

# **Modulvogntog**

**Intern udredning**

**Marts 2004**



**Trafikministeriet**

**Titel:** **Modulvogntog**

**Udgivet af:** Trafikministeriet  
Frederiksholms Kanal 27  
1220 København K  
e-mail: [trm@trm.dk](mailto:trm@trm.dk)  
[www.trm.dk](http://www.trm.dk)

**Udarbejdet af:** Trafikministeriet  
**ISBN:** 87-91013-53-4 (den elektroniske version)

# Indhold

1. Sammenfatning.....	5
1.1. Problemstilling.....	5
1.2. EU-aspekter.....	6
1.3. Forsøg.....	7
1.4. Internationale erfaringer.....	7
1.5. Trafiksikkerhed.....	8
1.6. Vejnettet.....	9
1.7. Efterspørgselsundersøgelse.....	12
1.8. Påvirkning af banetransport.....	13
1.9. Samfundsøkonomi.....	13
1.10. Finansiering.....	15
1.11. Samlet vurdering.....	15
2. Indledning.....	17
3. EU-aspekter.....	19
3.1. Rådskonvention 96/53/EU.....	19
3.2. ”Musketerer-eden”.....	20
3.3. Afgrænsninger af de teoretisk mulige modulvogntog.....	21
3.4. Forsøg.....	21
4. Internationale erfaringer.....	23
4.1. Sverige og Finland.....	23
4.2. Norge.....	23
4.3. Holland.....	24
4.4. Tyskland.....	24
4.5. Øvrige EU.....	24
4.6. TFK rapporten.....	24
5. Trafiksikkerhed.....	27
5.1. Problemstilling.....	27
5.2. Ulykker pr. vogntogskilometer.....	27
5.3. Ulykker pr. transporteret godsmængde.....	30
5.4. Det samlede transportarbejde.....	31
5.5. Vurdering af sikkerhedseffekt på begrænset dansk vejnet.....	32
5.6. Særlige trafiksikkerhedsmæssige forhold.....	34
5.7. Eventuelle særlige tekniske krav til modulvogntog.....	35
5.8. Trafikantadfærd.....	35
6. Vejnettet.....	37
6.1. Problemstilling.....	37
6.2. Principper for afgrænsning af et begrænset vejnet.....	39
6.3. Knudepunkter.....	40
6.4. Omkostningsoverslag.....	42
7. Efterspørgselsundersøgelse.....	43
7.1. Interview med vognmænd.....	43
Estimat af forventede besparelser.....	44
Besparelspotentiale (kørsel i DK, S og SF).....	45
Besparelspotentiale (kørsel sydpå).....	48
8. Konsekvenser for banetrafikken.....	49
9. Vurderinger af samfundsøkonomien.....	51
9.1. Ikke værdisatte effekter.....	53
9.2. Usikkerhed forbundet med analysen.....	54
10. Finansiering.....	55

# BILAG

Bilag 1. Afgrænset vejnet.

Bilag 2: Danske, svenske og finske regler for lastvogne.

Bilag 3: Tekniske krav til modulvogntog.

Bilag 4: Ændringer i drifts- og kapitalomkostninger ved brug af modulvogntog .

Bilag 5: Rådets direktiv 96/53/EF af 25. juli 1996.

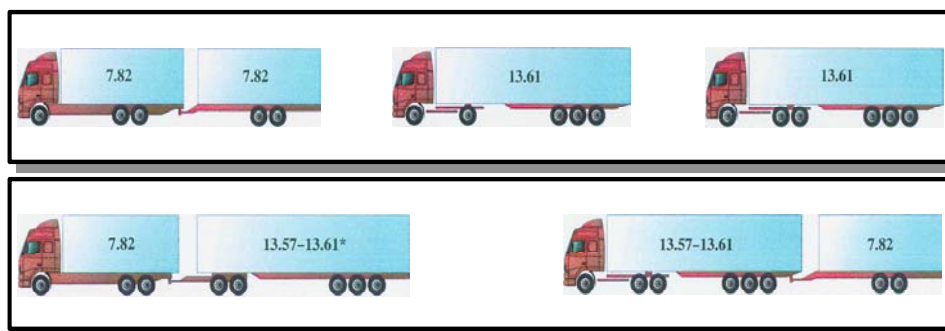
# 1. Sammenfatning

## 1.1. Problemstilling

Vognmandsbranchen har sat spørgsmålet om tilladelse til kørsel med modulvogntog i Danmark højt på erhvervets politiske dagsorden. Vognmandsbranchen ønsker, at der efter svensk og finsk forbillede gives tilladelse til kørsel med særligt lange, såkaldte modulvogntog. Konkret ønskes, at påhængsvogntogs 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.

Modulvogntog muliggør nye sammensætninger af vogntog med udnyttelse af komponenter, der i dag er tilladte i andre kombinationer, på en sådan måde at den samlede køretøjslængde og dermed kapaciteten øges.

Figur 1.1.: Traditionelt lastvogntog (øverst) og et modulvogntog (nederst).



En forøgelse af den maksimalt tilladte længde og totalvægt vil have konsekvenser for produktiviteten i transporterhvervet, trafiksikkerheden samt forurening og trængslen på vejene og vil udløse et behov for ændringer af veje, kryds og rundkørsler, for at modulvogntogene kan køre der. Ændringerne er nødvendige, idet det danske vejnet er dimensioneret bl.a. ud fra EU-krav fastsat til et køretøjs venderadler og arealkrav ved svingning. Modulvogntogene opfylder ikke tilnærmelsesvis disse krav.

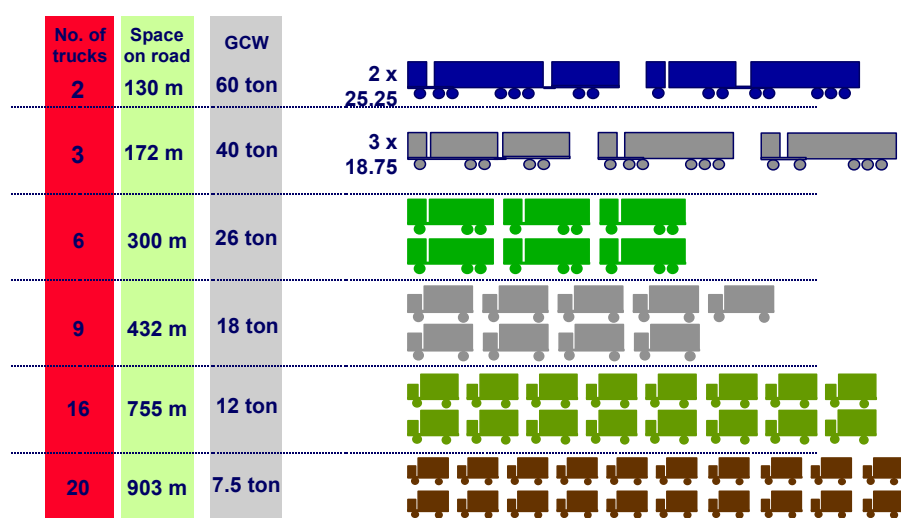
En generel tilpasning af især byernes infrastruktur til modulvogntogenes arealkrav må på forhånd anses for økonomisk uoverkommeligt samt sikkerhedsmæssigt og kulturelt uacceptabelt. Dette rejser spørgsmålet om, hvilke vejnet man i givet fald kan åbne for benyttelse af modulvogntog.

Interessen for eventuelt at tillade større lastbiler i Danmark har medført, at Trafikministeriet igangsatte et internt udredningsarbejde, der oversigtligt har skullet afdekke de sikkerhedsmæssige forhold, overveje et egnet vejnets afgrænsning samt belyse miljømæssige og samfundsøkonomiske forhold, såfremt kørsel med modulvogntog tillades i Danmark.

Resultatet af arbejdsgruppens arbejde skal medvirke til afklaring af, hvorvidt Danmark skal intensivere arbejdet med at få sat modulvogntog på den europæiske dagsorden, idet generelle forhold om køretøjers vægte og dimensioner er reguleret på fællesskabsniveau.

Det skal understreges, at rapporten indeholder en række skøn, der ikke repræsenterer en mere detaljeret (og omkostningskrævende) projektbearbejdning. Blot man holder fast i afgrænsningen af det foreslåede vejnet, er hovedkonklusionerne dog ganske robuste.

Figur 1.2: To modul-vogntog, med 60 tons totalvægt, kan erstatte tre "traditionelle" lastbil-vogntog med 40 tons, 6 med 26 tons, 9 med 18 tons, 16 med 12 tons og 20 med 7,5 tons.



## 1.2. EU-aspekter

I forbindelse med Sveriges og Finlands optagelse i EU blev der i 1996 vedtaget et EU-direktiv om vægt og dimensioner, hvoraf fremgår, at man ved *national* kørsel må benytte vogntog, der er længere end 18,75 m. Direktivet lovliggjorde Sveriges og Finlands nationale bestemmelser på det pågældende tidspunkt.

Hvis medlemsstaterne tillader sådanne særlige køretøjer, må det ikke påvirke den internationale konkurrence i væsentlig grad. Denne forudsætning anses for at være opfyldt, hvis den pågældende medlemsstat samtidig tillader anvendelse af kombinationer af køretøjer - der opfylder direktivets bilag - på en sådan måde, at man minimum opnår den ladd længde, der er tilladt i denne medlemsstat. Denne mulighed kaldes den modulære fremgangsmåde eller *modulvogntog*.

Det fremgår endvidere af en tilhørende rådserklæring, at Rådet har anmodet Kommissionen om at udarbejde en rapport, der skal belyse, ”om det er berettiget, at de lange vogntog anvendes af andre lande end Sverige og Finland, og om det vil kunne påvirke den internationale konkurrence mærkbart under hensyntagen til principperne om harmonisering og stabilisering af dimensioner for køretøjer til vejgodstransport.”

Rapportens resultater skal bruges til en vurdering af, om der generelt vil være grundlag for at ændre direktivet, herunder især længdebegrænsningen for internationale transportere på 18,75 m.

Alle EU-lande, bortset fra Sverige og Finland, har i den tilhørende rådserklæring lovet, at de ikke agter generelt at indføre den modulære fremgangsmåde (modulvogntog), førend Kommissionen har udarbejdet den ovennævnte rapport om konsekvenserne ved indførelse af modulvogntog i hele EU set i lyset af principperne om harmonisering og stabilisering af dimensionerne for køretøjer til vejgodstransport. Dette politiske løfte er efterfølgende blevet kendt som den såkaldte ”musketter-ed”. Danmark har i brev dateret den 26. september 2002 henvendt sig til Kommissionen og opfordret denne til at få lavet en sådan rapport. Kommissionen har i sit svar givet udtryk for en vurdering af, at der ikke skønnes at være tilstrækkelig bred fællesskabsinteresse i at indføre modulvogntog til, at en sådan undersøgelse kan prioriteres på indeværende tidspunkt.

### **1.3. Forsøg**

Efter Rådets direktiv 96/53/EF, art. 4, stk. 5, er der mulighed for at gennemføre forsøg med lokal transport i en afgrænset periode, selv om en eller flere af direktivets bestemmelser ikke er opfyldte. Betingelserne er, at der skal indgå ny teknologi eller nye koncepter i forsøget, og at medlemsstaten underretter Kommissionen herom.

Der kan være fordele ved i givet fald at tillade modulvogntogskørsel efter forsøgsparagraffen, idet der kan knyttes en række betingelser til forsøget, fx at køretøjerne skal have særligt sikkerhedsudstyr.

### **1.4. Internationale erfaringer**

De lange vogntog findes i dag i Sverige og Finland, hvor der er en lang tradition for at bruge lange køretøjer, og hvor der derfor gennem årene er taget hensyn hertil ved vejnettets udformning.

I Holland har der siden januar 2000 været gennemført forsøgskørsler med modulvogntog. Fire udvalgte vognmandsfirmaer har deltaget i testkørsler på et begrænset vejnet primært mellem intermodale terminaler i Rotterdams havneområde og Waalhaven.

Det hollandske parlament har i december 2003 godkendt et nyt forsøg med 25,25 meter modulvogntog. Forsøgsperioden bliver fra 1. februar 2004 til 1. november 2006 og vil komme til at omfatte op til 300 modulvogntog fra op til 100 forskellige transportfirmaer. De vil om nødvendigt blive udvalgt ved lodtrækning. Vogntogene må kun køre på det hollandske motorvejsnet og til destinationer maksimalt 20 km væk fra motorvejene, dog ikke bykerner og små byer, hvor vejnettet ikke er dimensioneret til lange lastbiler.

I Tyskland har der på strækningen Hamborg-Lübeck siden 1986 været et stadigt stigende antal containertransporter med køretøjer, som f.eks. kan medbringe en lastet 20 fods container på forvognen og en lastet 40 fods container eller to lastede 20 fods containere på påhængsvognen. De tyske myndigheder har dog betinget sig, at

der ikke køres uden for den direkte rute. Vognmandsfirmaet, der har tilladelsen, ville gerne have udvidet ordningen til også at omfatte strækningen Hamborg-Bremerhaven, men har ikke fået en sådan tilladelse. Den præcise længde på disse vogntog kendes ikke, men baseret på oplysningen om at de kan transportere eksempelvis en 40 fods og en 20 fods container, må længden antages at være i underkanten af de 25 meter.

I Norge har man lavet indledende undersøgelser med henblik på at overveje tilladelse til modulvogntog. Norge er ikke bundet af direktivet (96/53/EF) om maksimale længder for vogntog.

På baggrund af høringssvar og trafikikkerhedsmæssige overvejelser har den norske regering besluttet, at modulvogntog ikke skal indføres i Norge nu. Der skal laves yderligere undersøgelser. Statens Vegvesen konkluderede i oktober 2001, at ulykkesomkostningerne på det udpegede norske vejnet ville blive øget med ca. 25 pct. for disse køretøjer, hvis køretøjslængden blev øget fra 18,75 meter til 25,25 meter. I Norge ville dette betyde omkostningsstigninger på 2.6 mio. kr. sammenholdt med samlede årlige ulykkesomkostninger på ca. 25 mia. kr.

Der foreligger ikke oplysninger om erfaringer med modulvogntog i øvrige EU-lande.

### **1.5. Trafikkerhed**

Den trafikikkerhedsmæssige virkning af en eventuel indførelse af modulvogntog vil afhænge af en række faktorer, og der er både sikkerhedsmæssige fordele og ulemper. Ser man isoleret på sikkerheden pr. kørt kilometer, er der ingen tvivl om, at risikoen både for uheld og for skader er højere med et modulvogntog end med et traditionelt vogntog.

Modulvogntogens største sikkerhedsmæssige handicap er, at de er mere aggressive end andre vogntog. Hvis de involveres i et uheld, bliver uheldet alvorligere end med et almindeligt vogntog. Modelberegninger viser således, at hvis føreren af et vogntog under kørsel på motorvej med 90 km/t opdager, at bilerne 50 m længere fremme er standset, vil et almindeligt vogntog med stor sandsynlighed medføre dødelige kvæstelser i de fire bageste biler, mens et modulvogntog vil medføre dødelige kvæstelser i de fem bageste biler. Omvendt vil en fornuftig udnyttelse af kapaciteten i modulvogntog medføre, at antallet af lastbilkilometre, der skal tilbagelægges for at udføre et givet transportarbejde, kan reduceres. Hermed opnås der alt andet lige en sikkerhedsmæssig gevinst pga. de færre vogntog på vejene.

Aggressiviteten har sandsynligvis større betydning på motorvejsnettet end på det øvrige vejnet. Det skyldes, at en meget stor del af de alvorligste lastbiluheld på motorvejsnettet involverer en lastbil, som påkører holdende eller langsommekørende biler. Omvendt har mange af modulvogntogens øvrige, sikkerhedsmæssige ulemper relativt ringe betydning på motorvejsnettet, men større betydning på det øvrige vejnet. Det gælder eksempelvis de forringede manøvre muligheder, som vil give forlænget eksponeringstid i forbindelse med svingning mv. under snævre pladsforhold og de forlængede overhalingstider. Modulvogntogens lidt ringere bremseegenskaber vil øge risikoen både ved motorvejskørsel og ved kørsel på det øvrige vejnet.



Samlet konkluderes det, at den trafikikkerhedsmæssige betydning af en eventuel indførelse af modulvogntog vil være begrænset, men positiv, såfremt modulvogntogskørsel alene tillades på motorvejsnettet med tilhørende, udvalgte knudepunkter. En udvidelse af det tilladte vejnet vil kunne betyde en væsentligt forøget uheldsrisiko. For det første fordi modulvogntogene er relativt farligere uden for motorvejene. For det andet fordi øgede dimensioner i kryds og på strækninger som følge af ombygninger vil kunne få en betydelig negativ indflydelse på sikkerheden for andre trafikanter. Dette skyldes bl.a. øgede hastigheder (da hastigheden påvirkes af pladsforholdene) og forringede vilkår for bløde trafikanter f.eks. i forbindelse med udbyggede, større kryds. Sådanne sikkerhedsmæssige forringelser for andre trafikanter vil optræde, uanset om der konkret kører modulvogntog eller ej.

Vogntogenes sikkerhedsegenskaber kan dog, med allerede kendt teknologi forbedres væsentligt på fire områder:

- Ved at benytte EBS (Elektronisk Bremse System) på hele vogntoget således at der opnås en kortere standselængde end for almindelige vogntog.
- Ved at benytte ESP (Elektronisk Stabilitets Program), der er et system, der stabiliserer og bremser vogntoget i kritiske situationer, og derved nedsætter risikoen for, at det vælter.
- Ved at kræve antikollisionssikring ved hjælp af et system, der konstant måler afstanden til den forankørende og advarer føreren og aktiverer bremsen, hvis der opstår risiko for kollision.
- Ved at kræve et såkaldt Front Underrun Protection System (FUPS), som er en forkofanger, der sikrer at lastbilen ikke kører op over en bil ved kollision.

Endvidere vil sikkerheden kunne fremmes ved at stille krav om montering af et positioneringssystem til effektiv kontrol af, at kørsel ikke finder sted uden for det afgrænsede vejnet, som modulvogntogene i givet fald får tilladelse til at benytte.

