3	71	0	220
Langå	120	18	1	29	4	172
Mariager	146	0	8	47	2	203
Midtdjurs	139	3	38	69	1	250
Nørhald	42	9	2	24	0	77
Nørre Djurs	32	6	10	29	5	82
Odder	199	3	13	112	0	327
Purhus	89	32	7	35	6	169
Randers	751	21	98	969	18	1857
Rosenholm	95	6	7	50	4	162

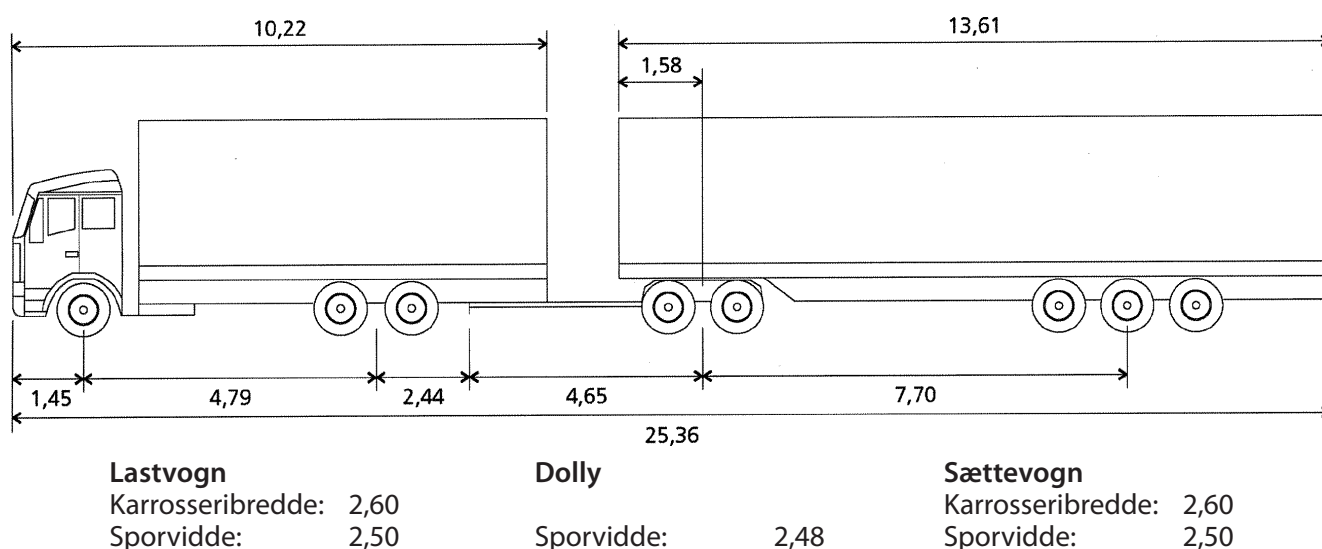
Rougsø	81	0	6	50	0	137
Ry	93	0	3	79	1	176
Rønde	34	3	5	36	4	82
Samsø	41	12	2	40	0	95
Silkeborg	576	1	49	599	2	1227
Skanderborg	211	8	15	234	10	478
Sønderhald	100	11	1	76	6	194
Them	164	3	4	45	1	217
Århus	1582	34	275	3862	34	5787
Bjerringbro	416	22	4	84	1	527
Fjends	106	7	2	27	2	144
Hanstholm	159	7	7	59	3	235
Hvorslev	93	17	2	21	0	133
Karup	80	7	11	41	1	140
Kjellerup	303	1	10	115	2	431
Morsø	456	27	26	200	3	712
Møldrup	98	32	4	56	9	199
Sallingsund	208	10	1	45	1	265
Skive	378	44	38	454	12	926
Spøttrup	179	4	8	29	0	220
Sundsøre	119	14	4	26	0	163
Sydthy	223	9	4	99	3	338
Thisted	459	0	38	283	1	781
Tjele	102	46	7	44	6	205
Viborg	486	2	67	617	5	1177
Aalestrup	143	21	7	73	0	244
Arden	104	6	4	35	2	151
Brovst	74	100	3	43	4	224
Brønderslev	220	2	23	159	4	408
Dronninglund	152	79	10	131	4	376
Farsø	132	5	14	68	2	221
Fjerritslev	106	0	19	70	0	195
Frederikshavn	320	174	57	360	7	918
Hadsund	173	10	5	157	0	345
Hals	107	27	4	54	0	192
Hirtshals	249	9	18	99	4	379
Hjørring	371	9	54	366	0	800
Hobro	320	0	19	249	7	595
Læsø	18	16	3	14	1	52
Løgstør	231	0	19	82	0	332
Løkken-Vrå	93	1	6	59	0	159
Nibe	81	30	8	46	1	166
Nørager	78	12	7	54	0	151
Pandrup	145	18	3	102	1	269
Sejlfjord	60	2	5	35	1	103
Sindal	79	12	15	60	3	169
Skagen	201	60	10	122	10	403
Skørping	56	7	3	39	0	105
Støvring	222	37	8	90	5	362
Sæby	222	5	17	138	0	382
Aabybro	85	2	2	49	1	139
Aalborg	1572	33	282	2104	7	3998
Aars	204	74	16	125	12	431

B2 Dimensioner

Dette bilag har til formål at klarlægge dimensionerne for de forskellige typer af modulvogntog samt deres kørselsgeometriske egenskaber. I det følgende fremgår dimensionerne for de to typer af modulvogntog som Vejdirektoratet har opmålt med teodolit i forbindelse med kørselsforsøg i Åstorp i Sverige sidst i januar 2007. Der er her tale om modulvogntogstyperne MVT1a og MVT3, som henholdsvis består af en kombination af Lastvogn-Dolly-Sættevogn og Trækker-Linksættevogn-Sættevogn. Af figur B2.1 og B2.2 fremgår dimensionerne samt de tekniske specifikationer for henholdsvis MVT1a og MVT3.

Figur B2.1

MVT1a (Alle mål er i meter).

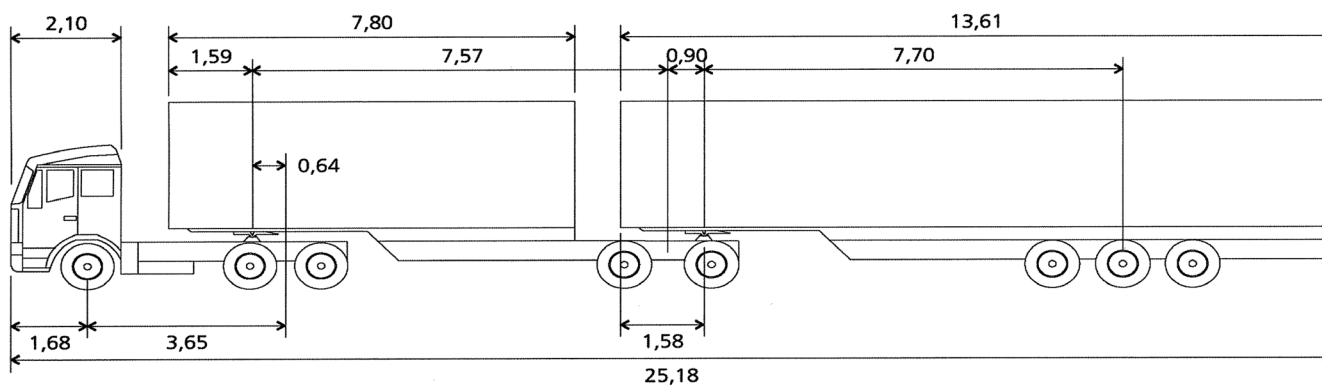


- Max hjuldrejning beregnet i køretøjets centerlinie: 44,44 gon (40,00°).
- Max vinkel mellem køretøjsenheder: 100 gon (90°). Der kan drejes endnu skarpere, men selv ved 100 gon vrides dækkene meget.
- Min venderadius i køremåde B (5 km/h) og max hjuldrejning lig-med 44,44 gon: Ydre karosseri 9,38 m; Centerline: 7,45 m.
- Min venderadius i køremåde B (5 km/h) og max hjuldrejning lig-med 33,33 gon: Ydre karosseri 11,45 m; Centerline: 9,58 m.