Ingen af disse krav kan i dag stilles til modulvogntog, men vil kunne kræves opfyldt i forbindelse med gennemførelse af en forsøgsordning, og naturligvis også hvis modulvogntog generelt indføres på EU-plan ved en direktivændring, der indeholder sådanne bestemmelser.

### ***1.6. Vejnettet***

Modulvogntog kræver mere plads til en række manøvrer på vejen end andre køretøjstyper. Det forøgede pladskrav kan illustreres ved, at et almindeligt sættevogntog på 16,5 m kræver en mindste ydre diameter i en rundkørsel eller et stort sving på 56 m for at blive inden for en standard vognbanebredde på 3,5 m. Et modulvogntog vil kræve en mindste ydre diameter på 64,5 m for at klare samme krav.

Det danske vejnet er, i modsætning til det svenske og finske, ikke dimensioneret til modulvogntog. Der kræves mere plads for at passere rundkørsler og til at svinge, uden at komme over i den modsatte vognbane. Disse problemer er størst i byer.

Jo større vejnet, der inddrages, jo dyrere vil det blive at sikre trafikalt acceptable forhold. Udpegningen af et muligt vejnet for modulvogntog er sket ud fra ønsket om at definere et vejnet, som på den ene side inddrager væsentlige omkoblingspladser og betjener væsentlige dele af de overordnede godstransportstrømme, og på den anden side begrænser omkostningerne til nødvendige ændringer af vejnettet.

Det begrænsede vejnet er vist i fig. 1.2 og består hovedsagelig af motorvejsnettet, E-vejnettet og dette nets porte til vore nabolande. Dette vejnet tager endvidere hensyn til trafikafviklingsmæssige og trafikikkerhedsmæssige forhold.

Der vil givetvis være stor interesse fra erhvervskredse mange steder i landet, der ikke har umiddelbar adgang til det udpegede net, i at få forbedrede muligheder for adgang til ”modulvogntogsnettet”.

Som fremhævet er det imidlertid hverken sikkerhedsmæssigt tilrådeligt, økonomisk realistisk eller EU-aftalemæssigt muligt, at eventuelle modulvogntog kan få fri adgang til det samlede vejnet. Et vigtigt element bliver derfor at fastlægge godsknudepunkter, der kan gøres velegnede som omkoblingspladser for modulvogntog. Vogntogene vil her kunne opformeres, som det eksempelvis allerede sker i Malmø i dag for visse danske vognmænds vedkommende.

Fig. 1.3. Kort over egnet vejnet med godsknudepunkter indtegnet.



#### Signaturforklaring:

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

Omkostningerne til at etablere velegnede omkoblingspladser på rastepladser langs motorvejsnettet og skabe rimelige adgangsforhold hertil er med en vis usikkerhed skønnet til 205 - 225 mio. kr. langs det statslige vejnet. Hertil kommer omkostninger til at skabe adgang til grænseovergange, toldoplæg o.l. på en meget begrænset del af det ikke-statslige vejnet, som med endnu større usikkerhed kan anslås til ca. 15-20 mio. kr. De samlede investeringer til opgradering af et begrænset vejnet kan derfor oversigtligt anslås til mellem 220 mio. kr. og 245 mio. kr. Overslaget base-

rer sig på de givne forudsætninger om vejnet mv. En egentlig vurdering af investeringsniveauet må bero dels på en endelig fastlæggelse af vejnet, dels en detailprojektering herfor. Der er i de samfundsøkonomiske beregninger endvidere gennemført følsomhedsanalyser for at belyse effekten af ekstraomkostninger ved brug af en modulvogntogstype opbygget med sættevogn og kærre (der stiller lidt større krav til vejarealerne), end der er forudsat i nærværende vurdering.

### **1.7. Efterspørgselsundersøgelse**

Brugen af modulvogntog vil afhænge af en række forskellige forhold, hvor de vigtigste er behovet for at transportere større samlede partier over længere afstande og tilgængeligheden til et vejnet, hvor modulvogntogskørsel er tilladt.

Som del af kortlægningen af transporterhvervets interesse for modulvogntog er gennemført interviews med en række transportvirksomheder.

Blandt de interviewede vognmænd og ”vognmandsspeditorer” er der som udgangspunkt stor interesse for modulvogntogene og generelt et ønske om at få tilladelse til kørsel med disse i Danmark. Der er i vognmandserhvervet forståelse for, at kørsel med modulvogntog ikke kan finde sted på samme måde i Danmark, som tilfældet er i Sverige, hvor kørsel er tilladt på ca. 93 pct. af vejnettet.

I alt skønnes der at blive kørt 400 mio. km med danske vogntog på det danske motorvejsnet. Af disse kilometre anses kun en mindre del at kunne overflyttes til modulvogntog, idet det forudsættes, at kørsel med modulvogntog kun vil være af reel interesse på ture med en længde på mere end 200 km. Desuden betyder bindingen til motorvejsnettet og relativt få knudepunkter, at en række transporter med start- og/eller slutpunkt uden for dette net ikke med fordel vil kunne omlægges til modulvogntog. Det er beregningsmæssigt forudsat, at der på en tredjedel af de udførte ture gennemføres en omkobling af modulvogntoget til almindelige vogntog på de såkaldte omkoblingspladser eller i transportcentrene. De omkoblede vogntog vil efterfølgende kunne køre til og fra destinationer, der er lokaliseret uden for motorvejsnettet og de forudsatte knudepunkter. Det er dog vurderingen, at der her vil være tale om en begrænset mængde transporter, der kun kører relativt korte ture.

Baseret på disse forudsætninger er det med forsigtighed anslået, at der kan omlægges kørsel fra bestående vogntog til modulvogntog i størrelsesordenen 32 mio. køretøjskilometre pr. år. Det skønnede besparelsespotentiale kan på samme måde anslås til næppe under 16 mio. køretøjskilometre pr. år. Dette svarer til en besparelse på ca. 133 vogntog, der ville kunne fjernes fra vejene, mens andre 266 bestående vogntog omdannes til modulvogntog.

Den økonomiske nettobesparelse herved kan anslås til ca. 84 mio. kr. i sparede drifts- og kapitalomkostninger pr. år. I dette tal er indregnet meromkostninger til kørsel mellem start- og slutdestinationer beliggende uden for motorvejsnettet og omkoblingspladserne for den ovenfor beskrevne kørsel. Besparelserne skønnes at ville udgøre 15-20 pct. af de samlede transportomkostninger for et almindeligt vogntog.

Såfremt kørsel med modulvogntog blev tilladt i hele EU, bliver besparelsespotentialet naturligvis betydeligt større.

### ***1.8. Påvirkning af banetransport***

En mere effektiv lastbiltransport vil betyde besparelser for erhvervslivets samlede transportomkostninger. Modulvogntog må forventes at ville påvirke bestræbelserne på at flytte gods fra lastbil til bane og vil i Danmark kunne påføre kombishuttler og andre heltog mellem terminaler i Vest- og Østdanmark en hel del konkurrence, idet en reduktion i transportomkostningerne i den størrelsesorden modulvogntog forventes at kunne føre til sammenholdt med almindelige vogntog, næppe vil kunne matches af jernbanen.

Den internationale trafik til og fra Danmark/Skandinavien vil også kunne påvirkes, idet modulvogntog umiddelbart vil kunne køre i en række af disse relationer (eksempelvis Hålsingborg- Høje Taastrup/Taulov), mens det er noget sværere på dette stadi at vurdere effekterne for trafikken til og fra det øvrige Europa, såfremt der åbnes for kørsel med modulvogntog i hele Europa. Umiddelbart er det dog fra baneside vurderingen, at en sådan åbning vil kunne medføre betydelige konsekvenser for banernes markedsandele på en række produkter.

Omkostningsreduktionerne ved modulvogntog vil påvirke konkurrenceforholdet i negativ retning set fra banernes side. Kvaliteten af det transporttilbud, banerne kan tilbyde, har imidlertid nok så stor indflydelse på konkurrenceforholdet mellem de to transportformer, og i den udstrækning denne kvalitet kan øges, vil banerne i nogen udstrækning kunne modvirke en effekt fra modulvogntog.

### ***1.9. Samfundsøkonomi***

Udover de driftsfordele, anvendelse af modulvogntog medfører, tager de samfundsøkonomiske beregninger hensyn til sikkerhedsmæssige, miljømæssige og fiskale effekter samt til omkostninger til tilpasning af et begrænset vejnet ved introduktion af modulvogntog

I nedenstående tabel er anført et skøn over de samfundsøkonomiske konsekvenser ved at tillade kørsel med modulvogntog på et begrænset vejnet hovedsageligt bestående af motorvejsnettet og med tilslutning til et begrænset antal knudepunkter. Der er dels tale om engangsinvesteringer, dels løbende effekter, der opgøres årligt. Den nedenstående tabel viser i forenklet form hovedresultaterne af den samfundsøkonomiske analyse. En mere detaljeret gennemgang af tallene og metoden bag kan findes i kapitel 9.

Tabel 1.1.: Samfundsøkonomiske konsekvenser

Hovedposter:	Mio. kr. (Prisniveau 2003)
<i>Værdisatte effekter</i>	
Investeringer i infrastruktur (engangsudgift)	245
Driftsomkostning til vedligehold af omkøblingspladser kr./år	5
Sparede driftsomkostninger for køretøjer kr./år	84
Sparede emissioner kr./år	1,1
Sparet CO2 kr./år	0,5
Mistet afgiftsprovener pga. reducerede indtægter fra dieselafgift, Eurovignet og vægtafgift mv. per år (korrigeret for afgiftsindtægter ved den alternative anvendelse af besparelserne)	4,6
Forvridningstab fra anlægsomkostninger og mistet afgiftsprovener i alt (engangstab)	110
Nettonutidsværdi (NNV), i alt (30 år)	608
Benefit-cost-rate (NNV ift. nettoudgiften for de offentlige kasser)	1,7
<i>Ikke værdisatte effekter</i>	
Ændringer i antal uheld	(+)
Regional økonomiske konsekvenser	+ (grundet reducerede transportomkostninger generelt)
Støj	+
Trængsel	+
Barrierevirkninger, landskab og bykvalitet, rekreative områder	? (afhænger af hvordan færre, men større vogntog sammenlignet med flere lastbiler før opfattes)

Skønnet over omkostninger til investeringer i infrastruktur er foretaget ud fra den mindst pladskrævende modulvogntogstype. Det er vurderingen, at merinvesteringer i infrastrukturen betinget af kørsel med den mere pladskrævende vogntype i givet fald vil medføre meromkostninger på maksimalt 9 mio. kr.

Ovenstående antagelser, der vurderes at være et skøn på den forsigtige side over driftsfordelene, medfører en anslået samfundsøkonomisk tilbagebetalingstid på godt 4 år, og en nettonutidsværdi på ca. 608 mio. kr.

Omkostningerne til tilpasning af infrastrukturen er overslagsmæssigt opgjort og forventes at stige kraftigt i takt med en udvidelse af det vejnet, hvor kørsel med modulvogntog tillades. Besparelser i form af mindre støjbelastning, og reducerede

trængselsomkostninger samt en forventet regional økonomisk udvikling vil trække i positiv retning, men er ikke opgjort. Den sikkerhedsmæssige effekt vurderes svagt positiv med den forudsatte vejnetafgrænsning, men er ikke kvantificeret på grund af dens størrelse sammenholdt med opgørelsesusikkerheden.

Det samlede resultatet vurderes at være rimelig robust for selv store udsving i de betydende elementer som anlægsomkostninger og driftsbesparelser, jf. afsnit 9.2.

### ***1.10. Finansiering***

Selv om samfundsøkonomien synes særdeles positiv ved at tillade modulvogntog på motorvejsnettet, udestår der et reelt finansieringsproblem, idet fordelene umiddelbart tilfalder erhvervene, mens hovedparten af omkostningerne i givet fald skal afholdes over statsbudgettet og typisk vil indebære nedprioritering af andre, ellers højt prioriterede opgaver.

Idet modulvogntog har en større tilladt totalvægt end de nuværende 48 tons, vil det under respekt af skattestoppet være muligt at introducere en ny vægtgrænse og dermed skabe et vægtafgiftsprovener. Sammenholdt med bortfaldet af øvrige afgifter samt forrentning og afskrivninger af investeringerne vil der dog være tale om en mindre indtægt. Eventuelt kan opkrævning af betaling for brug af sikrede omkoblingspladser overvejes for at skaffe dækning til udgifter i forbindelse med disse pladser.

De finansieringsmæssige problemer samt mulighederne for at opbygge konkrete erfaringer med kørsel med modulvogntog kunne tale for at indlede et forsøg med trinvis udbygning af opkoblingspladser.

### ***1.11. Samlet vurdering***

En generel tilladelse til kørsel med modulvogntog i Danmark er af EU-aftalemæssige hensyn ikke mulig.

En ordning, hvor tilladelse gives til kørsel på et begrænset vejnet i Danmark, vil kunne overvejes. Omkostningerne til tilpasning af infrastrukturen vokser stærkt med størrelsen af det vejnet, der tillades modulvogntogskørsel på. Det samme gør de sikkerhedsmæssige problemer.

Tilladelse til modulvogntogskørsel på et begrænset vejnet hovedsageligt bestående af motorvejsnettet vil samfundsøkonomisk være meget positivt. De årlige driftsbesparelser og miljøgevinster opvejer langt omkostningerne til infrastrukturtilpasning. Ulykkeseffekten skønnes samlet set at være nogenlunde neutral, så længe trafikken koncentrerer sig til motorvejsnettet. Alt andet lige må det dog forventes, at enkeltstående trafikulykker med modulvogntog kan indebære større skader materielt og menneskeligt end tilsvarende med almindelige vogntog.

Der udestår et væsentligt finansielt problem, idet de kontante fordele tilfalder den private sektor, mens omkostningerne traditionelt opfattes som liggende i den offentlige sektor.

Fordelene vil klart være størst, hvis det kan gøres lovligt at køre med modulvogn-tog i international trafik i hele EU.

På den baggrund kan det overvejes, hvordan der kan skaffes finansiering til at iværksætte et trinvist udbygget forsøg med modulvognskørsel fra omkøblingspladser langs motorvejsnettet. Offentligt-privat-partnerskabsmodeller kan indgå i overvejelserne. Som led i et eventuelt forsøg bør der stilles særlige sikkerhedsmæssige krav til køretøjer, der indgår i modulvogn-togkombinationer.

Det kan desuden anbefales, at Danmark anmoder Kommissionen om at gennemføre de analyser, der tidligere er aftalt. Inden da kunne der søges støtte til ideen blandt de øvrige nordiske lande samt hos Holland og evt. Tyskland for at tage spørgsmålet om køretøjslængder op mere generelt i EU-regi.



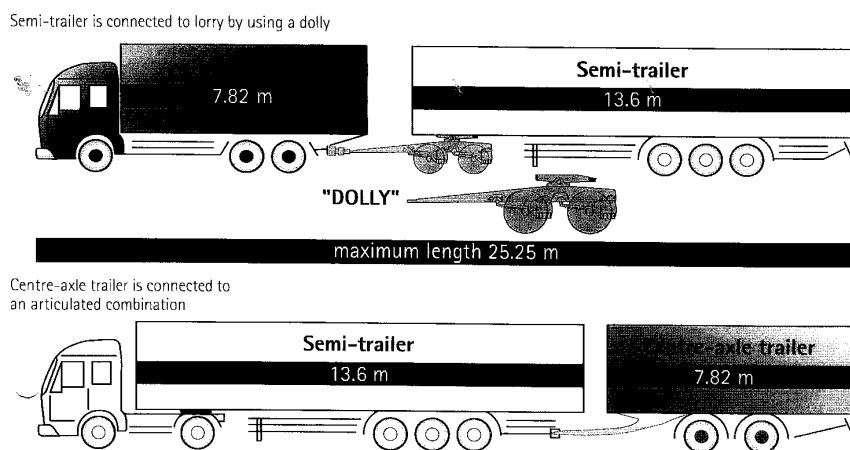
## 2. Indledning

Samfundet har en generel interesse i, at godstrafikken afvikles på en effektiv måde. Størrelsen af de enkelte køretøjer og mængden af gods, der kan lastes, har indflydelse på effektiviteten og dermed på transportøkonomien.

Modulvogntog har en større lastkapacitet end traditionelle vogntog, lastevnen øges med ca. 8 tons (25 pct.) i forhold til de mest lastende af de nuværende vogntog (sættevogntog), og nyttevolumen øges med ca. 40 m<sup>3</sup> (37 pct.) i forhold til de største nuværende vogntog (påhængsvogntog) og med op til 56 pct. i forhold til sættevogntog.

Modulkonceptet bygger på en anderledes kombination af eksisterende køretøjsenheder, hvorved både den samlede længde og vægt af vogntoget forøges.

Figur 2.1.: De to modulvogntogskombinationer



For den praktiske beregning antages, at to modulvogntog kan erstatte tre almindelige vogntog, dvs. at der rent teoretisk kan ske en reduktion af mængden af vogntog med en tredjedel i de sammenhænge, hvor modulvogntog med fordel kan anvendes.

Vognmandsbranchen har sat spørgsmålet om tilladelse til kørsel med modulvogntog i Danmark højt på erhvervets politiske dagsorden. Vognmandsbranchen ønsker, at der på visse udvalgte veje, efter svensk og finsk forbillede, indføres en samlet skandinavisk model med tilladelse til kørsel med modulvogntog. Forslaget indebærer, at vogntogs maksimale længde forøges fra de nuværende 18,75 m til 25,25 m. Endvidere at den højeste tilladte vogntogsvægt øges fra de nuværende 48 tons (40 tons i international trafik) til 60 tons.

Det er vognmandsbranchens opfattelse, at dette tiltag kan bidrage til at nedbringe forureningen og trængslen på vejene, forøge trafiksikkerheden og øge produktiviteten i transporterhvervet.

Modulvogntoget kan udføre transporter billigere end traditionelle vogntog udregnet pr tons gods eller pr volumenhed gods, idet kapaciteten er markant større, og en række af de mest tyngende omkostninger ikke ændres ved at skifte et traditionelt vogntog ud med et modulvogntog. Blandt disse kan peges på chaufføromkostningen, den største del af kapitalomkostningen til materiel, generelle vedligeholdelsesomkostninger samt forsikring. Derimod må forventes en noget større brændstofomkostning, ligesom der skal medregnes omkostninger til indkøb samt drift af en såkaldt dolly i den ene kombination, eller en tilpasning af sættevognen i den anden.

Samlet kan der dog realiseres omkostningsbesparelser i en forventet størrelsesorden på ca. 20 pct., såfremt der kan opnås de samme udlastningsgrader på de traditionelle vogntog og modulvogntog.

Selv med et noget større brændstofforbrug på modulvogntog vil der samlet kunne opnås en ganske pæn brændstofbesparelse ved brug af disse, hvilket ligeledes fører til en miljøgevinst. Endelig kan det antages, at akseltrykket falder lidt på modulvogntog sammenholdt med traditionelle vogntog, hvilket medfører en lidt mindre belastning af vejnettet.

Omvendt kræver modulvogntog mere plads til en række manøvrer på vejen end andre køretøjstyper. Tilladelse til kørsel med modulvogntog vil derfor kræve en række tilpasninger af vejinfrastrukturen ligesom der, afhængig af hvilket vejnet modulvogntog tillades på, vil være behov for en række omkoblingspladser, hvor modulvogntog kan deles og samles til almindelige vogntog.

Endvidere er der sikkerhedsmæssige aspekter knyttet til kørsel med modulvogntog. Erfaringer fra udlandet er få, men Transport Økonomisk Institut i Norge har estimeret, at uheldsomkostningerne ved kørsel med modulvogntog vil ligge 25 pct. over almindelige vogntog. I modsat retning trækker reduktionen i det samlede antal vogntogskilometre. Det forudsættes i øvrigt, at modulvogntog i Danmark langt overvejende kun vil få adgang til motorvejsnettet, og derfor sjældent vil være i kontakt med bløde trafikanter.

De omkostningsmæssige fordele, der kan være forbundet med brugen af modulvogntog, vil generelt være til gavn for vognmandserhvervet og dets kunder, men vil kunne medføre en forringelse af jernbanens og færgeselskabers konkurrencekraft til skade for disse selskabers økonomi. Samlet set vil en tilladelse til kørsel med modulvogntog kunne føre til en række fordele for vognmandserhvervet og dets kunder, ligesom der kan være en række samfundsmæssige gevinster forbundet hermed. Tilladelse til modulvognskørsel vil dog forudsætte en række, overvejende statslige investeringer i infrastrukturen, ligesom sikkerhedsforhold og konkurrenceforholdene primært over for jernbane og færge vil blive påvirket. I det efterfølgende søges såvel de positive som de negative aspekter knyttet til brugen af modulvogntog på et begrænset vejnet i Danmark belyst lidt nærmere.

## 3. EU-aspekter

### 3.1. Rådskonvention 96/53/EU

Direktiv 96/53/EF indeholder de gældende regler om fastsættelse af de største tilladte dimensioner i national og international trafik og største tilladte vægt i international trafik for visse vej køretøjer i brug i Fællesskabet.

Direktivet er ændret ved direktiv 2002/7/EF af 18. februar 2002 om forøgede længder af busser. Hovedreglen er, at de længste tilladte vogntog i EU er påhængsvogntog, hvis længde ikke må overstige 18,75 m

I hovedtræk er EU-dimensionerne for køretøjer følgende:

Kategori	maks. længde	maks. totalvægt	maks. akseltryk
Lastbil	12 m	ingen øvre grænse, men medlemsstater skal tillade op til 26.000 kg på 3-akslede	ingen øvre grænse, men øvrige medlemsstater skal tillade 11.500 kg på drivaksel, op til 19.000 på bogie og 10.000 kg på én aksel
Påhængsvogn	12 m	ingen øvre grænse, men medlemsstater skal tillade op til 24.000 kg på 3-akslede	ingen øvre grænse, men medlemsstater skal tillade op til 20.000 på bogie og 10.000 kg på én aksel
Sættevogntog	16,5 m	ingen øvre grænse, men medlemsstater skal tillade op til 40.000 (44.000) kg på 5 og 6-akslede	ingen øvre grænse, men medlemsstater skal tillade op til 24.000 kg på 3-akslede sættevogne
Påhængsvogntog	18,75 m	ingen øvre grænse, men medlemsstater skal tillade op til 40.000 kg på 5 og 6-akslede	ingen øvre grænse, men medlemsstater skal tillade op til 24.000 kg på 3-akslede påhængsvogne

Dimensionerne gælder såvel national som international trafik. For så vidt angår totalvægt og akseltryk gælder, at medlemsstaterne ikke må forbyde kørsel med køretøjer og vogntog, der opfylder de ovennævnte grænser. Tallet i parentes vedrører kørsel med sættevogntog, som i kombineret transport medbringer en 40-fods ISO container.

Medlemsstaterne kan i henhold til direktivet tillade *national* godstransport med køretøjer og vogntog, selv om de overskrider ovennævnte akseltryk og vægtgrænserne på 40 (44) tons. Danmark tillader fx totalvægte på indtil 48 tons. Sverige og Finland har også udnyttet denne mulighed, men med langt højere vægte, hvilket også er nødvendigt, hvis de skal udnytte deres lange vogntog.

Af særlig interesse i forbindelse med modulvogntog er en undtagelsesbestemmelse i direktivet (art. 4, stk. 4), som åbner mulighed for, at medlemsstaterne kan tillade, at køretøjer eller vogntog til transport, som benyttes til visse former for *national* transportvirksomhed, der ikke påvirker den internationale konkurrence i transportsektoren i væsentlig grad, bruges på deres område, selv om køretøjerne og vogntogene afviger fra en del af de i direktivet anførte grænser, herunder fx længde, bredde og laddlængde. Undtagelsesbestemmelsen forudsætter dog opfyldelse af visse vilkår.

Den aktuelle betingelse for modulvogntog er, at den medlemsstat, der tillader afvigelser fra dimensionsbestemmelserne, ligeledes tillader anvendelse af motorkøretøjer, påhængsvogne og sættevogne, som overholder direktivets dimensionsbestemmelser, og som kombineres på en sådan måde, at man som minimum opnår den laddlængde, der er tilladt i den pågældende medlemsstat, således at alle transportvirksomheder kan opnå lige konkurrencevilkår (Modulær fremgangsmåde). Ekstra laddlængde skal således ikke være forbeholdt specielle vogntyper, men skal kunne opbygges af enheder, der hver for sig kan anvendes i andre kombinationer.

Udtrykket ”Modulær fremgangsmåde” blev indsat i direktivet for at tage hensyn til situationen i to nye medlemslande, som af særlige geografiske, økonomiske og miljømæssige årsager i deres respektive, gældende lovgivninger allerede tillod trafik på deres områder med vogntog, der er meget længere end normen i Fællesskabet. Disse lande er Sverige og Finland.

Det er således muligt i henhold til selve direktivets ordlyd at tillade modulvogntog, også i medlemsstaterne.

Efter art. 4, stk. 5, i direktiv 96/53/EF kan medlemsstaterne endvidere tillade, at køretøjer eller vogntog, hvori der indgår ny teknologi eller nye koncepter, benyttes til lokal transportvirksomhed i en forsøgsperiode, selv om en eller flere af direktivets bestemmelser ikke er opfyldt. Sådan tilladelse til national transport er betinget af, at medlemsstaterne underretter Kommissionen herom

### 3.2. ”Musketer-eden”

I en erklæring af 9. juli 1996, til optagelse i protokollen for den rådssamling, hvor Rådets direktiv om fastsættelse af de største tilladte dimensioner i national og international trafik og største tilladte vægt i international trafik for visse vejkøretøjer i brug i Fællesskabet blev vedtaget, anmoder Rådet Kommissionen om snarest muligt at forelægge en rapport over virkningerne af undtagelsesbestemmelsen om modulvogntog, således at det kan vurderes, om det er berettiget, at den eventuelt anvendes af andre lande end Finland og Sverige, og om den vil kunne påvirke den internationale konkurrence mærkbart set i lyset af principperne om harmonisering og stabilisering af dimensionerne for køretøjer til vejgodstransport.

Indtil en undersøgelse er gennemført erklærede B, DK, D, Gr, E, F, Irl, I, Lux, NL, A og UK, ”at de ikke agter generelt, alt efter omstændighederne, at indføre eller udvide den modulære fremgangsmåde som omhandlet i ovennævnte direktivs art. 4, stk. 4, b.”

Denne erklæring – Musketer eden – er således en politisk aftale, som medlemsstaterne har bundet sig til.

Den omtalte Kommissions-rapport er endnu ikke udarbejdet. Det kan dog tilføjes, at det af præamblen, pkt. 5, i en direktivændring ( dir. 2002/7/EF om forøgede længder på busser) fremgår, at harmoniserede regler om største vægt og dimensioner for køretøjer bør forblive stabile på langt sigt, og at den foretagne ændring af direktivet således ikke danner præcedens for største tillade vægte og dimensioner for busser og andre klasser af motorkøretøjer.

Færdselsstyrelsen har den 17. april 2002 skrevet til Kommissionen og spurgt til det forventede færdiggørelsestidspunkt for ovennævnte udredning. Kommissionen har sit svar af 3. maj 2002 oplyst, at da medlemslandene indtil videre ikke har udtrykt ønske om, at vognogsvægtgrænserne eller længdegrænserne skal ændres, har Kommissionen ikke fundet anledning til at udarbejde en rapport.

Færdselsstyrelsen har i et brev til Kommissionen dateret den 26. september 2002 understreget behovet for at få belyst de i 1996 omtalte forhold til brug for eventuel stillingtagen til eventuel indførelse af modulvogn i EU.

Kommissionen har i sit svar af 17. oktober 2002 givet udtryk for, at den udtrykkelige formulering i præamblen til direktiv 2002/7/EF, jf. ovenfor, sammen med det faktum, at Kommissionen ikke hidtil havde modtaget tilkendegivelse fra medlemsstaterne for den omtalte rapport i den tid, der er gået siden direktivets vedtagelse i 1996, har bevirket, at arbejdet ikke er blevet iværksat, men at man vil overveje et passende tidspunkt at igangsætte et studie.

### **3.3. Afgrænsninger af de teoretisk mulige modulvogn**

Formuleringen i direktiv 96/53/EF artikel 4, stk. 4, litra b, om, at en medlemsstat skal tillade vogn og sammenkoblet efter modulær fremgangsmåde er ret vid og betyder, hvis man alene ser på bestemmelsens ordlyd, at man fx skal tillade kombinationer af en lastbil med fem påhængsvogne, jf. teksten: ”.. (sammenkobling af bilag I konforme køretøjer)...som kombineres på en sådan måde, at man opnår mindst det lad, der er tilladt i denne medlemsstat, således at alle transportvirksomheder kan opnå lige konkurrencevilkår”. Der bør dog ikke tillades modulvogn med flere end to led svarende til en lastbil-dolly-sættevogn eller lastbil-sættevogn-kærre, idet flere led medfører dårligere dynamisk stabilitet og umuliggør bakning.

### **3.4. Forsøg**

I direktivets art. 4, stk. 5, er der indsat følgende hjemmel til at gennemføre forsøg:

*”Medlemsstaterne kan tillade, at køretøjer eller vogn og, hvori der indgår ny teknologi eller nye koncepter, benyttes til lokal transportvirksomhed i en forsøgsperi-*

*ode, selv om en eller flere af direktivets bestemmelser ikke er opfyldt. Medlemsstaterne underretter Kommissionen herom”*

Bestemmelsen giver vide muligheder for at fastlægge køretøjs- eller vognogs-sammensætning, herunder fx modulvogn, fastlægge antallet af køretøjer eller vogn, der skal indgå i forsøget, og stille krav til udstyr til fx overvågning af, at man kører på et bestemt udsnit af vejnettet eller til fremme af trafiksikkerheden såvel passivt som for den øvrige trafik.

I forbindelse med tilrettelæggelse af et forsøg, skal man være opmærksom på færdselslovens § 70, stk. 1, som lyder: ”Til bil, bortset fra ledbus, må kobles ét påhængskøretøj..”.

Det medfører, at sammenkobling af flere køretøjer, der opfylder EU-dimensionerne, som Danmark skal tillade, såfremt art. 4, stk. 4 b, skal udnyttes, vil kræve en ændring af færdselsloven.

De almindeligst anvendte modulvogn er lastbil-dolly-sættevogn og lastbil-sættevogn-kærre. Ingen af disse vognogskombinationer er således tilladte efter de gældende bestemmelser i færdselsloven.

Imidlertid giver færdselslovens § 69 hjemmel til at bestemme, at en dolly sammenkoblet med en sættevogn kan anses for ét påhængskøretøj. Ønsker man en forsøgsordning, der alene skal omfatte vognog i kombinationen lastbil- dolly- sættevogn, er dette således muligt inden for færdselslovens nuværende rammer.

Sammenfattende er der således et vist råderum for gennemførelse af et forsøg med (modul)vogn med inddragelse af både trafiksikkerhedsfremmende vilkår og mulighed for kontrol med, at et særligt udpeget vejnet ikke overskrides.

## 4. Internationale erfaringer

### 4.1. Sverige og Finland

I Sverige blev der i 1966 indført en maksimal længde på 24 meter for vogntog og 60 tons totalvægt. Der var to hovedargumenter:

- Skovindustrien havde allerede udviklet standarder som krævede 24 meter lange vogntog for transport af tømmer.
- Enhedslaste i container. For transport af tre 20 fods containere er det nødvendigt med en vogntogslængde på 24 meter.

Der blev i forbindelse med Sveriges tilslutning til EU foretaget overvejelser over konsekvenserne, såfremt de svenske regler skulle tilpasses EU standarder, dvs. reducere vogntogslængden fra 24 m og 60 tons totalvægt til EU-standard på 18,75 m og 40 tons totalvægt. Man kom her frem til, at vejtransportomkostningerne kunne skønnes at øge med 15-20 pct. Hertil kommer øget trafikarbejde, 16 pct., øget CO<sub>2</sub> udslip og 21 pct. øget NO<sub>x</sub> udslip.

Tilsvarende finske overvejelser nåede til lignende konklusioner.

Derudover har Sverige en regel om maksimalhastighed for vogntog bestående af lastbil med to påhængsvogne, der som udgangspunkt højst må køre 40 km/t. Denne regel modificeres så ved, at det tillades at køre 80 km/t, når nogle særlige krav er opfyldt. Derved bliver kombinationer, der ikke må køre mere end 40 km/t reelt uinteressante for branchen.

I Finland beskattes den særlige sammenkoblingsdel, ”dolly”. Det er derfor almindeligt at leje en svensk registreret dolly, som man lovligt kan anvende i Finland i indtil et år. Det medfører nogle afgiftsfordele. Der er således en formodning for, at en del af de svenskregistrerede dollies reelt primært anvendes i Finland. I foråret 2001 var der i Sverige 1035 registrerede dollies. I september 2003 var tallet 1929, men mange af disse leases til Finland.

### 4.2. Norge

Norge er ikke bundet af direktivet (96/53/EF) om maksimale længder for vogntog. I Norge har man lavet indledende undersøgelser med henblik på at tillade modulvogntog.

På baggrund af høringssvar og trafiksikkerhedsmæssige overvejelser har den norske regering besluttet, at modulvogntog ikke skal indføres i Norge nu. Der skal laves yderligere undersøgelser. Statens Vegvesen konkluderede i oktober 2001, at ulykkesomkostningerne på det udpegede norske vejnet ville blive øget med ca. 25 pct. for de køretøjer hvis køretøjslængde blev øget fra 18,75 meter til 25,25 meter. I Norge ville dette betyde omkostningsstigninger på 2.6 mio. kr. sammenholdt med samlede årlige ulykkesomkostninger på ca. 25 mia. kr.

### 4.3. *Holland*

I Holland har der siden januar 2000 været gennemført forsøgskørsler med modulvogn. Fire udvalgte vognmandsfirmaer har deltaget i testkørsler på et begrænset vejnet primært mellem intermodale terminaler i Rotterdams havneområde og Waalhaven.

Det hollandske parlament har i december 2003 godkendt et nyt forsøg med 25,25 meter modulvogn. Forsøgsperioden bliver fra 1. februar 2004 til 1. november 2006 og vil komme til at omfatte op til 300 modulvogn fra op til 100 forskellige transportfirmaer. De vil om nødvendigt blive udvalgt ved lodtrækning.

Det hollandske trafikministerium oplyser, at blandt forudsætningerne er, at vogntogene højst må have 60 tons totalvægt, har blokeringsfri bremsesystemer og skal have en tilladelse fra myndighederne til at udføre transporterne. Blandt de øvrige krav er, at vogntogene kun må køre på det hollandske motorvejsnet (ca. 2.250 km motor- og expressvejnet) og til destinationer maksimalt 20 km væk fra motorvejene, dog ikke bykerner og små byer, hvor vejnettet ikke er dimensioneret til lange lastbiler.

### 4.4. *Tyskland*

Transinform<sup>2</sup> oplyser, at der på strækningen Hamborg-Lübeck siden 1986 har været et stadigt stigende antal containertransporter med køretøjer, som f.eks. kan medbringe en lastet 20 fods container på forvognen og en lastet 40 fods container eller to lastede 20 fods containere på påhængsvognen.

De tyske myndigheder har dog betinget sig, at der ikke køres uden for den direkte rute. Et vognmandsfirma, der har en sådan tilladelse, har forgæves søgt om tilladelse til at udvide ordningen til også at omfatte strækningen Hamborg – Bremerhaven.

### 4.5. *Øvrige EU*

Der foreligger ikke oplysninger om erfaringer med modulvogn i øvrige EU lande.