Kombinationen Lastvogn-Dolly-Sættevogn er den modulvogntogstype, som Vejdirektoratet har valgt til at være dimensionsgivende, hvilket er vurderet på baggrund af forsøgene i Sverige med de to modulvogntogstyper.

Figur B2.2

MVT3 (Alle mål er i meter).

**Trækker**

Karrosseribredde: 2,60
Sporvidde: 2,50

LinkSættevogn

Karrosseribredde 2,60
Sporvidde: 2,48

Sættevogn

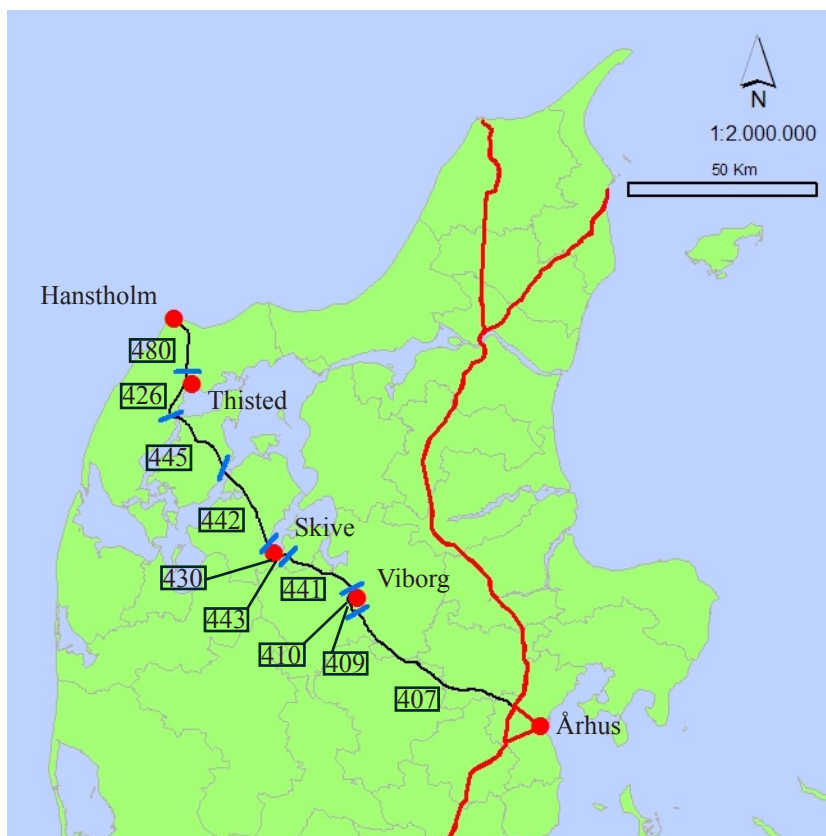
Karrosseribredde: 2,60
Sporvidde: 2,50

- Max hjuldrejning beregnet i køretøjets centerlinie: 35,69 gon (32,12°).
- Max vinkel mellem køretøjsenheder: 100 gon (90°). Der kan drejes endnu skarpere, men selv ved 100 gon vrides dækkene meget.
- Min venderadius i køremåde B (5 km/h) og max hjuldrejning lig-med 44,44 gon: Ydre karosseri 8,89 m; Centerline: 6,87 m.
- Min venderadius i køremåde B (5 km/h) og max hjuldrejning lig-med 33,33 gon: Ydre karosseri 9,30 m; Centerline: 7,30 m.

I tilfælde af implementering af kombinationen Trækker-Linksættevogn-Sættevogn på det danske vejnet forslås det i et notat fra Vejdirektoratet at sættevognene forsynes med styrende aksler for at begrænse arealbehovet.

B3 Strækningsanalyse

Projektets strækningsanalyse udarbejdes over strækningen Århus-Hanstholm, hovedlandevej 26, hvor dette Bilag har til formål at gennemgå og udpege strækningens problemområder i forbindelse med indførelsen af modulvogntog. I denne forbindelse vil strækningen blive gennemgået med henblik på at lokalisere rundkørsler, T-kryds, F-kryds samt hastighedsdæmpende foranstaltninger. I strækningsanalysen opdeles strækningen i en række mindre delstrækninger, som knytter sig til de enkelte vejes vejnumre, jf. figur B3.1.



Figur B3.1

Inddeling af strækningen Århus - Hanstholm.

- Forsøgsvejnettet
- Hovedlandevej 26
- By/Knudepunkt
- 407 Nummer på strækning
- Strækningsopdeling

B3.1 Afgræsning

I forbindelse med registreringen af problemområderne ses der bort fra mindre krydsanlæg, der er placeret i tilknytning til ejendomme og mindre markveje.

Omkring Århus tager strækningsanalysen udgangspunkt i vejarealet, der er placeret vest for motorvejen. I den forbindelse indgår til/frakørselsanlægget imellem motorvejen og hovedlandevej 26 ikke som en del af analysen.

På strækningen mellem Thisted og Hanstholm er der i 2006 etableret en omfartsvej omkring byen Nors, vis udformning ikke fremgår

af det digitale materiale fra Vejdirektoratet. Da det må forventes, at omfartsvejen ikke vil udgøre et større problem ved indførelsen af modulvogntog, vælges der i projektet at se bort fra denne strækningen.

B3.2 Gennemgang af strækningen

Af tabel B3.1, fremgår en gennemgang af hele strækningen på baggrund af de opstillede forudsætninger.

Tabel B3.1

Strækningsanalyse.

Århus-Viborg - 407	
Kilometrering	Type
11/500 - 11/600	T-kryds med svingbane
12/400 - 12/500	T-kryds med svingbane
12/900 - 13/000	T-kryds med svingbane
13/400 - 13/500	F-kryds
15/900 - 16/000	Hastighedsdæmpende foranstaltning
16/800	Hastighedsdæmpende foranstaltning
22/800	Hastighedsdæmpende foranstaltning
22/900 - 23/000	Hastighedsdæmpende foranstaltning
23/600 - 23/800	T-kryds med svingbane
24/500	F-kryds
26/500	Hastighedsdæmpende foranstaltning
27/200 - 27/300	Hastighedsdæmpende foranstaltning
29/900	Forsat F-kryds med svingbane
32/800 - 32/900	T-kryds med svingbane
33/800	T-kryds med svingbane
37/000	T-kryds
38/100 - 38/300	F-kryds med svingbane
38/400 - 38/600	T-kryds med svingbane
39/300 - 39/400	F-kryds
40/900	T-kryds
42/400 - 42/700	T-kryds
44/000 - 44/200	T-kryds med svingbane
45/100	T-kryds med svingbane
48/000 - 49/000	Større til/fra-kørselsanlæg
50/200 - 50/600	Større til/fra-kørselsanlæg
51/900 - 52/600	Større til/fra-kørselsanlæg
55/600 - 56/000	Større til/fra-kørselsanlæg
57/300	T-kryds med svingbane
58/200 - 58/300	T-kryds med svingbane
60/500 - 60/600	T-kryds
60/800 - 61/000	Til/fra-kørselsanlæg
61/300	T-kryds
61/700	T-kryds
62/100	Rundkørsel 1 (Se afsnit "Problemområder")

Viborg - 409	
Kilometrering	Type
0/300 - 0/400	Til/fra-kørselsanlæg
0/800 - 1/200	Til/fra-kørselsanlæg

Viborg - 410

Kilometrering	Type
0/000	Rundkørsel 2 (Se afsnit "Problemområder")
0/500	Fra-kørselsanlæg
1/250	Rundkørsel 3 (Se afsnit "Problemområder")
3/750	Rundkørsel 4 (Se afsnit "Problemområder")

Viborg-Skive - 441

Kilometrering	Type
7/600 - 7/700	T-kryds med svingbane
7/800 - 7/900	T-kryds
8/100 - 8/200	T-kryds med svingbane
9/200 - 9/400	T-kryds med svingbane
10/800	T-kryds
13/500	F-kryds
16/200 - 16/300	F-kryds
17/000	T-kryds
18/100	T-kryds
21/700 - 21/800	T-kryds
22/200 - 22/300	F-kryds
24/075	Rundkørsel 5 (Se afsnit "Problemområder")
25/250	Rundkørsel 6 (Se afsnit "Problemområder")

Skive - 443

Kilometrering	Type
0/200	F-kryds
0/350	Rundkørsel 7 (Se afsnit "Problemområder")
3/000 - 3/100	T-kryds
3/500	T-kryds med svingbane
4/000 - 4/100	Forsat F-kryds med svingbane
4/250	Rundkørsel 8 (Se afsnit "Problemområder")
4/400 - 4/500	T-kryds med svingbane
4/800	T-kryds med svingbane
5/000 - 5/100	T-kryds med svingbane
7/450	Rundkørsel 9 (Se afsnit "Problemområder")

Skive - 430

Kilometrering	Type
18/500 - 18/600	T-kryds med svingbane
19/400	T-kryds med svingbane
19/775	Rundkørsel 10 (Se afsnit "Problemområder")
21/500 - 21/700	Forsat F-kryds med svingbane
22/050	Rundkørsel 11 (Se afsnit "Problemområder")

Skive-Thisted - 442

Kilometrering	Type
9/900	F-kryds med svingbane
13/200 - 13/700	Forsat F-kryds med svingbane
15/400 - 15/700	T-kryds med svingbane
18/400 - 18/500	T-kryds
18/800 - 18/800	T-kryds med svingbane
20/000	T-kryds med svingbane
21/200	T-kryds med svingbane
22/700 - 23/000	Til/fra-kørselsanlæg

Skive-Thisted - 445

Kilometrering	Type
1/400 - 1/600	Til/fra-kørselsanlæg
3/700 - 4/100	Til/fra-kørselsanlæg
6/300 - 6/600	T-kryds med svingbane
8/800 - 8/900	F-kryds med svingbane
12/400 - 12/700	F-kryds med svingbane
14/500	T-kryds
15/500 - 15/600	T-kryds med svingbane
16/700	T-kryds
17/200	T-kryds
18/100 - 18/300	T-kryds med svingbane
20/600 - 20/700	T-kryds med svingbane
21/400 - 21/500	F-kryds med svingbane
21/800	T-kryds
22/000	T-kryds
22/400 - 22/500	T-kryds
23/500	Krydsanlæg (Se afsnit "Problemområder")

Thisted - 426

Kilometrering	Type
9/800 - 9/900	T-kryds
8/600 - 8/700	T-kryds
8/200 - 8/400	Forsat F-kryds
7/200 - 7/300	F-kryds med svingbane
8/200 - 8/400	Forsat F-kryds
6/800 - 6/900	T-kryds
5/200 - 5/300	T-kryds med svingbane
3/725	Rundkørsel 12 (Se afsnit "Problemområder")
1/000	Større til/fra-kørselsanlæg

Thisted-Hanstholm - 480

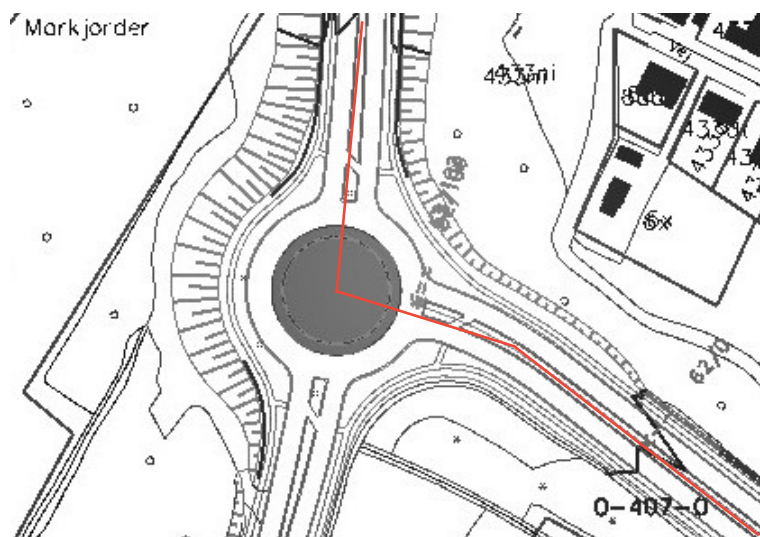
Kilometrering	Type
2/425	Rundkørsel 13 (Se afsnit "Problemområder")
16/100 - 16/300	Krydsanlæg (Se afsnit "Problemområde")
20/475	Rundkørsel 14 (Se afsnit "Problemområder")
21/400 - 21/500	F-kryds
21/900 - 22/100	T-kryds med svingbane

Modulvogntogene ønskes som udgangspunkt, i henhold til kapitel 7 - Lokalisering og vejnettet, indført på statsvejnettet, hvorfor størstedelen af strækningens krydsanlæg ikke vil medføre problemer ved indførelsen af modulvogntog, da passagen igennem disse, vil foregå som ligeudkørsel.

De primære problemområder vil derfor være i forbindelse med til rundkørsler, der optræder på strækningen, eller andre krydstyder, som forbinder Århus-Hanstholm strækningen med andre veje fra statsvejnettet.

B3.3 problemområder

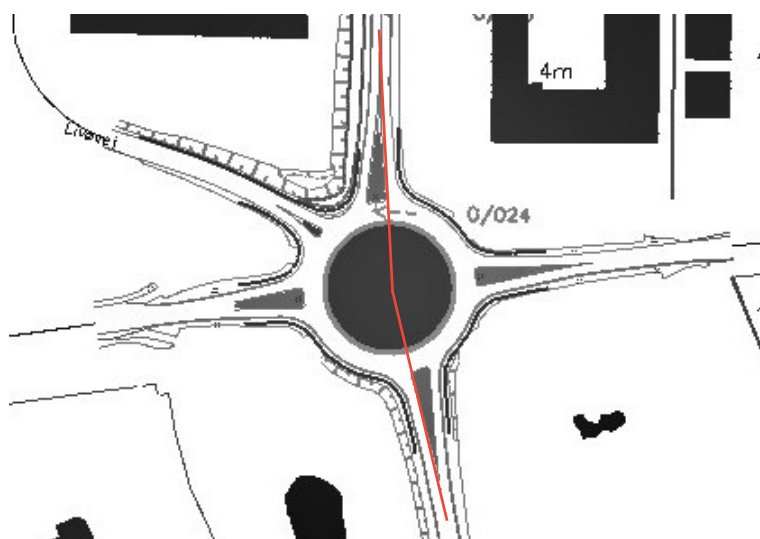
Langs strækningen er der registeret 14 rundkørsler samt to større krydsanlæg, som forbinder rute 26 med henholdsvis rute 11 og rute 29. I det følgende vil disse blive præcenteret. Figurene som præcenteres er ikke målfaste og nord er opad.



Figur/Tabel B3.2
Rundkørsel 1.

— Århus-Hanstholm

Rundkørsel 1	2-sporet
Strækninger	407 - 409
Kilometrering	62/100
Ydre diameter	68 m
Indre diameter	48 m
Samlede kørselsbredde	10 m



Figur/Tabel B3.3
Rundkørsel 2.

— Århus-Hanstholm

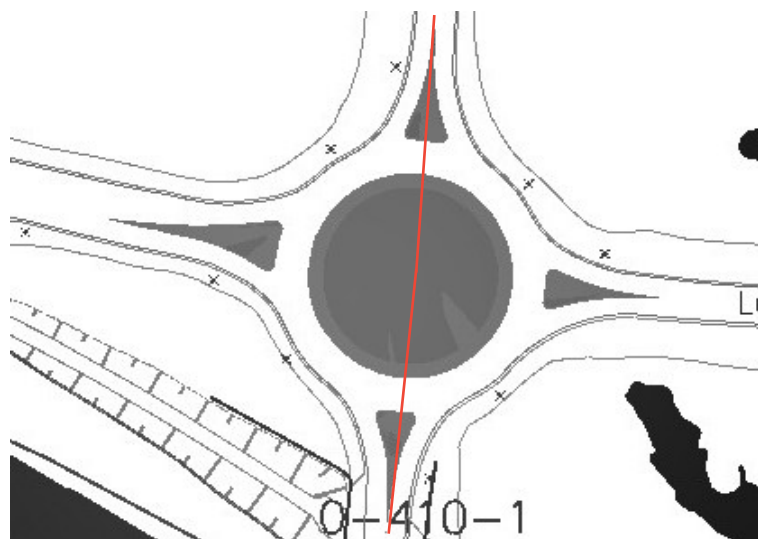
Rundkørsel 2	1-sporet
Strækning	410
Kilometrering	0/000
Ydre diameter	66 m
Indre diameter	51 m
Samlede kørselsbredde	7,5 m

Figur/Tabel B3.4

Rundkørsel 3.