### 4.6. *TFK rapporten*

Det svenske forskningsinstitut TFK har i 2002 udgivet en rapport med en positiv vurdering af økonomien ved introduktion af modulvogn i hele EU området. Rapporten er bestilt og finansieret af svensk og finsk industri, og har vurderet konsekvenserne af at tillade modulvogn i visse udvalgte, overordnede korridorer i Europa. Rapportens hovedkonklusioner kan sammenfattes således. Såfremt der i hele EU indføres modulvogn skønnes det for den del af lastbiltrafikken, der i dag udføres som internationale vogntogstransporter muligt at:

- reducere antallet af ture med 32 pct.
- reducere brændstofforbruget med 15 pct.
- reducere transportomkostningerne med 23 pct.
- reducere NOx udledningen med 15 pct.



Det er rapportens konklusion at en forøget max. længde væsentligt vil forøge transporteffektiviteten i hele Europa og vil reducere miljøbelastningen særligt langs kontinentets transportkorridorer.

TFK rapporten har undersøgt transporter med flg. karakteristika:

- Internationale transporter
- Hellaster
- Transport på motorveje
- Non-stop transporter

Der er indsamlet data i en tre månedersperiode fra januar til marts 2001. Der er undersøgt 24.000 ture. Konklusionerne er baseret på knap 4.000 ture i udvalgte korridorer. Undersøgelsen er baseret på fragtbreve.

Rapporten mangler imidlertid en grundig analyse af de trafiksikkerhedsmæssige forhold, idet rapporten indskrænker sig til at konstatere, at der bliver færre vogntog og dermed færre ulykker, ligesom der ikke er gjort antagelser om omkostninger til tilpasning af vejnettet.



## 5. Trafiksikkerhed

### 5.1. Problemstilling

Den trafiksikkerhedsmæssige virkning af en eventuel indførelse af modulvogntog vil afhænge af en række faktorer, og der er både sikkerhedsmæssige fordele og ulemper. Ser man isoleret på kørsel med et stort modulvogntog, er der ingen tvivl om, at risikoen for ulykker og skader er højere end med et traditionelt vogntog.

Omvendt vil en fornuftig udnyttelse af kapaciteten i modulvogntogene medføre, at antallet af lastbilkilometre, der skal tilbagelægges for at udføre et givet transportarbejde, kan reduceres. Hermed opnås der, alt andet lige, en sikkerhedsmæssig gevinst på grund af de færre vogntog på vejene. Men netop i reduktionen af antal lastbilkilometre ligger også den økonomiske fordel ved anvendelse af modulvogntog. Og denne fordel må forventes at resultere i, at transportpriserne falder for de transportformer, hvor modulvogntogene kan anvendes. Faldende transportpriser vil erfaringsmæssigt føre til øget transport. En samlet vurdering af den sikkerhedsmæssige virkning af en eventuel indførelse af modulvogntog forudsætter, at de tre ovenfor nævnte forhold kan kvantificeres. Dette er kun muligt at gøre med stor usikkerhedsmargin. De anførte konsekvenser for sikkerheden på vejene er derfor forbundet med tilsvarende stor usikkerhed.

I det følgende gennemgås de forhold, som påvirker henholdsvis ulykker pr. vogntogskilometer, ulykker pr. tonkilometer samt det samlede transportarbejde.

### 5.2. Ulykker pr. vogntogskilometer

Et modulvogntog har, når man ser isoleret på vogntoget, en række sikkerhedsmæssige handicaps i forhold til traditionelle vogntog, og i praksis meget få, om nogen, fordele. Blandt ulemperne er:

- Den højere totalvægt øger køretøjets aggressivitet (den skade som andre trafikanter påføres) i tilfælde af ulykker. Især ulykker, hvor lastbilen med fronten rammer en modpart, vil få et alvorligere forløb.
- Standselængden er lidt højere end for et almindeligt vogntog. Det skyldes bl.a., at afstandene i bremsesystemet øges, samt at tryklufforbruget stiger. Det trækende køretøjs bremsesystem er ikke dimensioneret til to påhængskøretøjer. Modulvogntogene vil således få lidt længere funktionstid (den tid der går fra bremsepedalen aktiveres og indtil bremsningen starter) og dermed længere standselængde. På et traditionelt påhængsvogntog er funktionstiden ca. ½ sekund. Der er allerede ved almindelige vogntogskombinationer problemer med at overholde bremsekravene.

Tabel 5.1.: Hastighed, funktionstid, deceleration, funktionslængde og bremselængde.

	Hastighed km/t	Funk- tionstid sek.	Decelera- tion m/s *s	Funkti- onslængde meter	Bremse- længde meter
<b>Alm. Påhængsvogn- tog</b>	90	0,5	4,95	12,5	75,6
<b>Alm. Sættevogntog</b>	90	0,5	4,7	12,5	79,0
<b>Modulvogntog</b>	90	0,75	4,74	18,8	84,7

- Modulvogntogs stabilitet er typisk ringere end stabiliteten på de vogntog, som erstattes. Der er i forbindelse med undvigemanøvrer således øget risiko for store udsving med køretøjets bageste del samt øget risiko for væltning. Proble-  
mets størrelse afhænger af den konkrete vogntogskombination. Et sættevogn-  
tog kombineret med kærre har den ringeste stabilitet. Det mest stabile modul-  
vogntog, lastbil med dolly og sættevogn, har en højere stabilitet end en lastbil  
med påhængsvogn, men lavere stabilitet end et traditionelt sættevogntog, der er  
den vogntogstype, som typisk vil blive erstattet.
- Modulvogntogenes manøvreedygtighed er lavere end for andre vogntog, og de  
er mere pladskrævende. Kombineret med en lavere accelerationsevne betyder  
dette, at krydsning af en vej, samt ikke mindst indsvingning på en vej, vil blive  
mere tids- og pladskrævende, hvorved uheldsrisikoen øges. Under snævre for-  
hold er der en regulær risiko for, at køretøjet ”hænger fast” i krydset.

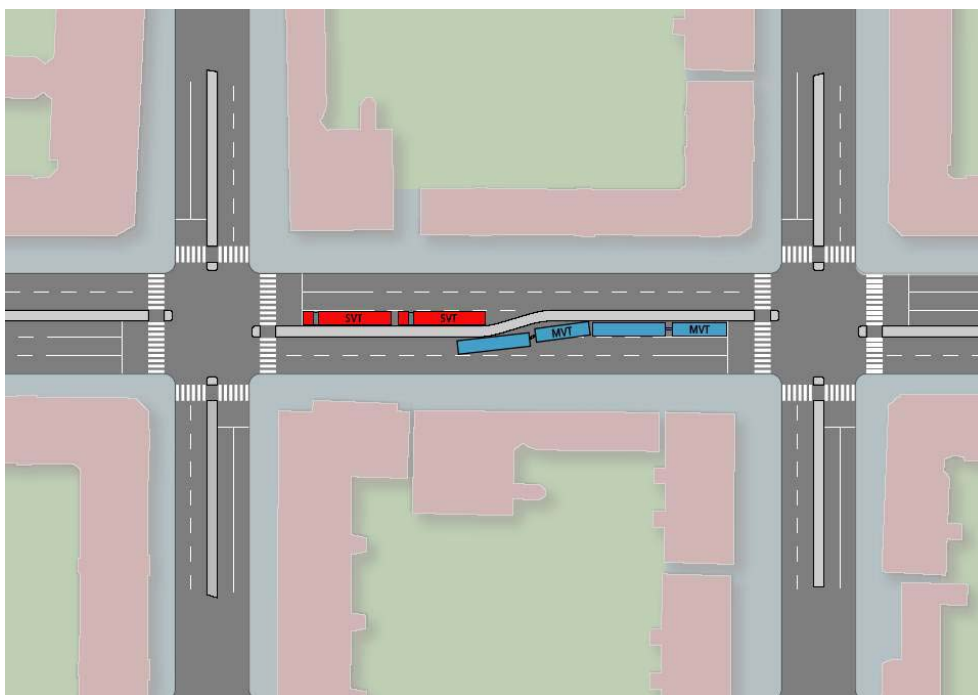
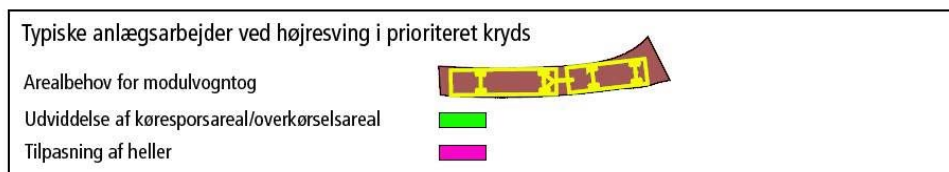
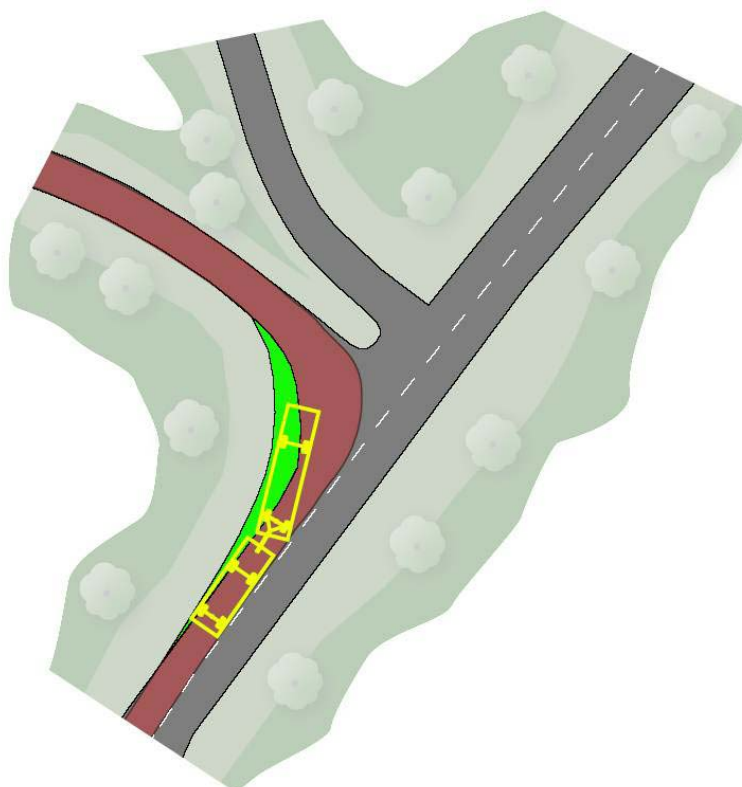


Fig. 5.1 To modulvogntog skal svinge til venstre i et trafikreguleret kryds. Den bagste anhænger vil spærre for den ligeudkørende trafik.

- Såfremt modulvogntogene tillades uden for motorvejsnettet, vil det betyde, at udformningen af kryds, rundkørsler mv. bør tilpasses køretøjernes begrænsede manøvredegytighed. Dette kan kun ske ved at øge dimensionerne, hvilket har en betydelig negativ indflydelse på sikkerheden for andre trafikanter. Dette skyldes bl.a., at hastigheden påvirkes af pladsforholdene, samt at især bløde trafikanter vil være længere tid eksponeret i kryds.



- Den øgede længde gør modulvogntogene vanskeligere at overhale. Dette indebærer nedsat fremkommelighed for andre og/eller øget uheldsrisiko. På motorvejsnettet er den sikkerhedsmæssige betydning heraf lille. På det øvrige vejnet afhænger betydningen af, i hvor høj grad den øgede længde vil få færre bilister til at foretage en overhaling, fordi bilisterne erkender, at de ikke kan opnå tilstrækkeligt frit sigt, eller om bilisterne begynder at acceptere mindre sikkerhedsmarginer ved overhaling.

Der er ingen rimelig tvivl om, at ovenstående forhold vil resultere i flere uheld pr. kørt kilometer med et modulvogntog i forhold til kørsel med et traditionelt lastbil-

vogntog under samme forhold. Endvidere vil ulykkerne være alvorligere, således at især risikoen for dødsulykker vil være højere. Det er ikke muligt at give et præcist tal for den faktiske betydning.

Udenlandske undersøgelser har således meget divergerende resultater på dette område<sup>1</sup>. I litteraturen er der fundet resultater som viser, at der ingen forskel er, mens andre undersøgelser viser op til tre gange så høj ulykkesrisiko. Hvor det er undersøgt, finder man den største forskel for dødsulykker, og risikoen ser ud til især at være øget på veje med nedsat friktion.

Det er sandsynligt, at forskellen i resultater delvis kan forklares med, at modulvogntogene har været tilladt på forskellige vejtyper i de forskellige undersøgelser, samt at der er tale om forskellige vogntogskombinationer. Det vil således sandsynligvis have mindst indflydelse på sikkerheden, hvis modulvogntogene kun har tilladelse til at køre på motorvejsnettet, hvor eksempelvis manøvreegenskaberne har begrænset betydning. På forespørgsel har de finske og svenske myndigheder svaret, at de ikke har oplevet nævneværdige sikkerhedsmæssige problemer med anvendelsen af modulvogntog. Det må antages, at besvarelsenerne dels afspejler, at der ikke foreligger undersøgelser af problemstillingen, og dels, at modulvogntogene ikke adskiller sig væsentligt fra de store ”traditionelle” vogntog, som har været anvendt gennem en lang årrække i de to lande.

I Norge har man, i forbindelse med tilsvarende overvejelser om indførelse af modulvogntog, valgt at antage, at ulykkesomkostningerne vil stige med 25 pct. pr. vogntogskilometer, hvis max. længden udvides fra 18,75 m til 25,25 m på det udpegede vejnet, svarende til en stigning på 2.6 mio. kr. ud af samlede ulykkesomkostninger på 25 mia. kr. Dette gøres med reference til en række undersøgelser, men uden specifikke begrundelser. Ved at forholde sig til *uheldsomkostningerne* tager man både højde for stigningen i antallet af ulykker pr. vognkilometer og for den større alvorlighed af ulykkerne. I Norge vedrørte overvejelserne kørsel med modulvogntog på det overordnede vejnet med en del undtagelser. Der er tale om veje af noget lavere standard end det danske motorvejsnet.

### 5.3. *Ulykker pr. transporteret godsmængde*

Indførelse af modulvogntog rummer et betydeligt potentiale for nedbringelse af antallet af vogntogskilometre til godstransport tilbagelagt på vejnettet. I det svenske ”EXTRA”-projekt (TFK-rapport 2002) konkluderer man, at brugen af modulvogntog reducerer antallet af ture med lange lastvogntog i visse korridorer med 32 pct. I Norge har man vurderet, at man kan reducere antallet af køretøjkilometer med lastbilvogntog med ca. 24 pct. ved at indføre modulvogntog.

---

<sup>1</sup> Dette fremgår af den norske udredning: ”Samfunnsøkonomiske virkninger av å innføre vogntog med lengde 25,25 m og totalvekt 60,0 tonn”. Af øvrig litteratur kan der fx henvises til: ”Truck crashes in Western Australia, Spittle m.fl., Report 1988/08 Western Australia University; Fatal crash involvement by multiple-trailer trucks, Forkenbrock og Hanley, Transportation Research Part A 37 (2003); Trafikksikkerhetskåndboken, TØI, Norge (internetversion ”<http://tsh.toi.no>”); Vehicle and driver factors in relation to crash involvement of heavy trucks, Hertz, Accident Analysis and Prevention. 1988/12. vol. 20 (n.6) p431-39; Crash involvement of large trucks by configuration: a case-control study, Jones mfl., VTI rapport 1990. (351a) pp87-114.

En reduktion i antallet af lastbilkilometre vil, alt andet lige, have en tilsvarende positiv indflydelse på trafiksikkerheden.

Det kan ikke tages for givet, at de udenlandske resultater vil gælde under danske forhold. Dette afhænger helt af, hvordan vogntogene i praksis vil blive anvendt. Det er sandsynligt, at modulvogntogene primært vil blive brugt til transporter, hvor man i dag har en høj kapacitetsudnyttelse, da der ellers ikke vil være behov for de større vogntog.

Anvendelsen af modulvogntog kan imidlertid også i sig selv skabe en øget transport afhængig af, på hvilke dele af vejnettet modulvogntogene tillades. Hvis modulvogntogene kun tillades på det overordnede vejnet, vil der blive tale om en eller anden form for omkoblingsplads ved knudepunkter. Transporten herfra vil typisk indebære, at modulvogntoget opdeles i to, fx ved at den bageste del frakobles, mens den forreste del fortsætter som almindeligt vogntog. Den bageste del skal kobles sammen med et andet trækkende køretøj. I hvilken udstrækning, der kan skabes perfekt sammenhæng mellem tilbringertransporten og hovedtransporten vil afhænge af forhold ved de enkelte transporter. Det er dog sandsynligt, at nettoresultatet vil være, at transporten fra knudepunktet kommer til at foregå med vogntog, der er *mindre* end de største af de traditionelt tilladte. Dermed vil antallet af vogntogskilometer være *større* på denne del af strækningen, hvis der anvendes modulvogntog til noget af transporten. Endvidere kan der blive tale om omvejskørsel til og fra omkoblingspunkterne.

Det er ikke muligt at komme med et kvalificeret bud på betydningen af en eventuel ændring i kapacitetsudnyttelsen eller fra øget kørsel som direkte følge af brugen af modulvogntog. De to forhold må imidlertid vurderes samlet at være af væsentlig mindre betydning end virkningen af den øgede lasteevne.

Ud fra ovenstående betragtninger vurderes, at brugen af modulvogntog vil kunne reducere antallet af vogntogskilometre, men dog ikke i helt samme forhold som øgningen i lastkapacitet.

#### **5.4. Det samlede transportarbejde**

Med modulvogntog vil visse transporttyper blive billigere end med traditionelle vogntog. Det gælder transport af stor volumen eller stor vægt over større afstande. Det kan skønnes, at transportomkostningerne vil kunne falde med 15-20 pct. ved anvendelse af modulvogntog. En eventuel tilladelse til anvendelse af modulvogntog vil således betyde, at landevejstransporten opnår en konkurrenceforbedring i forhold til især banetransporten, men i et vist omfang også skibstransport. Disse transportformer er betydeligt sikrere end lastbiltransport, hvorfor konkurrencefordelen vil have en negativ indflydelse på trafiksikkerheden. Når landevejstransporten gøres betydeligt billigere, vil det erfaringsmæssigt også betyde, at der sker en vis stigning i det samlede transportarbejde. Da fordelene ved modulvogntog afhænger stærkt af forhold ved de enkelte transporter, kan generelle priselasticiteter ikke benyttes til at vurdere, hvor stor en effekt modulvogntog kan have på efterspørgslen på transport, men i forhold til den samlede transport med lastbil vil der være tale om en mindre effekt.