— Århus-Hanstholm

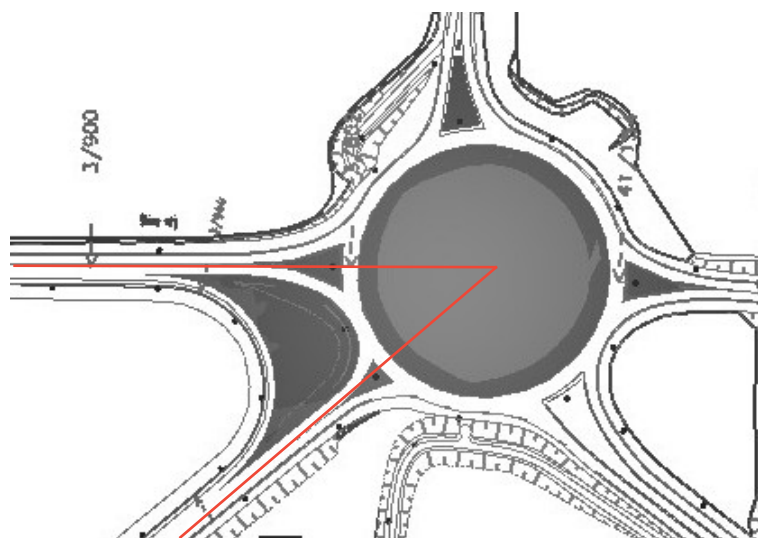
Rundkørsel 3	1-sporet
Strækning	410
Kilometrering	1/250
Ydre diameter	52 m
Indre diameter	33 m
Samlede kørselsbredde	9,5 m

**Figur/Tabel B3.5**

Rundkørsel 4.

— Århus-Hanstholm

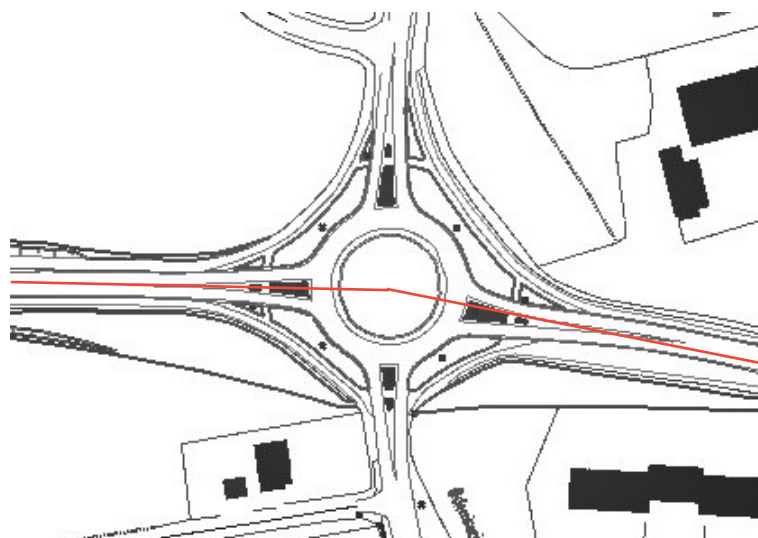
Rundkørsel 4	1-sporet
Strækninger	410 - 441
Kilometrering	3/750
Ydre diameter	108 m
Indre diameter	95 m
Samlede kørselsbredde	6.5 m

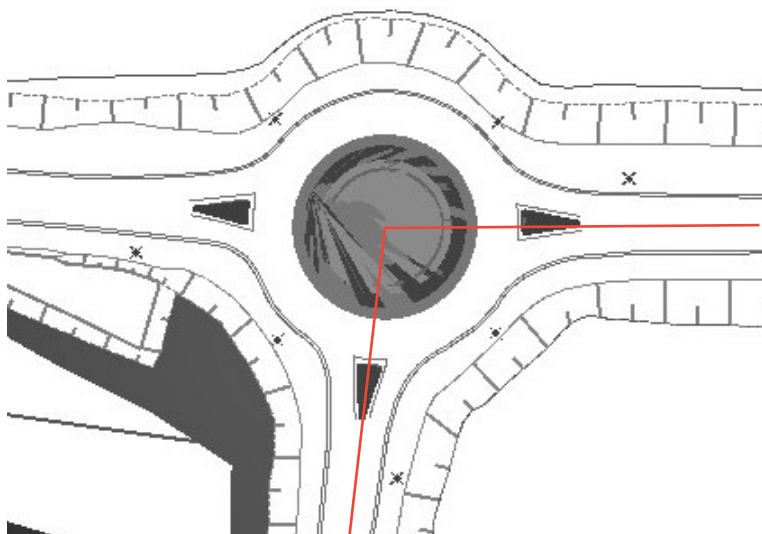
**Figur/Tabel B3.6**

Rundkørsel 5.

— Århus-Hanstholm

Rundkørsel 5	1-sporet
Strækning	441
Kilometrering	24/075
Ydre diameter	47 m
Indre diameter	30 m
Samlede kørselsbredde	8,5 m

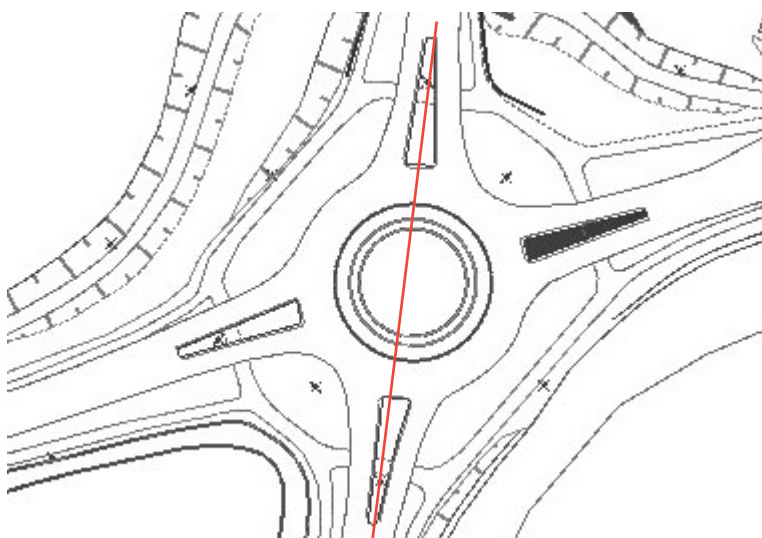




Figur/Tabel B3.7
Rundkørsel 6.

— Århus-Hanstholm

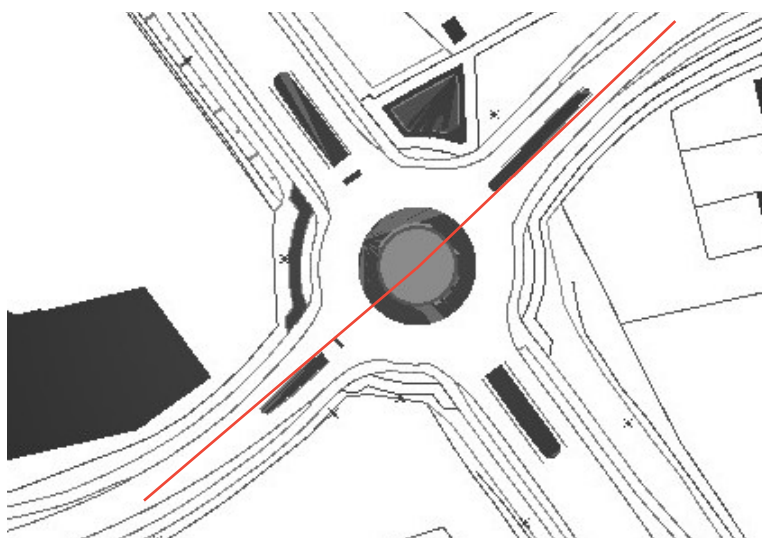
Rundkørsel 6	1-sporet
Strækning	441 - 443
Kilometrering	25/250 - 0/000
Ydre diameter	40 m
Indre diameter	17 m
Samlede kørselsbredde	11.5 m



Figur/Tabel B3.8
Rundkørsel 7.

— Århus-Hanstholm

Rundkørsel 7	1-sporet
Strækning	443
Kilometrering	0/350
Ydre diameter	39 m
Indre diameter	18 m
Samlede kørselsbredde	10,5 m



Figur/Tabel B3.9
Rundkørsel 8.

— Århus-Hanstholm

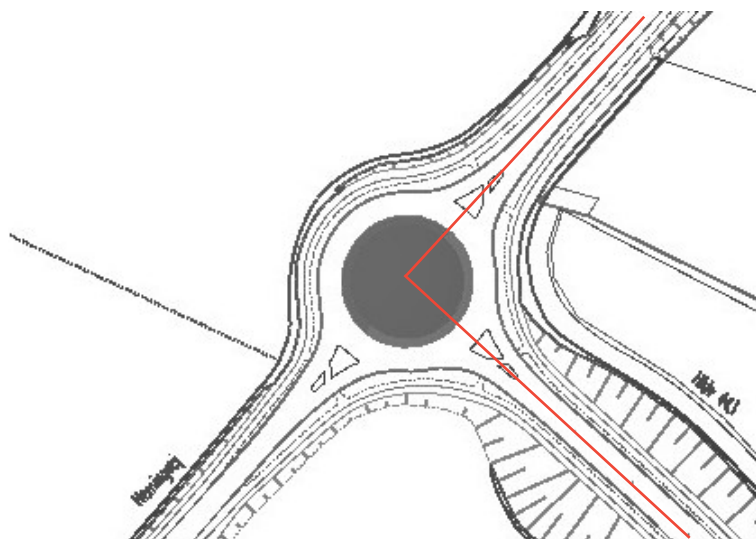
Rundkørsel 8	1-sporet
Strækning	443
Kilometrering	4/250
Ydre diameter	36 m
Indre diameter	14 m
Samlede kørselsbredde	11 m

Figur/Tabel B3.10

Rundkørsel 9.

— Århus-Hanstholm

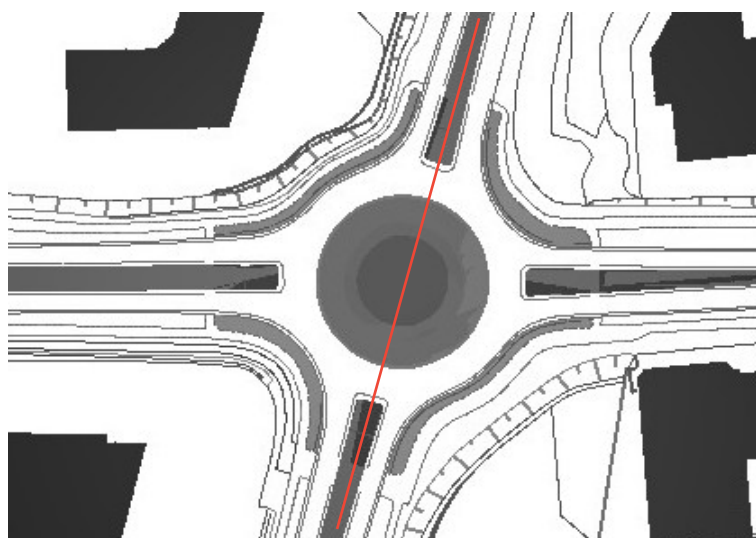
Rundkørsel 9	1-sporet
Strækning	443 - 430
Kilometrering	7/450 - 17/500
Ydre diameter	48 m
Indre diameter	30 m
Samlede kørselsbredde	9 m

**Figur/Tabel B3.11**

Rundkørsel 10.

— Århus-Hanstholm

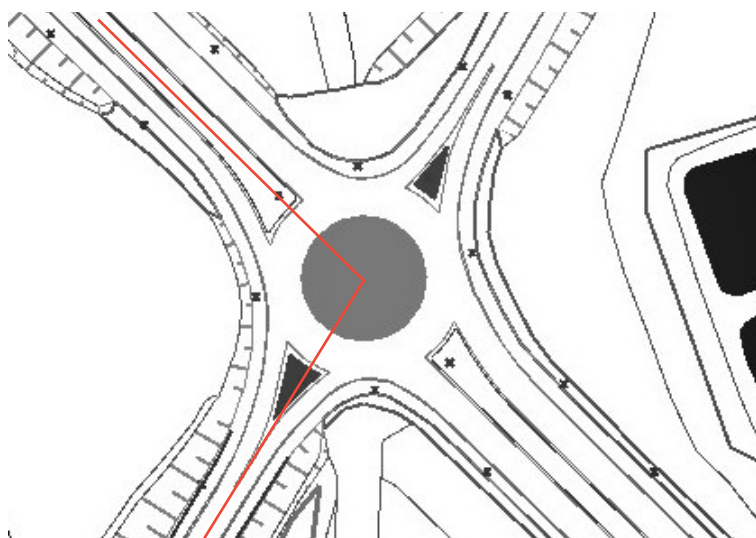
Rundkørsel 10	1-sporet
Strækning	430
Kilometrering	19/775
Ydre diameter	45,5 m
Indre diameter	23 m
Samlede kørselsbredde	11,25 m

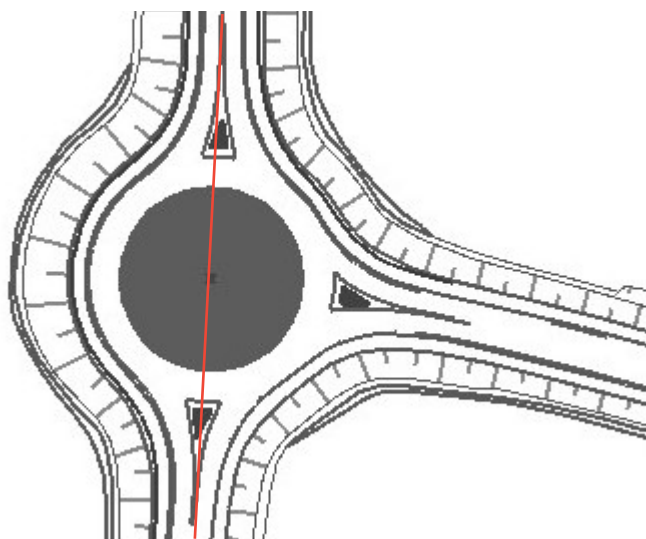
**Figur/Tabel B3.12**

Rundkørsel 11.

— Århus-Hanstholm

Rundkørsel 11	2-sporet
Strækning	430 - 442
Kilometrering	22/050 - 2/375
Ydre diameter	47 m
Indre diameter	27 m
Samlede kørselsbredde	10 m

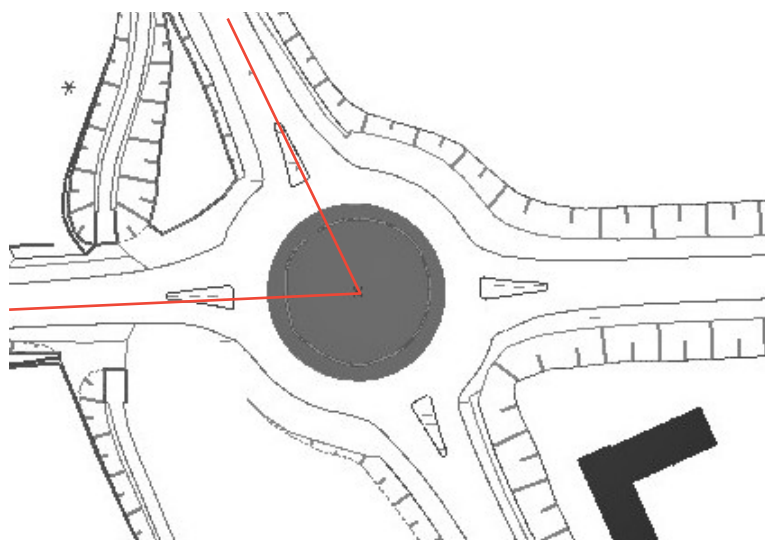




Figur/Tabel B3.13
Rundkørsel 12.