### 5.5. *Vurdering af sikkerhedseffekt på begrænset dansk vejnet*

Det fremgår af ovenstående, at en eventuel indførelse af modulvogntog både vil have positive og negative konsekvenser for trafikikkerheden. Det er ikke muligt at vurdere betydningen af de forskellige forhold med stor sikkerhed, hvorfor den samlede vurdering af virkningen på sikkerheden er ganske usikker.

Den samlede sikkerhedsvurdering foretages primært ud fra to forudsætninger: ændringen i ulykkesomkostninger pr. vogntogskilometer og ændringen i antallet af vogntogskilometre.

#### 5.5.1. *Ændring i ulykkesomkostninger pr. vogntogskilometer*

I Norge har man som omtalt vurderet, at ulykkesomkostningerne pr. køretøjskilometer er ca. 25 pct. højere med modulvogntog end med traditionelle vogntog, når der ses på hele det overordnede vejnet. Hvis modulvogntogenes anvendelse i Danmark stort set begrænses til motorvejsnettet, må det forventes, at den negative virkning vil være lavere, på grund af den højere vejstandard her. Man skal dog være opmærksom på, at et af modulvogntogenes største sikkerhedsmæssige handicap – den øgede aggressivitet – sandsynligvis har større betydning på motorvejsnettet end på det øvrige vejnet. Det skyldes, at en meget stor del af de alvorligste lastbiluheld på motorvejsnettet involverer en lastbil, som påkører holdende eller langsommekørende biler.

På baggrund af ovenstående betragtninger antages det, at stigningen i ulykkesomkostninger pr. køretøjskilometer vil blive ca. 20 pct., hvis modulvogntogene kun tillades på det helt overordnede vejnet, og hvis man i øvrigt anvender de norske betragtninger. Ulykkesomkostningerne vil således stige med en faktor 1,2 pr. vogntogskilometer.

I relation til ovenstående skal det understreges, at den forskning, der eksempelvis er foretaget i Norge, kun inddrager de direkte sikkerhedsmæssige konsekvenser i form af ændringer i antallet af lastbiluheld. Hvis modulvogntogene tillades uden for motorvejsnettet, vil der være en række indirekte konsekvenser i form af ændrede kørselsvilkår for den øvrige trafik, som følge af omfattende ombygninger af vejnettet. Virkningen af dette har så vidt vides ikke været studeret. Men det er almindeligt anerkendt, at øgede dimensioner i kryds og på strækninger har en betydelig negativ indflydelse på sikkerheden for andre trafikanter, da det bl.a. kan give anledning til øgede hastigheder og giver forringede vilkår for de bløde trafikanter. Hertil kommer, at man igennem de seneste mange år især i bebyggede områder har bestræbt sig på at udforme veje og kryds på en sådan måde, at begrænsninger i pladsforholdene holder trafikanternes hastighed nede. Dermed kan man forebygge ulykker og sikre trygheden for dem, der bor langs vejene. Som eksempel kan nævnes rundkørsler eller miljøprioriterede gennemfarter i byer. Hvis sådanne kryds/strækninger ombygges til at kunne rumme modulvogntog, må det forventes at den trafikikkerhedsmæssigt gavnlige effekt af den oprindelige vejudformning går tabt.



### 5.5.2. *Antallet af vogntogskilometre*

Der køres årligt ca. 400 mio. km med danske vogntog på de danske motorveje. Det vurderes forsigtigt, at 48 mio. km af denne kørsel vil blive overflyttet til modulvogntog. Forudsætningerne for denne vurdering fremgår af kapitel 7.

I udlandet er der forskellige vurderinger af, hvor meget transporteffektiviteten stiger ved anvendelse af modulvogntog. Vurderingen i Danmark er, at modulvogntogene primært vil blive anvendt til volumentransporter (i modsætning til transporter, hvor lasteevnen er begrænsende for godsmængden). Modulvogntogenes effektivitet er størst mht. volumen, idet et modulvogntog kan rumme ca. 1/3 mere end et traditionelt sættevogntog. I det følgende antages det derfor, at for hver traditionel vogntogskilometer, der konverteres til modulvogntog, genereres der 2/3 km modulvogntogskilometer. Antallet af vogntogskilometre for de berørte transporter reduceres således med en faktor 0,67. Samtidig vil der dog tilgå en vis mængde kørsel med almindelig vogntog mellem virksomheder og omkøblingspladser på de strækninger, hvor der ikke kan anvendes modulvogntog. Denne kørsel er vurderet til at ville udgøre 1.6 mio. km

På baggrund af ovenstående kan man se, at 48 mio. traditionelle vogntogskilometer vil blive erstattet af 32 mio. modulvogntogskilometer samt 1,6 mio. nytilkomne traditionelle vogntogskilometer. Den reelle reduktion i de traditionelle vogntogskilometer er således på 14,4 mio. km, svarende til 31 pct. eller en reduktion med en faktor 0,69.

Ovenstående betragtninger sker ud fra den forudsætning, at der ikke skabes ny transport som følge af reduktionen i transportomkostningerne.

### 5.5.3. *Beregning af samlet ændring i ulykkesomkostninger*

På baggrund af ovenstående vurderinger kan den samlede ændring i ulykkesomkostningerne beregnes til en reduktion på ca. 17 pct. [ $100 \times (1 - 1,2 \times 0,69)$ ] for de berørte transporter, som udgør 48 mio. vogntogskilometre.

Der køres årligt ca. 1,6 mia. lastbilkilometre på de danske veje. Overflytningen af 48 mio. km til modulvogntog berører således ca. tre pct. af den samlede lastbilkørsel. Reduktionen i ulykkesomkostninger i relation til den samlede lastbiltrafik udgør dermed ca. 0,5 pct.

Som nævnt er ovenstående beregninger meget usikre, og samtidig er de baserede på den antagelse, at reduktionen i transportomkostninger ikke medfører en stigning i mængden af transporteret gods. Tabel 5.2 illustrerer betydningen af ændringer i to af de forudsætninger, som ligger til grund for beregningerne, nemlig henholdsvis antallet af overflyttede vogntogskilometre og en eventuel stigning i den samlede transport i form af nygenereret transport med modulvogntog.

Tabel 5.2: Ændring i de samlede ulykkesomkostninger ved indførelse af modulvogntog afhængig af overflyttede transporter hhv. stigning i trafikken.

Stigning i den samlede lastbiltrafik i pct.	Traditionelle vogntogskilometre, som overflyttes til modulvogntog. pct.					
	0	3	5	10	20	25
0	0,0	-0,6	-1,0	-2,0	-4,0	-5,0
1	0,8	0,2	-0,2	-1,2	-3,2	-4,2
2,5	2,0	1,4	1,0	0,0	-2,0	-3,0

Det skal bemærkes, at den nye kørsel med traditionelle vogntog, som genereres i tilslutningspunkterne, ikke indgår i de beregninger, der ligger til grund for tabellen.

Det kan konkluderes, at den samlede trafikikkerhedsmæssige betydning af en eventuel indførelse af modulvogntog vil være begrænset, såfremt modulvogntogene alene tillades på motorvejsnettet. Såfremt der ikke sker en stigning i transportarbejdet, vil der være en beskedent forbedring af trafikikkerheden. Sker der derimod en mindre stigning i det samlede transportarbejde, vil påvirkningen af trafikikkerheden afhænge af, hvor meget af den eksisterende transport, der kan overflyttes til modulvogntog.

Tillades kørsel i større stil uden for motorvejsnettet vil det trafikikkerhedsmæssige billede ændre sig, og der kan blive tale om en negativ påvirkning af trafikikkerheden.

### 5.6. Særlige trafikikkerhedsmæssige forhold

Som nævnt tidligere giver den højere totalvægt for modulvogntog en øget aggressivitet i forhold til de i dag tilladte vogntogskombinationer. Den øgede totalvægt betyder ligeledes, at modulvogntog f.eks. ved påkørsel af midterautoværn på motorvej vil have en øget risiko for gennembrydning af autoværnet og dermed udgøre en fare for trafikken i modkørende baner.

De danske autoværn opfylder såvel nationale som internationale krav, men ingen af disse omfatter selvsagt funktionskrav ved påkørsel med køretøjer, hvis totalvægt ligner modulvogntogets.

Større køretøjer gennembryder normalt stort set ikke autoværn i ulykkesituationer. Det skyldes at større køretøjer som regel rammer autoværnet i en mindre vinkel end mindre køretøjer. Et autoværn vil normalt kunne tilbageholde et lastvogntog på 38 tons, hvis påkørselsvinklen er mindre end 7-8°. Det svarer ganske godt til reelle ulykkesituationer. Hvis et modulvogntog skal kunne tilbageholdes af autoværnet, kræves det, at påkørselsvinklen er mindre end 6°.

Det har inden for rammerne af dette udredningsarbejde ikke været muligt at gennemføre en konkret risikoanalyse for autoværnspåkørsler. En sådan samt eventuelle kompenserende foranstaltninger bør dog gennemføres forud for en eventuel tilladelse til kørsel med modulvogntog.

### **5.7. Eventuelle særlige tekniske krav til modulvogntog**

Ved en tilladelse til kørsel med modulvogntog som forsøgsordning vil det være muligt at stille en række ekstra krav til køretøjernes udformning og teknik, specielt med henblik på at begrænse den forøgede sikkerhedsmæssige risiko, der er forbundet med kørsel med disse vogntog.

Modulvogntog er mere aggressive end almindelige vogntog, når de indblandes i ulykker. Det vil derfor være oplagt at inddrage det bredest mulige spektrum af trafiksikkerhedsfremmende udstyr i overvejelserne, hvis man vil gennemføre forsøg med sådanne vogntog. Sikkerheden kan med allerede kendt teknologi, forbedres væsentligt på fire områder:

- Ved at benytte EBS (Elektronisk Bremse System) på hele vogntoget, således at der opnås en kortere standselængde end for almindelige vogntog,
- Ved at benytte ESP (Elektronisk Stabilitets Program), der er et system der stabiliserer og bremser vogntoget i kritiske situationer og derved nedsætter risikoen for, at det vælter.
- Ved at kræve antikollisionssikring ved hjælp af et system, der konstant måler afstanden til den forankørende og advarer føreren og aktiverer bremsen, hvis der opstår risiko for kollision.
- Ved at kræve et såkaldt Front Underrun Protection System (FUPS), som er en forkofanger, der sikrer at lastbilen ikke kører op over en bil ved kollision.

Det forhold, at modulvogntog kræver megen plads under svingmanøvrer, og at de i kraft af deres længde vil være nødt til at opholde sig i kritiske situationer i længere tidsrum end et normalt vogntog, gør det særlig væsentligt, at sådanne vogntog alene anvendes på et vejnet, der er forberedt til det. Kontrol med at et særligt udpeget vejnet ikke bliver overskredet, kunne gøres effektivt ved at kræve, at de af forsøget omfattede vogntog udstyres med GPS overvågning.

Ingen af disse krav kan i dag stilles til modulvogntog, men kravene vil kunne kræves opfyldt i forbindelse med gennemførelse af en forsøgsordning. Hvis kravene generelt skal indføres på EU-plan kræves en direktivændring.

### **5.8. Trafikantadfærd**

#### **5.8.1. Internationale undersøgelser**

Der foreligger ikke megen forskning om trafikantadfærd, der sikkerhedsmæssigt er relevant i forhold til at vurdere betydningen af særligt lange vogntog.

Lastbilers tilladte hastighed er på de fleste typer veje lavere end øvrige køretøjers, ligesom meget tunge vogntog typisk holder en lavere hastighed end andre vogntog, når det går op ad bakke. Dette vil kunne give anledning til overhalinger, som vil være mere langvarige jo længere det overhalede køretøj er, hvilket de overhalende trafikanter må kalkulere med.

En svensk undersøgelse fra 1977, hvor konkrete overhalinger af et 24 meter og et 18 meter vogntog på en to-sporet vej blev registreret, viste, at overhalende trafikanter godt nok krævede længere overhalingssigt, når de skulle overhale et 24 meter vogntog, end når de skulle overhale et 18 meter vogntog, men at deres sikkerhedsmarginaler alligevel var lidt mindre ved det lange vogntog end ved det kortere, og at der var en svag tendens til, at 24 meter vogntoget gav anledning til flere risikable overhalinger end 18 metervogntoget. Anbringelse af skilte bag på vogntoget med angivelse af vogntogets længde forbedrede trafikanternes overhalingsadfærd. 24 meter vogntog var kendte på svenske veje på det pågældende tidspunkt, og en del af medtrafikanterne har haft erfaring med at overhale disse vogntog.

Generelt vil det være sådan, at trafiksituationer, hvori meget lange vogntog indgår, vil være mere komplicerede, jo mindre veje de foregår på. Mindre landeveje og bygader stiller større krav end f.eks. motorveje, både til lastbilchaufførernes og medtrafikanternes kørefærdigheder, overblik og forudseenhed og til vogntogets manøvreegenskaber.

### **5.8.2. Uddannelsesbehov for chauffører**

I Sverige og Finland, hvor de særligt lange vogntog i dag er tilladt, er der ingen formelle uddannelseskrav, der specielt retter sig mod disse køretøjer.

I Finland er den formelle forudsætning for at man kan indstille sig til køreprøve i kategori C/E, at man har mindst tre måneders erfaring i at køre med lastbil uden påhængsvogn.

I Danmark udføres øvelseskørsel til kategori C/E med en lastbil med to-akslet påhængsvogn. Vogntogets samlede længde skal være mindst 12 m, og det skal have en tilladt totalvægt på mindst 18 tons. Under kørslen skal lastbil og påhængsvogn være læsset med mindst 50 pct. tilladt last, hvilket betyder, at øvelseskøretøjet i praksis mindst har en faktisk totalvægt på omkring 13 tons. Dette gælder for alle øvelser i den rigtige trafik.

På køreteknisk anlæg i slutningen af uddannelsen køres der øvelser på tør og glat bane med såvel to-akslet påhængsvogn og med sættevogn. Også sættevogntoget skal have en minimumslængde på 12 m

Der forventes et EU-direktiv, der strammer disse regler op, således at minimumslængden bliver 14 m, hvortil kommer at både lastbil og påhængsvogn skal være forsynet med opbygning.

Størrelsen af de køretøjer, der p.t. køres i under uddannelsen, ligger således langt fra modulvogntoget, og en særlig træning kan derfor være relevant, afpasset efter de køretøjstyper og det vejnet, der tillades. Det bør overvejes at gøre denne undervisning til en del af den egentlige chaufføruddannelse, hvilket indebærer, at det kun er personer med denne uddannelse, der får tilladelse til at køre modulvogntog.

Omtale af de specielle risikoforhold ved modulvogntog bør indgå i undervisningsplanernes kapitel 3 om "Køretøjers manøvre-egenskaber" og evt. i forbindelse med udvalgte manøvrer (f.eks. overhaling).

Det konkrete indhold og omfang af undervisningen vil også her afhænge af, hvilke køretøjstyper, der tillades, og hvilke veje, de tillades på.

## 6. Vejnettet

### 6.1. Problemstilling

Vejnettet er designet bl.a. ud fra karakteristika for de køretøjer, der skal benytte vejnettet. Ændres sådanne karakteristika kan det derfor være nødvendigt også at ændre vejnettet for et bevare samme funktionalitet og begrænse negative sikkerhedsmæssige konsekvenser.

Udgangspunktet for overvejelser over behov for tilpasning af vejnettet er de modulopbyggede vogntog som omtalt i afsnit 3.1. Der er tale om vogntog af typen (se figur 1.1.):

A.: Lastbil + dolly + sættevogn, og

B.: Sættevogntog + kærre kombinationen

De to vogntogkombinationer adskiller sig på flere punkter. En helt fundamental forskel er dog, at type A har den korteste enhed forrest, mens der for type B gør sig det modsatte forhold gældende. Denne forskel har indflydelse på manøvreegenskaber samt stabilitet. I begge tilfælde gælder, at type A er mest stabil vurderet ud fra den såkaldte "rearward amplification factor" (se nærmere i bilag 3), ligesom dette vogntog er tættere på at opfylde EU's krav til ind- og udvendige kurveradier.

De to typer af modulvogntog har forskellige længder og sammenkoblingsanordninger, hvilket medfører et forskelligt arealbehov til at vende og dreje. Den større afstand mellem hjulene medfører problemer for fodgængere og standere mv. ved svingmanøvre.

I vurderingen af vejnettets egnethed er der alene taget udgangspunkt i førstnævnte vogntogstype (A). Denne type har endvidere et mindre arealbehov end type B, om end der er tale om mindre forskelle. For at belyse ekstraomkostningerne ved løsning B, er der gennemført en række følsomhedsanalyser på anlægsomkostningerne.