— Århus-Hanstholm

Rundkørsel 12	1-sporet
Strækning	426
Kilometrering	3/725
Ydre diameter	46 m
Indre diameter	33 m
Samlede kørselsbredde	6.5 m



Figur/Tabel B3.14
Rundkørsel 13.

— Århus-Hanstholm

Rundkørsel 13	1-sporet
Strækning	426 - 480
Kilometrering	0/000 - 2/425
Ydre diameter	46 m
Indre diameter	27 m
Samlede kørselsbredde	9.5 m



Figur/Tabel B3.15
Rundkørsel 14.

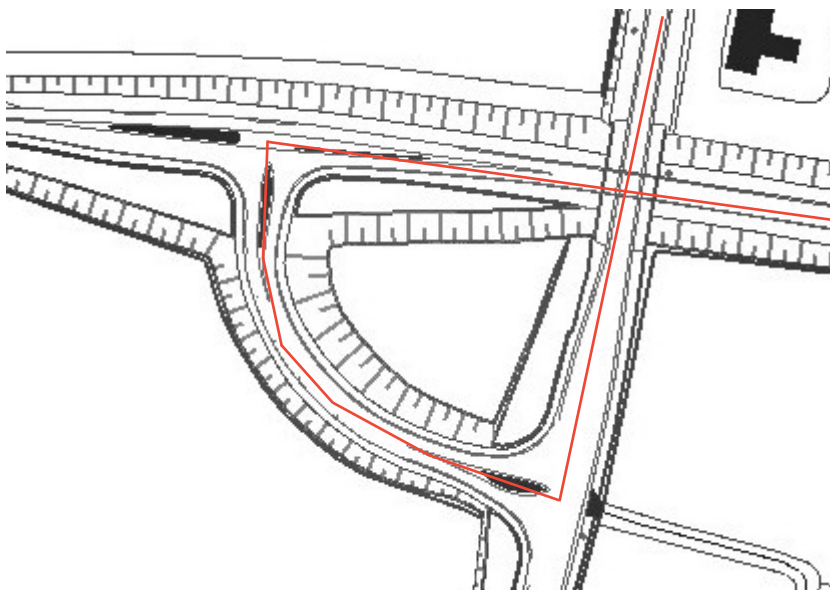
— Århus-Hanstholm

Rundkørsel 14	1-sporet
Strækning	480
Kilometrering	20/475
Ydre diameter	48 m
Indre diameter	30 m
Samlede kørselsbredde	9 m

Figur B3.13

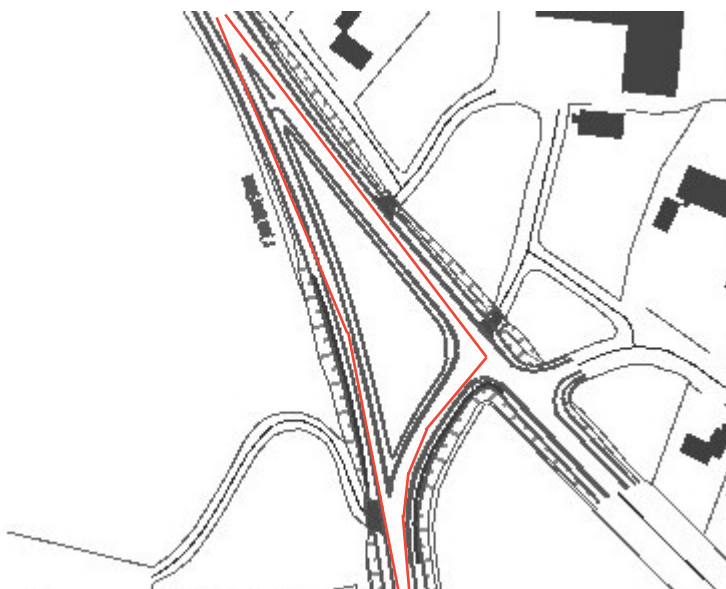
Krydsanlæg mellem rute 26 og 11.

— Århus-Hanstholm

**Figur B3.14**

Krydsanlæg mellem rute 26 og 29.

— Århus-Hanstholm



For de enkelte krydsanlæg er der foretaget gennemkørsler med et modulvogntog, som fremgår af den vedlagte CD-Rom. Gennemkørslerne danner baggrund for en screening af typetilfældene langs strækningen Århus-Hanstholm, og har til formål at lokalisere de typetilfælde, som forventes at medføre de største geometriske problemer ved indførelsen af modulvogntog på statsvejnettet.

B4 Erhvervsområder

Forudsætningerne for at modulvogntogsteknologien kan blive rentable for transportvirksomhederne er bl.a., at modulvogntogene får adgang til så store dele af vejnettet så muligt og at erhvervsområderne gøres tilgængelige for vogntogene. Jo større afstande godset kan transporteres uden at skulle omlades, desto mere kan transportomkostningerne reduceres.

Da erhvervsområderne ikke altid er lokaliseret i tilknytning til statsvejnettet, vil der for at sikre tilgængelighed til disse områder være behov for inddrage dele af det kommunale vejnet i modulvogntogsnettet. Af henholdsvis politiske, trafiksikkerheds- og miljømæssige årsager må det forventes, at der på størstedelen af kommunevejene ikke vil blive givet tilladelse til kørsel med modulvogntog. I stedet vil det kunne forventes, at der på det kommunale vejnet i tilknytning til større erhvervsområder vil blive etableret tvangsruiter, som modulvogntoget skal følge, og som forbinder erhvervsområderne med statsvejnettet.

Dette bilag har til formål, at udpege større erhvervsområder langs med og i tilknytning til rute 26 Århus - Hanstholm. Udpegningen er foretaget på baggrund af en visuel gennemgang af strækningen, hvor erhvervsområderne er lokaliseret ved brug af ortofoto samt lokalplaner, hvorefter virksomhedernes lokalisering er blevet verificeret ved hjælp af Kraks virksomhedsregister.

Med udgangspunkt i de udpegede erhvervsområder langs strækningen vurderes en passende tvangsroute, som vil kunne forventes at skulle forbinde de udpegede erhvervsområder med rute 26. I denne forbindelse udvælges en række typetilfælde, som vil skulle forbinde rute 26 med kommunevejsnettet.

På baggrund af den visuelle gennemgang af strækningen er der udvalgt 5 erhvervsområder, som i det følgende vil blive præsenteret med hensyn til beliggenhed og adgangsforhold. Områderne præsenteres i en rækkefølge fra øst mod vest.

B4.1 Erhvervsområde nær Hammel

Ca. 25 km vest for Århus ligger byen Hammel, som indeholder et større erhvervsområde. Selv erhvervsområdet ligger ca. 1,5 km fra rute 26 i udkanten af Hammel by og huser blandt andre virksomheden Wavin Danmark, som er en stor producent inden for rørledninger til bl.a. kloak og vandforsyninger. Af figur B4.1 og B4.2 fremgår henholdsvis erhvervsområdets placering i tilknytning til rute 26,

samt det hankeanlæg, der formentlig vil fungere som adgangsvej til erhvervsområdet. Af figur B4.1 fremgår et forslag til den tvangsroute som modulvogntogene skal benytte for at få adgang til området.

Figur B4.1

Erhvervsområde omkring Hammel.
(Google Earth 2007 - Ortofoto).