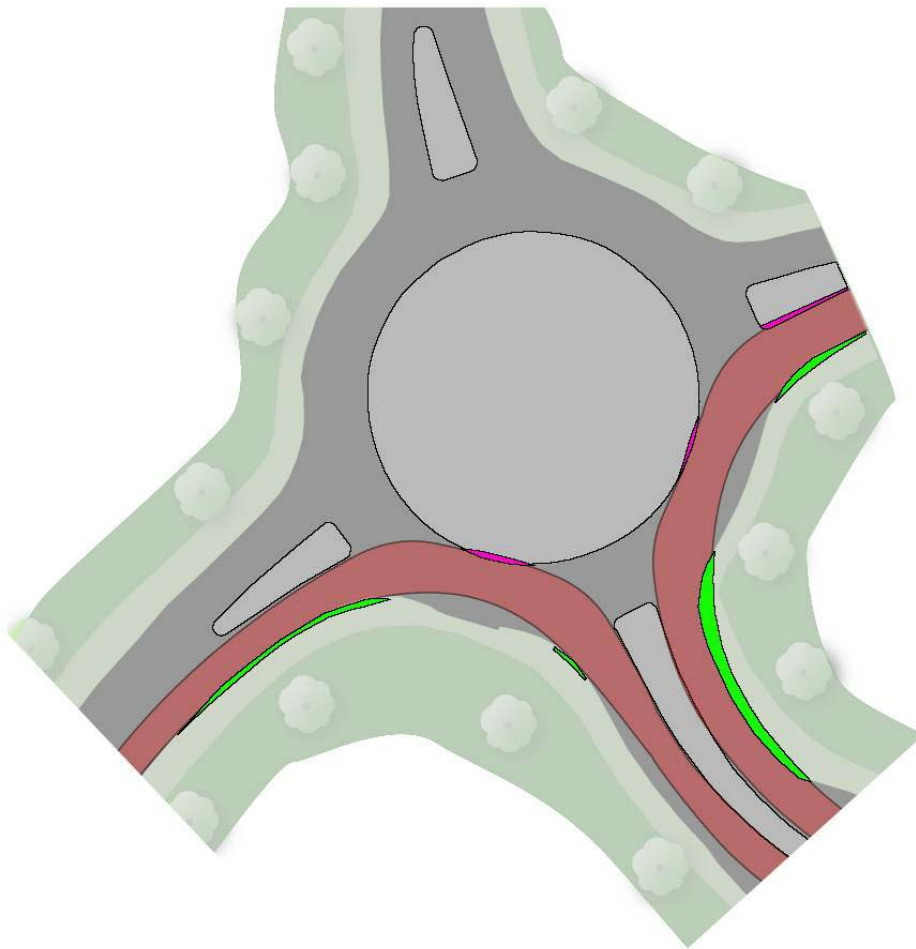
Såvel modulvogntog af type A ("modul-påhængsvogntog") som B ("modul-sættevogntog") har et større arealbehov end nogen af de i dag anvendte vogntyper.

Modulvogntoget af type A er så langt det mest udbredte modulvogntog i både Sverige og Finland. . Forskellen i arealbehov for de to modulvogntogstyper kan illustreres ved de gennemførte simuleringer af vogntogenes kørselsmåde. Simuleringerne viser, at vogntog af type A er i stand til at dreje om en midtercirkel med fast radius på 10 m med en ydre radius på 17,2 m, mens den tilsvarende ydre radius for et modulvogntog af type B vil være 17,3 m. For et traditionelt sættevogntog vil den resulterende ydre radius ved kørsel omkring en midtercirkel på 10 m kun være ca. 16,4 m

Forskellene i arealbehov bliver større, jo snævrere der drejes. Såfremt modulvogntog af begge typer skal dreje inden for en cirkel med fast ydre radius på f.eks. 15½

m, vil radius af den resulterende midtercirkel være ca. 7,6 m for modulvogntog af type A, mens den er ca. 7,3 m for modulvogntog af type B.

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 og er ikke primært etableret som en trafikafviklende foranstaltning. Modulvogntog vil kræve mere plads for at passere rundkørsler. Generelt vil modulvogntog have behov for mere plads til at svinge uden at komme over i den modsatte vognbane. Disse problemer er størst i byer. Hvis man skal undgå meget omkostningskrævende ombygninger, vil det derfor være praktisk at udpege et begrænset vejnet til modulvogntog, hvor trafik gennem byområder minimeres.



#### Typiske anlægsarbejder ved højresving i rundkørsler

Arealbehov for modulvogntog



Udvidelse af køresporsareal/overkørselsareal



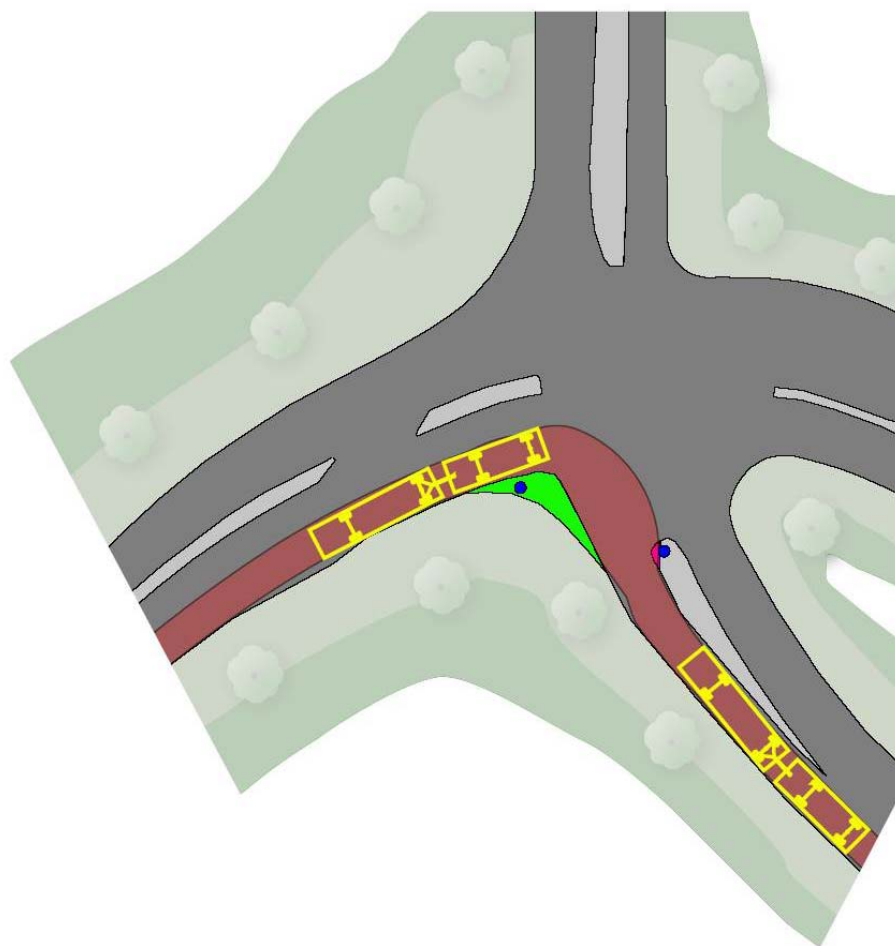
Tilpasning af heller



## 6.2. Principper for afgrænsning af et begrænset vejnet

Principperne bag udpegningen af et relevant modulvognsvejnet er bestemt ud fra ønsket om at definere et vejnet, som inddrager udvalgte godsknudepunkter samt væsentlige, overordnede godstransportstrømme. Det valgte vejnet inddrager derfor hovedparten af E-vejnettet og dette nets porte til vore nabolande. Udpegningen af vejnettet er sket ud fra hensyn til økonomiske, trafikale og trafikikkerhedsmæssige forhold.

På denne baggrund er der derfor taget udgangspunkt i det eksisterende motorvejsnet. Motorvejsnettet kommer i nærheden af de fleste væsentlige godsknudepunkter og udmærker sig desuden ved at være konstrueret således, at der udelukkende forekommer niveaufri skæring af krydsende trafik. Hertil kommer at motorvejene på grund af de mindst to spor i hver retning tillige giver trafikikkerhedsmæssige fordele i overhalingssituationer, ligesom forholdene for bløde trafikanter ikke påvirkes ved kørsel med modulvogntog på motorvejene.



### Typiske anlægsarbejder ved højresving i signalreguleret kryds

Arealbehov for modulvogntog



Udvidelse af køresporsareal/overkørselsareal



Tilpasning af heller



Signalstander flyttes



Da kørsel med modulvogntog ikke kan tillades generelt på vejnettet, etableres særlige knudepunkter, hvor almindelige vogntog kan opformeres til modulvogntog. De udpegede knudepunkter er ikke alle beliggende direkte i tilknytning til motorvejsnettet eller dette vejnets sideanlæg. For at sikre det relevante vejnets sammenhæng fra knudepunktet til det overordnede motorvejsnet er det derfor i begrænset omfang nødvendigt at inddrage strækninger på det øvrige statsvejnet såvel som enkelte strækninger på amtslige og kommunale vejnet. Valget af disse strækninger kan i en eventuel senere detailplanlægningsfase ændres pga. lokale forhold og hensyn, som ikke er behandlet inden for denne overordnede og foreløbige analyses rammer.

Forudsætningerne for udpegning af det begrænsede vejnet for modulvogntog fremgår af bilag 1: Egnede danske vejnet.

### **6.3. Knudepunkter**

Ved udpegning af godsknudepunkter er det valgt at tage udgangspunkt i Landsplanredegørelsens oversigt over overordnede nationale godsknudepunkter. De væsentligste godsknudepunkter indgår i de efterfølgende økonomiske beregninger, hvor der også er taget hensyn til en geografisk spredning i de inddragne knudepunkter.

Af økonomiske og trafikikkerhedsmæssige årsager inddrages knudepunkter i en afstand af mere end ca. 5 km fra motorvejsnettet ikke.

De benyttede principper medfører, at fx godsknudepunkter i Grenå, Gedser, Billund og Kalundborg ikke inddrages i den videre analyse, da de i dag ligger for langt fra motorvejsnettet. Til trods for Hernings nærhed til motorvejsstrækningen Herning – Ikast inddrages godsknudepunktet i Herning ikke, før denne motorvejsstrækning er blevet tilsluttet det øvrige motorvejsnet.

I analysen inddrages alene vejnettet frem til det enkelte knudepunkt. Ombygnings- og anlægskostninger inden for det enkelte knudepunkters arealer indgår derfor ikke. Omkostninger til særlige serviceanlæg ved motorvejene indgår derimod.

#### **6.3.1. Toldekspeditioner**

For at sikre mulighed for toldbehandling af gods transporteret på modulvogntog inddrages mulighed for tilkørsel og frakørsel til toldekspeditioner i nærheden af landegrænser og eksportfærehavne. Det drejer sig om toldekspeditionerne i henholdsvis Hirtshals, Frederikshavn, Esbjerg, Padborg, Kvistgård og Nørre Alslev samt København (Københavns Havn og Københavns Lufthavn).

#### **6.3.2. Sideanlæg**

Havari, optankning og toiletbesøg kan nødvendiggøre afkørsel på nærmeste sideanlæg naturligvis også for modulvogntog.

Antallet af sideanlæg langs motorvejene er forholdsvist stort. Samtlige sideanlæg kunne teoretisk modificeres med henblik på at servicere modulvogntog – spændende fra omstribning af parkeringsbåse mv. til egentlige ombygninger. Ud fra en økonomisk betragtning anses det imidlertid ikke realistisk, at samtlige sideanlæg åbnes for trafik med modulvogntog.



Antallet af sideanlæg, der åbnes op for modulvogntog, bør begrænses til et så lille antal som muligt, primært omfattende større tankanlæg samt et enkelt rastepladsanlæg af hensyn til en jævnere fordeling på det afgrænsede vejnet, i alt 22 stk. Der er på hver tankstation/rasteplads forudsat skabt særskilt plads til afsætning af enkelte modulelementer til op mod 10 modulvogntog og mulighed for omkobling af disse uden adgang for det almindelige publikum af sikkerhedsmæssige hensyn.

Det er besluttet at indpasse et standardanlæg til håndtering af modulvogntog på alle ovennævnte anlæg, Standardanlægget er vist i figur 6.2.

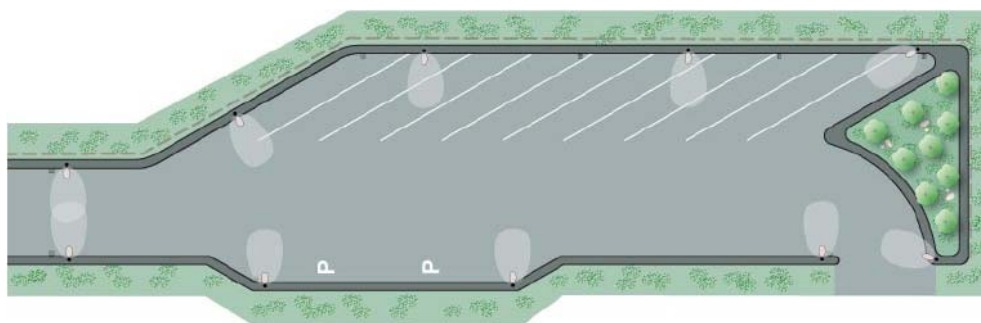
Anlægget omfatter 10 afsætningspladser samt plads til parkering af modulvogntog, som ikke skal omkobles, men bare benytter anlægget til hvile/pause.

Afsætningspladserne er 14 m dybe, og er anlagt med en vinkel på 30° for at minimere arealbehovet. Vinklen på 30° anses ikke som værende et problem i forhold til modulvognenes bakkemanøvre.

Der er ikke for de skitserede afsætningspladser foretaget detailprojektering, men alene foretaget en indledende grovskitsering med henblik på en vurdering af størrelsesordenen af de nødvendige investeringer. Den endelige udformning af anlæggene, og dermed investeringsoverslagene, må i givet fald bero på en nærmere analyse og detailprojektering.

Baseret på erfaringer med drift af sideanlæg vurderes det, at driften af en afsætningsplads vil udgøre 100.000- 200.000 kr. pr. år, svarende til op mod knap 5 mio. kr. pr. årsbasis for de 22 afsætningspladser.

*Figur 6.2. Standardanlæg for omkobling af modulvogntog på serviceanlæg*



### **6.3.3. Tvangsruter**

Antallet af muligheder for tilkørsel til de enkelte knudepunkter fra motorvejsnettet varierer en del. Afhængig af knudepunktets placering er der ofte mulighed for til- og frakørsel fra flere motorvejsafkørsler. Med henblik på at reducere ombygningsomkostningerne til de relevante knudepunkter tænkes udpeges én enkelt afkørsel, som skal benyttes af modulvogntog. Sådanne ”tvangsruter”, som et samlet udpeget modulvogntogsvejnet i realiteten er et udtryk for, kendes f.eks. fra ”det blå vejnet” som benyttes af køretøjer og vogntog, der overskrider grænserne for tilladt vægt, akseltryk og dimensioner (Særtransporter).

#### 6.4. Omkostningsoverslag

På baggrund af computersimuleringer samt assistance fra en ekstern konsulent, er ombygningsbehovet vurderet for de kritiske punkter på vejnettet, dvs. rampekryds, rundkørsler og almindelige vejkryds. Ombygningsbehovet varierer fra omstribning til egentlig udbygning.

De estimerede omkostninger ved ombygning baserer sig på standardenhedspriser. Dette sammenholdt med usikkerhederne i computersimuleringerne medfører, at estimatet for ombygningsomkostninger er behæftet med en ikke ubetydelig usikkerhed.

Samlet forudsættes anlægsarbejder på 20 serviceanlæg og 2 rastepladser samt i 59 knudepunktslokaliteter.

Det samlede overslag over anlægsøkonomien ser således ud:

Knudepunktslokaliteter	15 - 20 mio. kr.
<u>Serviceanlæg</u>	<u>205 – 225 mio. kr.</u>
I alt	220 - 245 mio. kr.

Overslaget baserer sig på de givne forudsætninger om vejnet mv. En endelig vurdering af anlægsøkonomien må bero dels på en endelig fastlæggelse af vejnet, dels en egentlig detailprojektering herfor.

I ovennævnte beregninger må der ligeledes tages forbehold for omkostningsskøn hvad angår eventuelle tilpasninger til modulvogntog på (amts) kommunale veje.

I tillæg til de ovennævnte beregninger er gennemført en følsomhedsanalyse på de ekstraomkostninger, tilladelse til brug af modulvogntog opbygget som sættevogn + kærre vil medføre. Ekstraomkostninger til denne løsning skal overvejende søges i det forhold, at denne modulvogntogskombination har sværere ved at opfylde kravene til overholdelse af den indre kurveradius end versionen opbygget som lastbil + dolly + sættevogn. Der vil derfor kunne opstå yderligere behov for tilpasninger af vejnettet, for at også disse kombinationer vil kunne køre. Det er vurderet, at meromkostningerne hertil vil kunne rummes indenfor en margin på mellem 20 og 40 pct., og alene vil omfatte merarbejder på knudepunktlokaliteterne. Der vil derfor kunne blive tale om meromkostninger til anlæg inden for et niveau på mellem 3 og 9 mio. kr. Disse usikkerheder er omtalt i forbindelse med den samfundsøkonomiske vurdering.

## 7. Efterspørgselsundersøgelse

### 7.1. *Interview med vognmænd*

Som del af kortlægningen af transporterhvervets interesse for modulvogntog er gennemført interviews med fem transportvirksomheder på Fyn og i Jylland. Disse interviews er blevet suppleret med yderligere interviews, således at både den geografiske som den transportmæssige dækning (varegruppe og kørselsmønstre) er gjort så komplet som mulig.

Interviewundersøgelsen har givet et indblik i ønskerne til brug af modulvogntog samt afdækket en række af de erfaringer, virksomhederne i dag har med brug af diverse vogntogskombinationer, herunder om mulighederne for en effektiv kapacitetsudnyttelse og kundereaktionerne. Desuden er en række aspekter vedr. udnyttelse af bilerne og deres kapacitet blevet diskuteret.

Et afgørende element i vurderingen af modulvogntogene er knyttet til den udnyttelse, de vil have, herunder naturligvis hvor mange traditionelle vogntog de vil erstatte. Som led i interviewene samt nogle efterfølgende opsamlingsamtaler er dette niveau søgt lagt fast.

Blandt de interviewede transportvirksomheder er der som udgangspunkt stor interesse for modulvogntogene og generelt et ønske om, at der gives tilladelse til kørsel med disse i Danmark. Det står samtidig klart, at det store diskussionspunkt i tilknytning til brug af modulvogntog vil være den konkrete udstrækning af det vejnet, på hvilket der vil blive givet tilladelse til brug af disse vogntog.

Det forhold, at der i første omgang kun foreslås givet tilladelse til brug af vogntogene på et begrænset vejnet i Danmark med mulighed for kørsel i Sverige og Finland anses af de fleste som et fuldt acceptabelt udgangspunkt, men naturligvis ligger der hos adskillige af de adspurgte et ønske om på sigt at kunne udbrede kørslen til det sydlige udland. I punktform kan resultaterne af interviewrunden opsamles på følgende måde:

- Modulvogntog har især deres berettigelse på kørsel mellem terminaler over længere strækninger (typisk mindst 100 km)
- Kørslen bør overvejende foregå på motorveje. Men lokaliseringen af en række transportrelaterede terminaler og ligeledes lokaliseringen af mange produktionsvirksomheder (specielt i det Midt- og Vestjyske), ligger naturligt bag ønsker fra erhvervet om kørsel på et bredere dækkende vejnet end motorvejsnettet.
- Med et mere begrænset vejnet kan sammenkobling af vogntog eksempelvis finde sted ved de transportcentre, der er godt lokaliserede i forhold til motorvejssystemet, men en sådan løsning anses selvsagt af transportvirksomhederne for en logistisk og for erhvervet en omkostningsmæssig tungere løsning.
- Besparelspotentialer i form af mindre samlet kørsel gennem færre vogntog anses af alle de interviewede for at være opnåelige. Specielt på lange ture i Sverige er erfaringen, at det er muligt at opnå besparelser i størrelsesorden 30

pct. ved brug af modulvogntog. Transportvirksomhederne skønner at besparelsen for blandet kørsel i Danmark vil kunne udgøre ca. 15 - 20 pct.

- Vognmandserhvervet foretrækker modulvogntogskombinationen forvogn + dolly + sættevogn, men ikke mindst af hensyn til fleksibiliteten i konceptet er det ønsket, at en kombination med sættevogn + kærre også bør kunne anvendes.
- Uddannelse af chauffører evt. kombineret med alders- eller erfaringskrav bliver på ingen måde afvist, selv om det fra vognmandsside pointeres, at erfaring går frem for alder.
- Vognmændene har forståelse for et eventuelt krav om ABS + elektronisk bremseregulering, og ser meget seriøst på de trafiksikkerhedsmæssige aspekter, og er bl.a. meget opmærksomme på problemerne med bremseegenskaber på anhængere. De tekniske krav (bremses, styring og stabilitet mv.) til modulvogntog er behandlet i bilag 3.

### *Estimat af forventede besparelser*

En anvendelse af modulvogntog i Danmark vil have indflydelse på økonomi og miljø såvel i driftsøkonomisk forstand hos transportørerne og deres kunder som på et samfundsmæssigt plan. De forventede besparelser er skønnet på baggrund af følgende forudsætninger:

- Vogntogskombinationer i hvilke der indgår en traditionel, tre –akslet forvogn med en ladelængde på ca. 7,6 m samt en treakslet anhænger. Hver enhed har en totalvægt på op til 24 tons.
- Modulvogntoget består af ovennævnte trækkende enhed, men nu via en dolly tilkoblet en løstrailer (sættevogn) på 13.6 m
- Det forudsættes (som beregningsforudsætning) at tre traditionelle vogntog vil kunne erstattes af to modulvogntog. Hvert vogntog forudsættes at tilbagelægge 120.000 km/år.

Besparelsen ved ikke at skulle køre med et vogntog 120.000 km om året kan opgøres til i alt 953.000 kr./år. Meromkostningerne ved kørsel med to modulvogntog er beregnet til ca. 191.000 kr./år.

Resultatet bliver derfor en nettobesparelse på 953.000 kr. - 191.000 kr. = **762.000 kr./år**, for hver gang tre traditionelle vogntog erstattes med to modulvogntog.

Besparelspotentialer er sammensat af drifts- og kapitalomkostninger forbundet med besparelsen på et traditionelt vogntog. Blandt hovedposterne der indgår i beregningerne er:

- Kapitalomkostninger på en forvogn + en sættevogn
- Chaufførlønninger
- Energiomkostninger
- Vedligehold
- Dæk
- Forsikringer mm

En mere fyldestgørende beskrivelse af disse omkostningsposter er gengivet i bilag 4.

### ***Besparelspotentiale (kørsel i DK, S og SF)***

Det er af afgørende betydning for opgørelsen af de mulige besparelser at kunne vurdere kørselsomfanget for lastbiler i Danmark og ud fra disse tal kunne estimere nogle realistisk overflytnings- og besparelspotentialer.

Erfaringerne fra udlandet - specielt Sverige - er omtalt i kapitel 4, og data herfra er da naturligvis også blevet anvendt som reference i dette arbejde. Forholdene i Sverige er dog så markant anderledes end i Danmark, at det i praksis er svært at overføre disse.

Som alternativ er derfor blevet gennemført en række estimationer baseret på Kørebogen samt på baggrundsdata fra undersøgelsen "International lastbiltrafik", som Vejdirektoratet gennemførte i 2002. Begge kilder er baseret på stikprøver med efterfølgende opregning, ligesom der mangler informationer om kørsels start- og slutpunkt. Specielt det sidste gør det svært at vurdere, hvor mange ture der udføres som en kombination af kørsel såvel på motorvejsnettet som på det underliggende vejnet. De udførte beregninger er således behæftet med ganske megen usikkerhed. Som et princip er derfor anlagt meget forsigtige vurderinger over overflytningsmuligheder og mulige besparelser.

Udgangspunktet for beregningerne har været et årligt trafikarbejde med danske lastbiler på motorvejsnettet, der ud fra opgørelserne i "International lastbiltrafik" er estimeret til ca. 800 mio. km pr år. Med forsigtighed er det på basis af samme data vurderet, at mellem 60 og 70 pct. heraf udføres med vogntog svarende til mellem 480 mio. og 560 mio. vogntogskilometre pr år.

En del af disse kilometre udføres af danske biler som led i internationale transporter til og fra udlandet samt som transittransporter. Baseret på udtræk fra Den internationale Kørebog udført i forbindelse med overvejelser over konsekvenserne for danske transportører af de kommende tyske motorvejsafgifter, er dette kørselsomfang søgt estimeret. Det kan anslås, at danske biler som led i international kørsel kører ca. 100 mio. km på danske motorveje. Mere end 90 pct. af denne kørsel udføres med vogntog, hvorfor de 100 mio. km betragtes som en øvre grænse for den del af vogntogens internationale kørsel, der finder sted på danske motorveje.

Ud fra de ovenstående tal er det efterfølgende med forsigtighed skønnet, at den nationale kørsel samt den internationale kørsel til/fra Sverige og Finland med vogntog kører 400 mio. km på de danske motorveje. Dette tal udgør alene en øvre referenceramme for de efterfølgende beregninger.

Når fokus desuden begrænses til den nationale kørsel samt den internationale kørsel til og fra Sverige og Finland er forklaringen, at det er denne kørsel, der vil blive berørt af en tilladelse til brug af modulvogntog i Danmark. Kørsel med modulvogntog er som tidligere nævnt allerede tilladt i Sverige og Finland.

For at kunne indkredse det mulige kørselsomfang med modulvogntog, har det derfor været nødvendigt at opstille en "flertrinmodel", gennem hvilken kørselsomfanget kan søges identificeret.

Som basis for denne identifikation er taget udgangspunkt i nationale ture med vogntog, der i dag har en turlængde på 200 km og derover. Der var her i alt over 1 mio. ture, og trafikarbejdet udgjorde lidt over 320 mio. km (2000 tal). Da disse tal dækker kørsel på hele vejnettet, er det meget forsigtigt forudsat, at halvdelen af denne kørsel udføres på motorvejsnettet svarende til ca. 500.000 ture og 160 mio. km. Det skal her bemærkes, at disse tal ikke er direkte sammenlignelige med de tidligere nævnte 400 mio. km, idet der nu udelukkende fokuseres på nationale ture længere end 200 km. I praksis sker der derfor nok en undervurdering af potentialet for overflytning af ture, idet en række ture til/fra Sverige og Finland ikke medregnes. Ud fra en forsigtighedsvurdering er denne udeladelse dog bibeholdt i de følgende beregninger.

Med udgangspunkt i logistiske forhold hos producenter og transportvirksomheder samt under hensyntagen til det afgrænsede vejnet, modulvogntogene foreslås at køre på, er det vurderingen, at kun en mindre del af den kørsel, der i dag udføres med vogntog på motorveje, kan overflyttes til modulvogntog.

Forklaringen på dette er, at mange ture har et start- og/eller et slutpunkt for deres kørsel, der ikke er knyttet direkte til motorvejene, men ligger i en vis afstand herfra. Skal modulvogntog derfor ud på dette vejnet vil det kræve en deling af modulvogntoget til to enheder, hvilket ikke mindst af omkostningsmæssige hensyn kun vil ske i et mindre antal tilfælde.

Under hensyntagen hertil er det derfor forsigtigt antaget, at ca. 30 pct. af de førnævnte 160 mio. vogntogskilometer, svarende til 48 mio. kilometre, vil kunne blive berørt af en omstilling til modulvogntog. Under forudsætning af at to modulvogntog kan erstatte tre traditionelle vogntog, og at årskørslen er 120.000 km, betyder det, at 32 mio. km vil blive kørt af 266 modulvogntog, og at 16 mio. km kørt af almindelige vogntog vil blive overflødige svarende til, at der netto fjernes 133 traditionelle vogntog.

Facit for denne omstilling til modulvogntog er derfor, at det forsigtigt skønnes, at i alt 48 mio. vogntogskilometer berøres af omstillingen. De 16 mio. kilometre forsvinder, mens de resterende 32 mio. kilometre overgår fra at være almindelige vogntogskilometer til at være modulvogntogskilometer, idet transportkapaciteten hermed kan opretholdes.

Sættes den tidligere omtalte årlige nettobesparelse på 762.000 kr. pr vogntog i relation til det skønnede besparelspotentiale på 16 mio. km svarende til 133 almindelige vogntog, vil den driftsøkonomiske besparelse ligge i størrelsesordenen 100 mio. kr.

Forudsætningen om, at kørslen med modulvogntog skal begrænses til motorvej samt visse udvalgte knudepunkter, må i praksis forventes at betyde, at en del af den ovenfor beskrevne kørsel vil kræve omkobling af modulvogntog undervejs på turen, idet start- og/eller slutpunktet ligger uden for det vejnet, der lovligt kan betjenes med modulvogntog. Der er altså her tale om ture for hvilke en omkobling til almindelige vogntog på en del af turen økonomisk anses for en mere gunstig løsning end kørsel med almindelige vogntog på hele turen.

Der forefindes ikke data til belysning af denne problemstilling, hvorfor det har været nødvendigt at skønne herover ud fra en række forudsætninger. Følgende elementer indgår heri:

- 1/3 af motorvejsturene med modulvogntog indeholder en transportdel uden for motorvejsnettet
- Kørselsandelen pr tur uden for motorvejsnettet antages at udgøre 50 km
- Modulvogntoget opdeles på omkoblingspladsen i to dele; en del der køres som et vogntog, og en del der køres som traditionel sololastvogn. Det forudsættes, at der ikke er behov for anskaffelse af yderligere materiel til denne kørsel, og at andelen af tomme ture ikke procentuelt forøges.
- Meromkostningen ved denne løsning opgøres i forhold til status quo, dvs. som sammenligning med omkostningen før introduktion af modulvogntog. I praksis betyder dette, at meromkostningen opgøres som omkostningen ved at køre en sololastbil frem for et påhængsvogntog, dvs. at omkostningen på denne del af turen fordobles sammenholdt med situationen før modulvogntog. Den årlige omkostning for hver enhed er skønsmæssigt ansat til 800.000 kr., som fordeles på 80.000 km, dvs. 10 kr./km
- Merkørslen kan opgøres til ca. 1.6 mio. km fordelt på 33.000 ture, hvilket kan udføres af ca. 20 lastbiler. Meromkostningen ved denne kørsel (sammenholdt med omkostningen før introduktionen af modulvogntog) fratrækkes den ovenfor opstillede omkostningsbesparelse på 100 mio. kr.

Nedenstående tabel viser resultaterne af denne beregning:

*Tabel 7.1: Meromkostninger ved omkobling af modulvogntog til traditionelle vogntog*

	Ture (1000)	Km (mio.)	Kroner (mio.)
Antal ture med modulvogntog	100	32	
Antal ture med omkobling (1/3 af total)	33		
Ekstra km på omkoblede ture (50 km pr tur).		1.6	
Ekstra omkostninger på omkoblede ture (10 kr. /km)			16

Med en skønnet meromkostning på 16 mio. kr. til kørsel med delte enheder, reduceres den årlige nettodriftsbetjening til 84 mio. kr. Er det nødvendigt med omkobling på 2/3 del af turene, vil nettodriftsbetjeningen reduceres til 68 mio. kr.

De 84 mio. er det netttotal som anvendes i forbindelse med den samfundsøkonomiske vurdering, der opstilles i kapitel 9.

### ***Besparelspotentiale (kørsel sydpå)***

Blot en fem pct. besparelse af kørslen med vogntog sydpå ved en eventuel fælles-europæisk beslutning om anvendelse af modulvogntog vil indebære en driftsbesparelse på ca. 250 mio. kr. årligt. Ved 10 pct. reduktion i kørslen vil det sparede beløb som udgangspunkt overstige, hvad det er beregnet, at danske biler skal betale i "Mautafgift" i Tyskland (såfremt der ikke indføres en ekstrabetaling for modulvogntog.).



## 8. Konsekvenser for banetrafikken

Tilladelse til brug af modulvogntog vil i nogle relationer kunne påføre banetrafikken en sådan konkurrence, at dennes i forvejen beskedne markedsandele reduceres yderligere. Det mest oplagte eksempel vil være de nationale kombishuttler (herunder de såkaldte ”Carlsberg-transporter”), der kører fast mellem på den ene side Århus, Esbjerg og Taulov og på den anden side Høje Taastrup Transportcenter, idet der her ofte er tale om at transportere hele løstrailere på jernbane frem for på vej. Da prisforskellen på de to transportløsninger i dag er beskednen, vil muligheden for at transportere mere gods i samme træk på vejen kunne medføre, at denne løsning vælges frem for baneløsningen.

Nedlægges kombishuttlerne vil en del gods derfor blive overført til vejtransport. Hvorledes konkurrencefladen i forhold til de nationale færgeruter (specielt Mols Linien) vil være kan ikke umiddelbart afgøres. Rent teknisk er der ikke umiddelbart nogle hindringer for at medtage modulvogntog på disse færger. Det afgørende vil være hvilket vejnet, der åbnes for kørsel med modulvogntog. Det udpegede vejnet vil ikke muliggøre kørsel med modulvogntog til og fra Mols Linien (som sejler fra Kalundborg til Århus).

På linje med banetrafikken vil en ”afskæring” af eksempelvis Mols Linjen kunne medføre, at en del løstrailere, der i dag transporteres som såkaldte uledsagede enheder (dvs. uden trækkende enhed og chauffør), fremover vil køre hele turen fra eksempelvis Århus til Høje Taastrup.

Den internationale trafik til og fra Danmark/Skandinavien vil også kunne påvirkes, idet modulvogntog umiddelbart vil kunne køre i en række af disse relationer (eksempelvis Hålsingborg- Høje Taastrup/Taulov), mens det er noget sværere på dette stadi at vurdere effekterne for trafikken til og fra det øvrige Europa, såfremt der åbnes for kørsel med modulvogntog i hele Europa. Umiddelbart er det dog fra baneside vurderingen, at en sådan åbning vil kunne påvirke banernes markedsandele væsentligt på en række produkter.

Trafikministeriet har fået udviklet en ny godsmodel kaldet SENEX. Modellen beregner virkninger på lastbiltransporten ved at indføre forskellige afgiftsscenerier i forskellige lande. Det er således de internationale godsstrømme, modellen fokuserer på. Endvidere beregner modellen, hvilke konsekvenser forskellige afgiftsscenerier vil få for transportmiddelvalg og for valget af rute. En meget simpel beregning med modellen har vist, at der vil kunne forekomme frafald i banetrafikken på udvalgte destinationer og segmenter på mellem 10 og 18 pct. Det bør dog understreges, at tallene er behæftet med meget stor usikkerhed, og bl.a. bygger på den forudsætning, at al trafik med vogntog (undtagen køle- og frysevarer) overflyttes til modulvogntog. Et mere realistisk bud vil derfor pege på overflytninger på mellem halvdelen og en tredjedel af dette tal, dvs. i størrelsesordenen 5 -7 pct.

Omkostningsreduktionerne ved modulvogntog vil påvirke konkurrenceforholdet i negativ retning set fra banernes side. Kvaliteten af det transporttilbud, banerne kan tilbyde, har imidlertid nok så stor indflydelse på konkurrenceforholdet mellem de to transportformer, og i den udstrækning denne kvalitet kan øges, vil banerne i nogen udstrækning kunne dæmme op for en sådan overflytning. En overflytning vil typisk være udtryk for, at der vil være ressourcebesparelser forbundet med over-

flytningen og dermed også samfundsmæssige fordele. Det er dog ikke alle typer omkostninger, som indgår i beslutningstagerens overvejelser. Ulykkesomkostninger og trængselsomkostninger for andre vil således normalt ikke indgå.

## 9. Vurderinger af samfundsøkonomien

De samlede konsekvenser af indførelsen af modulvogntog kan relevant vurderes i en samfundsøkonomisk analyse. I nedenstående beregning er foretaget en begrænset samfundsøkonomisk analyse, der baserer sig på de overordnede effekter af indførelsen af modulvogntog beskrevet i rapporten i øvrigt. Der er således ikke foretaget egentlige trafikmodelberegninger med tilhørende konsekvenser for eksempelvis valg mellem transportmidler, ligesom visse effekter der kun vanskeligt lader sig kvantificere uden yderligere dybdegående analyser er udeladt, jf. afsnit 9.1 om ikke-værdisatte effekter.

Som det fremgår af afsnit 9.2 om analysens robusthed vurderes de beregnede effekter dog at indfange størstedelen af de betydende effekter, hvorved resultatet giver en god indikation af størrelsesordenen af de samlede samfundsøkonomiske konsekvenser. Det skal dog understreges, at opgørelserne er behæftet med en del usikkerhed, og de absolutte tal skal derfor tages med et vist forbehold.