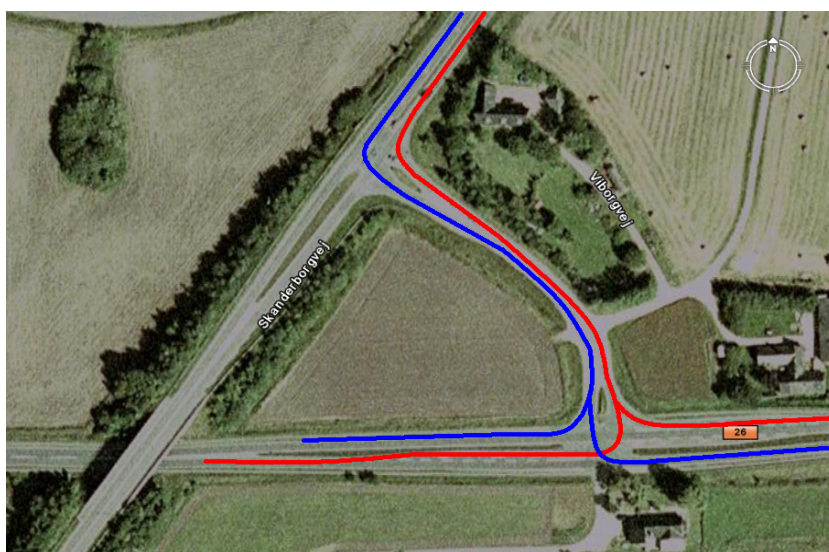
- Erhvervsområde
- Hank-anlæg
- Tvangsrute



Figur B4.2

Hankeanlægget ved Hammel.
(Google Earth 2007 - Ortofoto)

- Svingbevægelser i henhold til rute mod erhvervsområdet
- Svingbevægelser i henhold til rute fra erhvervsområdet

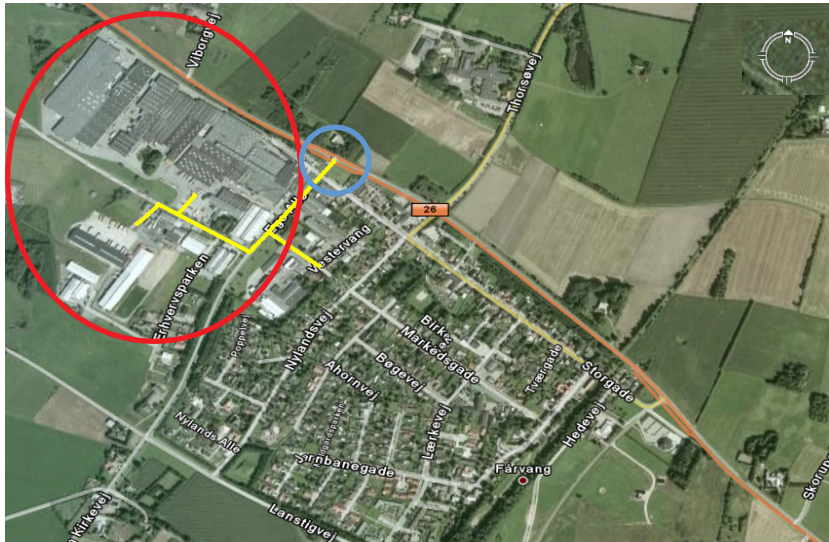


Af figur B4.1 fremgår det, at modulvogntogene vil skulle benytte hankeanlægget til at få adgang til det kommunale vejnet, som leder frem til erhvervsområdet. I hankeanlægget vil der kun blive tilladt svingbeværelser i henhold til den valgte tvangsroute. Af figur B4.2 fremgår de svingbevægelser, som tillades i hankeanlægget.

B4.2 Erhvervsområde nær Fårvang

10 km længere mod nordvest er der placeret et erhvervsområde i tilknytning til byen Fårvang, hvor selve erhvervsområdet ligger helt op af rute 26. Adgang til området sker via et T-kryds, der binder rute 26 sammen med Ege Allé, som er adgangvej til hele området. I området er bl.a. Danish Crown's kødkontrol lokaliseret samt en række møbel-

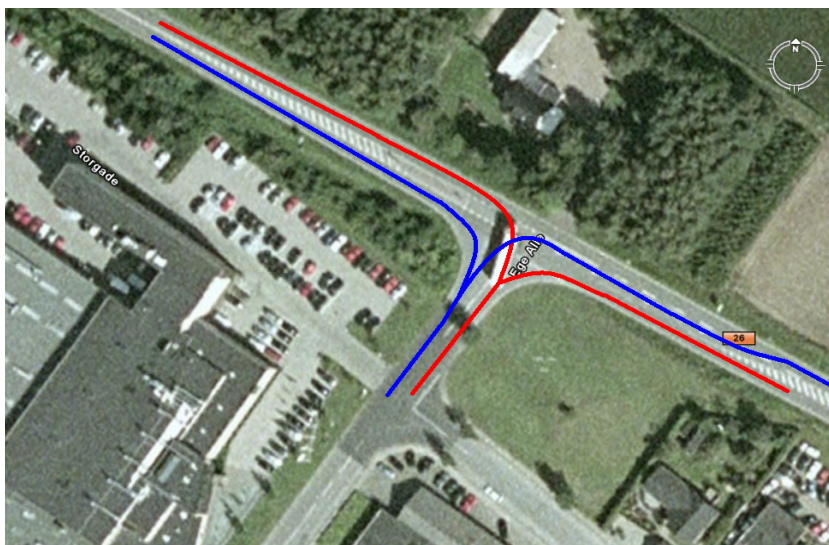
firmaer. Af figur B4.3 og B4.4 fremgår henholdsvis erhvervsområdets placering i tilknytning til rute 26, samt T-krydset, der fungerer som adgangsvej til området. Figur B4.3 viser tvangsrueten, som modulvognene vil skulle følge for at få adgang til området.



Figur B4.3

Erhvervsområde ved Fårvang.
(Google Earth 2007 - Ortofoto)

- Erhvervsområde
- T-kryds
- Tvangsrute



Figur B4.4

T-krydset ved Fårvang. (Google Earth 2007 - Ortofoto)

- Svingbevægelser i henhold til rute mod erhvervsområdet
- Svingbevægelser i henhold til rute fra erhvervsområdet

Af figur B4.4 fremgår det, at modulvognene vil skulle benytte T-krydset for at få adgang til kommunevejnettet og dermed erhvervsområdet. I denne forbindelse vil alle svingbevægelser i T-krydset være tilladt for modulvognene.

B4.3 Erhvervsområde nær Viborg

Yderligere 35 km mod nordvest af rute 26 er der lokaliseret et større erhvervsområde vest for Viborg. Erhvervsområdet er placeret i tilknytning til hovedlandevejen, og består af lager- og servicevirksomheder, engroshandel samt entreprenør og oplagsvirksomheder. Erhvervsområdets placering i tilknytning til rute 26 samt tvangsrueten

for modulvogntogene fremgår af figur B4.5, mens adgangsforholdet til erhvervsområdet fremgår af figur B4.6, hvilket foregår via en rundkørsel.

Figur B4.5

Erhvervsområde ved Viborg.
(Google Earth 2007 - Ortofoto)

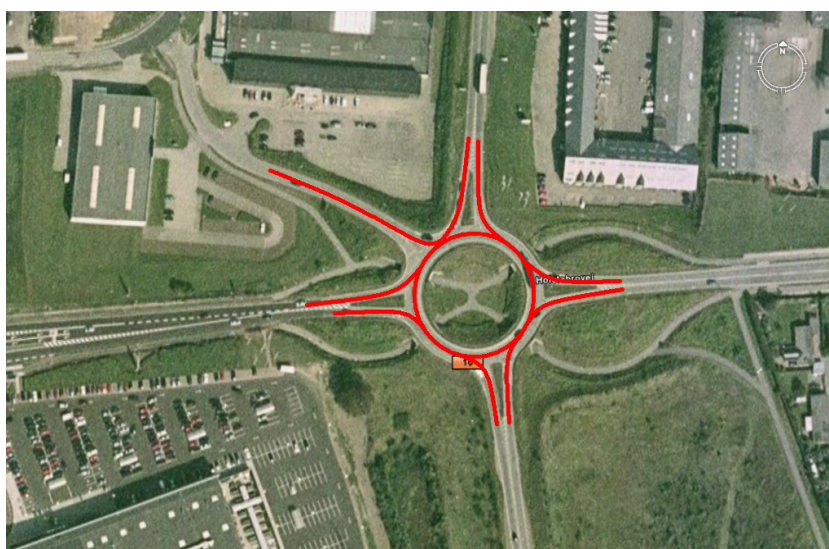
- Erhvervsområde
- Rundkørsel
- Tvangsrute



Figur B4.6

Rundkørsel ved Viborg.
(Google Earth 2007 - Ortofoto)

- Svingbevægelser i henhold til tvangsroute



Som det fremgår figur B4.5, vil rundkørslen fungerer som port til den statsvej og de kommuneveje, der har videre forbindelse til erhvervsområdet på begge sider af rute 26. I denne rundkørsel vil alle svingbevægelser kunne tillades for sikre modulvogntogene adgang til de enkelte dele af erhvervsområdet.

B4.4 Erhvervsområde nær Glyngøre

Ca. 25 km nordvest for Skive er der placeret et større erhvervsområde i og omkring byen Glyngøre. En stor del af erhvervsområdet er lokaliseret i tilknytningen til byen, hvor bl.a. fiskefabrikken Glyngøre ligger. Lige nord for rute 26 er der også placeret et erhvervsområde, som bl.a. huser Royal Greenland Seafood A/S. I området er der place-

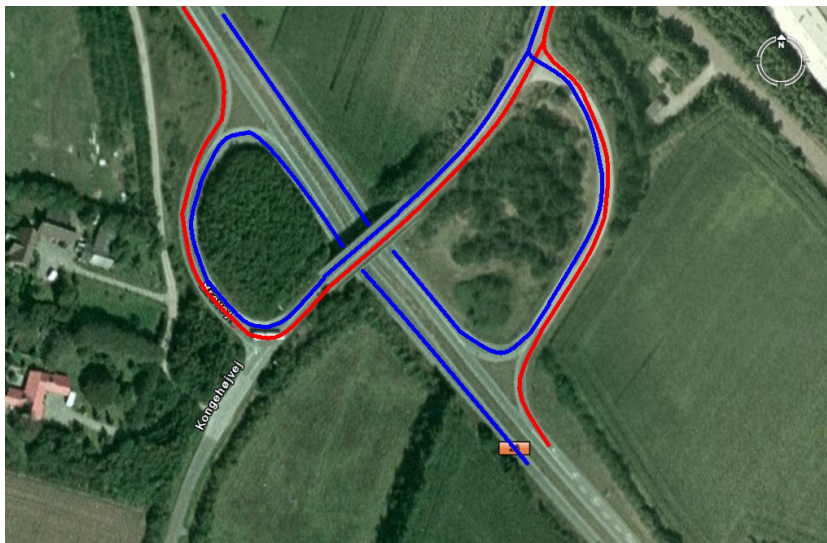
ret et større til- og frakørselsanlæg i form af et forskudt B-anlæg, som forbindelser rute 26 med Kongehøjvej, der fungere som adgangsvej til erhvervsområderne. Af figur B4.7 og B4.8 fremgår henholdsvis erhvervsområdets placering i tilknytning til rute 26 med den indlagte tvangsrute for modulvogntogene, samt det forskudte B-anlæg.



Figur B4.7

Erhvervsområde ved Glyngøre.
(Google Earth 2007 - Ortofoto)

- Erhvervsområde
- Forskudt B-anlæg
- Tvangsrute



Figur B4.8

Forskudt B-anlæg ved Glyngøre.
(Google Earth 2007 - Ortofoto)

- Svingbevægelser i henhold til rute mod erhvervsområdet
- Svingbevægelser i henhold til rute fra erhvervsområdet

Af figur B4.7 fremgår det, at modulvogntogene vil skulle benytte det forskudte B-anlæg for at få adgang til kommunevejnettet og dermed erhvervsområdet ved Glyngøre. Tvangsruten for modulvogntogene bevæger sig udenom byen af hensyn til støj- og trafikpåvirkning. I det forskudte B-anlægget vil der kun blive tilladt svingbeværelser i henhold til den valgte tvangsrute. Af figur B4.8 fremgår de svingbeværelser, som tillades i anlægget.

B4.5 Erhvervsområde nær Nykøbing Mors

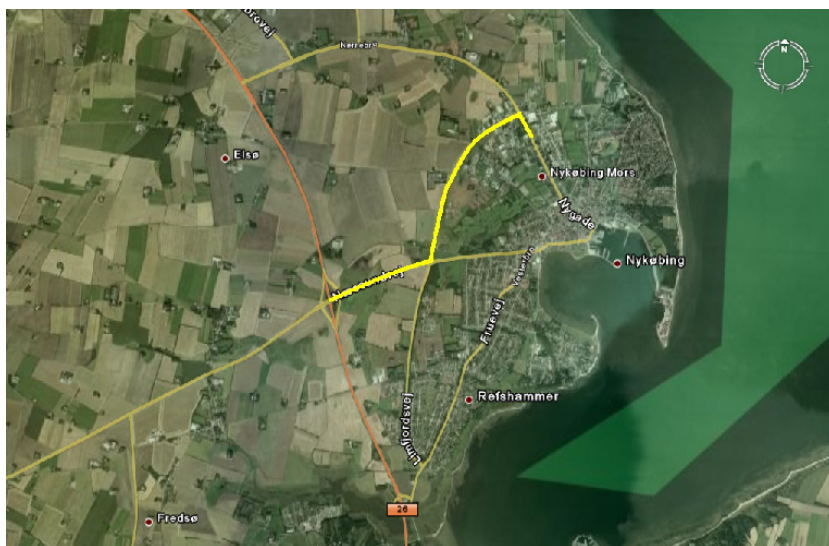
Omkring 8 km vest for Sallingsundbroen er der placeret et stort erhvervsområde i knytning til byen Nykøbing Mors. Selve området ligger ca. 3 km fra rute 26, og er forbundet med hovedlandevejen ved tre indfaldsveje, hvor den mest oplagte indfaldsvej til erhvervsområdet er tilkoblet rute 26 som et ruderanlæg.

Af figur B4.9 og B4.10 fremgår henholdsvis erhvervsområdets placering i tilknytning til rute 26 med den indlagte tvangsrute for modulvogntogene, samt ruderanlægget, der fungerer som adgangsvej til området.

Figur B4.9

Erhvervsområde ved Nykøbing Mors.
(Google Earth 2007 - Ortofoto)

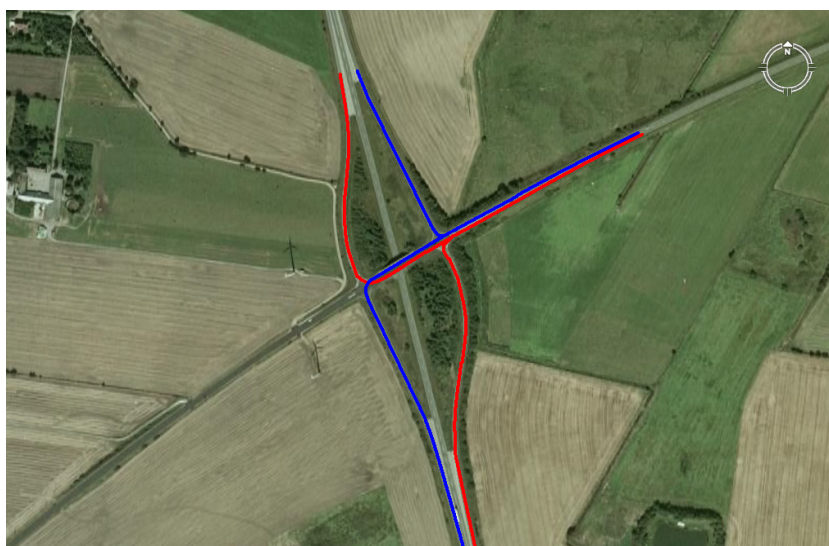
- Erhvervsområde
- Rudeanlæg
- Tvangsrute



Figur B4.10

Rudeanlæg ved Nykøbing Mors.
(Google Earth 2007 - Ortofoto).

- Svingbevægelser i henhold til rute mod erhvervsområdet
- Svingbevægelser i henhold til rute fra erhvervsområdet



Af figur B4.9 fremgår det, at modulvogntogene vil skulle benytte ruderanlægget til at få adgang til det kommunale vejnet, som leder frem til erhvervsområdet. I ruderanlægget vil der kun blive tilladt svingbeværelser i henhold til den valgte tvangsrute. Af figur B4.10 fremgår de svingbevægelser, som tillades i ruderanlægget.

Af figur B4.11 fremgår de 5 erhvervsområders placeringen i forhold til hinanden samt deres lokalisering i tilknytning til rute 26 mellem Århus og Hanstholm.



Figur B4.11

De 5 erhvervsområders placering i forhold til hinanden.

(Google Maps 2007 - Oversigtskort).

- Erhvervsområde ved Hammel
- Erhvervsområde ved Fårvang
- Erhvervsområde ved Viborg
- Erhvervsområde ved Glyngøre
- Erhvervsområde ved Nykøbing mors