Metodemæssigt er der taget udgangspunkt i Trafikministeriets: ”Manual for samfundsøkonomisk analyse” fra juni 2003. Analysen baseres således på en markedspristilgang, der sikrer at de samfundsmæssige konsekvenser vurderes med udgangspunkt i, hvad de i sidste ende er værd for den enkelte borger (betalingsvilje).

### *Centrale beregningsforudsætninger:*

De samfundsøkonomiske konsekvenser beregnes over en 30 årig kalkulationsperiode med en kalkulationsrente på 6 pct. Nettoafgiftsfaktoren svarer til det aktuelle gennemsnitlige afgiftstryk i det danske samfund på 17,1 pct., og forvridningstabet udgør 20 pct. af nettoudgifter og –indtægter for staten.

### *Basisalternativet*

Basisalternativet er den reference, som situationen hvor der indføres modulvogntog sammenlignes med. Basissituationen er således den trafikale situation, som den vurderes at ville se ud over kalkulationsperioden, såfremt der ikke indføres modulvogntog. Basisalternativet tager udgangspunkt i en trafikmængde og –sammensætning svarende til dagens situation.

Ved den samfundsøkonomisk analyse er medregnet følgende:

- Luftforurening værdisættes til 0.18 kr./køretøjskm og global opvarmning (CO<sub>2</sub>) ansættes til 0.09 kr./køretøjskm for vogntog<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Vurderingerne bygger på de foreløbige resultater fra et nyt studie af de eksterne omkostninger, der udgives af Trafikministeriet om kort tid. Værdierne kan således i den endelige udgave være justeret lidt, men de nævnte værdier afspejler den relevante størrelsesorden.

- Mistede brændstofafgifter er skønnet til at udgøre årligt godt 1.2 mio. l \* 2.88 = ca. 3.5 mio. kr.
- Mistede indtægter fra vægtafgift og Eurovignet svarende til op til ca. 133 vogn-tog = ca. 2 mio. kr. årligt.
- Muligvis sparede/ændrede vejslidsomkostninger, der dog må bero på konkrete vurderinger, og er svære at kvantificere. Denne kategori af omkostninger er ikke medtaget her.

Tabel 9.1.: Samfundsøkonomiske konsekvenser (hovedposter)

Hovedposter:	Mio. kr. (Prisniveau 2003)
<i>Værdisatte effekter</i>	
Investeringer i infrastruktur (engangsudgift)	245
Driftsomkostning til vedligehold af omkoblingspladser kr./år	5
Sparede driftsomkostninger for køretøjer kr./år	84
Sparede emissioner kr./år	1,1
Sparet CO2 kr./år	0,5
Mistet afgiftsprovener pga. reducerede indtægter fra dieselaftgift og vægtafgift mv. per år (korrigeret for afgiftsindtægter ved den alternative anvendelse af besparelserne)	4,6
Forvriddningstab fra anlægsomkostninger og mistet afgiftsprovener i alt (engangstab)	110
Nettonutidsværdi (NNV), i alt (30 år)	608
Benefit-cost-rate (NNV ift. nettoudgiften for de offentlige kasser)	1,7
<i>Ikke værdisatte effekter</i>	
Ændringer i antal uheld	(+)
Regional økonomiske konsekvenser	+ (grundet reducerede transportomkostninger generelt)
Støj	+
Trængsel	+
Barrierevirkninger, landskab og bykvalitet, rekreative områder	? (afhænger af hvordan færre, men større vogn-tog sammenlignet med flere lastbiler før opfattes)

Det samlede resultat for investeringer og afgiftstab er et årligt plus på ca. 85 mio. kr., hvor langt hovedparten ligger på besparelser i driften af køretøjer. Dette tal skal sammen holdes med et investeringsbehov på ca. 245 mio. kr., dvs. en anslået samfundsøkonomisk tilbagebetalingstid på ca. 4 år.

Nettonutidsværdi (NPV) kan opgøres til ca. 608 mio. kr. Benefit - cost raten viser, at der for hver investeret krone (inkl. reduceret afgiftsprovener) fås et samfundsøkonomisk overskud på netto 1,7 krone, hvilket må siges at være et pænt resultat.

Skønnet over omkostninger til investeringer i infrastruktur er foretaget ud fra den mindst pladskrævende modulvogntogstype. Baseret på en følsomhedsvurdering er det vurderingen, at meromkostningerne til yderligere tilpasning af vejinfrastrukturen til også at kunne håndtere den mere pladskrævende type af modulvogntog maksimalt vil beløbe sig til 9 mio. kr., hvilket i praksis er uden betydning for det samfundsmæssige beregningsresultat.

For alle de eksterne omkostninger gælder, at der er tale om ganske usikre beregninger. Omvendt ses det også, at de udgør en ret lille del af de samlede besparelser knyttet til brug af modulvogntog, hvorfor selv en meget markant ændring af såvel kvantificeringen som værdisætningen af de eksterne omkostninger ikke vil ændre det samlede resultat væsentligt.

### **9.1. Ikke værdisatte effekter**

I skemaet opregnes en række effekter, der må forventes at blive påvirket af indførelsen af modulvogntog, men hvor der enten ikke eksisterer rimelige opgørelsesmetoder, eller hvor der på det foreliggende grundlag ikke kan siges noget konkret om størrelsesordenen.

Nettopåvirkningen fra de ikke værdisatte effekter kan ikke umiddelbart ses af ovenstående tabel, da nogle påvirker det samlede resultat negativt og nogle positivt, mens fortegnet for andre effekter er uklart.

Ændringer i ulykkesomkostninger er ikke opgjort konkret. Som nævnt i kapitel 5 er det sandsynligt, at tilladelse til modulvognskørsel på motorvejsnettet fører til reducerede ulykkesomkostninger, men virkningen afhænger bl.a. af, hvorvidt modulvogntog giver anledning til en samlet, væsentlig øget godstransport. Inden for rimelige antagelser kan sikkerhedseffekten skønnes at være nogenlunde neutral og dermed uden væsentlig indflydelse på den samfundsøkonomiske opgørelse.

Regionaløkonomisk må det forventes, at en reduktion i transportomkostningerne alt andet lige vil bidrage positivt til den økonomiske udvikling i områder, hvor modulvogntogene kan udnyttes som transportmiddel. Det er imidlertid meget vanskeligt at forudsige størrelsen af en sådan effekt, om end den må antages at være relativt begrænset de samlede godsmængder taget i betragtning, ligesom det begrænsede vejnet der vil kunne anvendes af modulvogntog, vil sætte grænser for denne udvikling.

Der forventes desuden en lille reduktion i støjbelastning og trængsel, der i givet fald vil give et lille yderligere plus i analysen.

Endelig vil ændringer i transportmønsteret have en effekt på opfattelsen af de barrierer trafikken skaber, oplevelsen i naturområder, mv. En sådan effekt lader sig dog ikke kvantificere på nuværende tidspunkt, og det er vanskeligt at sige om effekten i sidste ende vil være positiv eller negativ.

## **9.2. Usikkerhed forbundet med analysen**

Som nævnt indledningsvist, er der en række usikkerheder forbundet med den samfundsøkonomiske analyse, og en del af de opgjorte effekter har karakter af skøn.

En af de væsentligste usikkerhedsparametre er opgørelsen af de driftsøkonomiske besparelser, hvor det dog af ovenstående fremgår, at der skal endog rimelig store udsving i disse til at ændre konklusionen om et positivt samfundsøkonomiske resultat til et negativt. Det samme gælder for vurderingen af anlægsomkostningerne, der udgør en anden betydende usikkerhed. Dog vil en fordobling af anlægsudgifterne kombineret med en halvering af driftsbesparelserne betyde, at nettonutidsværdien reduceres til et underskud på ca. 229 mio. kr., mens en fordobling af de totale anlægsinvesteringer samtidig med at driftsbesparelserne bibeholdes vil resultere i en nettonutidsværdi på 281 mio. kr., og omvendt en fastholdelse af infrastrukturinvesteringerne samtidig med at driftsbesparelserne reduceres til det halve, vil give en nettonutidsværdi på 97 mio. kr.

De angivne nøgletal for de eksterne effekter er som nævnt under endelig opdatering, og kan generelt være behæftet med meget store usikkerheder. De eksterne effekter udgør imidlertid kun en lille del af de samlede effekter, så analysens resultat må siges at være meget robust i forhold til andre antagelser om de eksterne effekters størrelse.

## 10. Finansiering

En åbning for kørsel med modulvogntog i Danmark på de ovenfor opstillede præmisser, dvs. på motorvejsnettet samt til og fra enkelte udvalgte terminalpunkter uden for dette, vil byde på en række fordele for vognmandserhvervet og dets kunder, men omvendt indebære økonomiske belastninger af de offentlige kasser.

Tilladelse til brug af modulvogntog vil være baseret på det modulære princip som beskrevet i kapitel 3, dvs. enten af 25,25 m vogntog bestående af en forvogn, en dolly og en sættevogn eller subsidiært af et sættevogntog med tilkoblet kærre. Vognmænd vil derfor være i stand til at udbygge bestående vogntog til modulvogntog for en relativ beskeden sum, idet der som udgangspunkt kun er behov for investeringer i dollier eller subsidiært i træktøj på sættevognen, samt en række tekniske modifikationer af denne. En dolly koster ca. 0,2 mio. kr. Der vil som udgangspunkt ikke være behov for yderligere investeringer i trækkende enheder. I teorien vil en række af disse kunne udfases, idet modulvogntog med en trækkende enhed giver ca. 50 pct. større volumenmæssig kapacitet end bestående vogntog. Set fra erhvervets side er der derfor tale om en meget billig måde at øge sin kapacitet på, ligesom de løbende driftsmæssige meromkostninger ved kørsel med modulvogntog er beskedne. Vognmandserhvervet vil kunne reducere sine omkostninger med formentlig op mod ca. 20 pct. på de mest rationelt planlagte transporter, og på sigt må det forventes, at en væsentlig del af disse besparelser går videre til kunderne i form af lavere transportpriser, et forhold der i sidste instans vil kunne komme forbrugerne til gode.

Kørsel med modulvogntog vil ud over relativt beskedne og meget rentable investeringer hos vognmandsfirmaerne kræve en række offentlige investeringer til tilpasning af vejnettet samt investeringer i forbindelse med etablering af de såkaldte omkoblingspladser. Det er her anslået, at etableringsomkostningerne beløber sig til ca. 245 millioner kr. en gang for alle, samt at efterfølgende vedligeholdelsesomkostninger udgør op mod fem mio. kr. årligt. Hovedparten af disse investeringer er knyttet til omkoblingspladserne. Desuden mister staten et årligt provenu fra et mindresalg af diesel samt fra indtægter fra vægtafgift og Eurovignet fra de lastbiler, der forventes at bortfalde ved brug af modulvogntog.

Over for dette viser regneeksemplerne, at de årlige omkostningsbesparelser hos vognmændene vil andrage mere end 80 mio. kr.

Samlet er der således tale om et projekt, der ved traditionel organisering vil belaste de statslige finanser, men afholdelse af disse udgifter er en forudsætning for, at erhvervslivet kan høste en række gevinster. Med respekt for skattestoppet vil det være muligt at rejse et mindre årligt provenu ved indførelse af en ny vægtafgiftsklasse for vogntog over 48 tons. Et vist bidrag til drift og finansiering af investeringerne i omkoblingspladserne vil muligvis kunne opnås, ved at der på disse pladser opkræves et servicegebyr for sikring og overvågning af de henstillede enheder.

Finansieringsproblemerne kan begrunde en trinvis introduktion af modulvogntog med udgangspunkt i valg af en enkelt eller nogle få velbeliggende omkoblingspladser. En terminal med god adgang til det svenske vejnet kunne i så fald være en nærliggende start.

En forsøgsordning med successiv udbygning af omkoblingspladser vil gøre det muligt at opbygge en erfaringsbase både med indretning af pladserne, behovet for tilpasning af den overordnede infrastruktur, de sikkerhedsmæssige aspekter og de driftsøkonomiske fordele. Muligheder for privat finansiering af nødvendige investeringer kan overvejes.

Da hovedparten af investeringen er knyttet til omkoblingspladserne vil mulighederne for at etablere disse i et offentligt-privat-partnerskab fx kunne overvejes. Selve erhvervelsen af de nødvendige arealer vil mest hensigtsmæssigt kunne ske i offentligt regi, idet der vil være tale om ekspropriation af bestemte arealer i umiddelbar tilknytning til eksisterende serviceanlæg. Etablering og efterfølgende drift af pladserne vil derimod eventuelt kunne ske i privat regi, såfremt der måtte være forretningsmæssig basis herfor til priser, som ikke ville få vognmænd til at foretage omkoblinger på uautoriserede steder.



# Bilag 1: Egnede danske vejnet

## Gennemgang af forudsætninger for udpegning af et begrænset vejnet

Der er anvendt følgende betegnelser:

- **Knudepunktsmål**

Et knudepunktsmål er det sted, hvor modulvogntog (MVT) enten lastes, losses og/eller omkøbes for videre transport eller i foretaget toldekspeditioner. I denne opgave er medtaget knudepunktsmål som fx havne, lufthavne og transportcentre.

- **Rutenet**

Rutenettet er den del af motorvejsnettet der naturligt forbinder de enkelte knudepunktsmål og de vejstrækninger, der er valgt som rute mellem motorvejsnettet og det enkelte knudepunktsmål. Knudepunktsmålene og rutenettet er delt op i et basisnet og et udvidet net.

- **Modulvogntogsserviceanlæg**

Modulvogntogsserviceanlæg er de samlet 11 dobbeltsidede serviceanlæg, med i alt 22 omkoblingspladser, på den del af motorvejsnettet, der indgår i rutenettet.

- **Svingbevægelser**

Mellem motorvejsnettet og det enkelte knudepunktsmål vil et MVT ofte være nødsaget til at manøvrere ved at dreje relativt skarpt. En sådan manøvre registreres som én svingbevægelse.

- **Knudepunktslokaliteter**

Hvor en svingbevægelse er arealkrævende i forhold til det tilstedeværende køresporsareal er lokaliteten registreret som en knudepunktslokalitet. Knudepunktslokaliteter kan fx være rundkørsler, skarpe kurver, prioriterede og signalregulerede kryds. I den enkelte knudepunktslokalitet kan der forekomme flere svingbevægelser.

- **Kategorisering af svingbevægelser**

Hver svingbevægelse bliver kategoriseret inden for en række lokalitets- og manøvreretyper – fx højresving i signalreguleret kryds eller venstresving i rundkørsel.

- **Kategorisering af anlægsomfang**

Kategoriseringen af anlægsomfanget er en yderligere nuancering af svingbevægelserne i forhold til nødvendig indsats. Denne indsats deles op på ingen, lille, mellem eller stort anlægsarbejde.

### *Forudsætninger i forbindelse med kategorisering*

I forbindelse med kategoriseringen er der gjort følgende forudsætninger:

Der er alene medtaget de svingmanøvrer, som er fundet relevante i forhold til det definerede rutenet og adgangen til knudepunktsmålene.

Vurderingen af kategori for de enkelte svingmanøvrer er sket på baggrund af udarbejdede arealbehovskurver, grundkort (Vejdirektoratets digitaliserede luftfotoopmålinger) eller ortofoto.

Til kategoriseringen er anvendt det bedst mulige grundlag - i nævnte rækkefølge har det generelt været:

- Arealbehovskurver på grundkort
- Arealbehovskurver på ortofoto
- Sammenligning af arealbehovskurver med ortofoto.

I ganske få tilfælde foreligger det nævnte baggrundsmateriale ikke. I disse få tilfælde er vurderingen sket ud fra et skøn. Skønnet kan være foretaget med baggrund i kendskabet til lokaliteten fra besigtigelsen eller med baggrund i det kortmateriale, der bedst muligt dækker lokaliteten eller en kombination af disse.

Modulvogntog må anvende overkørselsarealer i rundkørsler i forbindelse med svingbevægelser.

I forbindelse med opstilling af økonomi for de enkelte kategorier er et passende eksempel fra svingbevægelserne til beregning af de enkelte kategorier fundet (fx venstresving i prioriteret kryds med lille anlægsomkostning). Med udgangspunkt i de fundne eksempler er der udarbejdet relativt detaljeret overslag. De beregnede overslag for de enkelte kategorier er derefter anvendt til beregning af de samlede overslag over anlægsarbejder.

Størstedelen af de arealbehovskurver, der er udarbejdet inden opstart af denne opgave, har ikke taget hensyn til et fritrumsprofil. Det er aftalt, at der indarbejdes et fritrumsprofil på  $2 \times 0,35$  m, svarende til det anvendte på det "blå" vejnet. I projektføreløbet er der udarbejdet arealbehovskurver for en del supplerende svingbevægelser. På de supplerende arealbehovskurver er der taget højde for fritrumsprofilen. På de arealbehovskurver, hvor der ikke er taget højde for fritrumsprofilen, er den ydre grænse af arealbehovet overalt tillagt 0,35 m. Hvor arealbehovet derefter rækker ud over kørespor, er der vurderet, om en flytning af arealbehovet vil betyde, at ombygning ikke er nødvendig. Såfremt ombygning stadig er nødvendig, er denne på bedst mulig måde beregnet ud fra de foreliggende udvidede arealbehovskurver.

I tilfælde, hvor arealbehovskurver viser en overskridelse af grænser i begge sider, er svingbevægelsen, hvor det har været muligt forsøgt flyttet, så der alene skal ske anlægsarbejde langs een side af arealbehovskurven.

Det modtagne grundkortmateriale dækker statsvejnettet og alene dette. Vurdering af om vejen er statsvej eller anden vej er sket på baggrund i det udleverede grundkortmateriale

### ***Forudsætninger i forbindelse med de økonomiske overslag***

Hvor det er vurderet, at en svingbevægelse ikke genererer et decideret anlægsarbejde er der som minimum afsat et mindre beløb på kr. 25.000,- til diverse ændret/ny afmærkning med færdselstavler og på kørebane samt mindre problemer, der ikke er registreret i forbindelse med besigtigelsen.

Enkelte svingmanøvrer kan med den samlede kategorisering have en mindre overlappning i anlægsarbejder i den samme knudepunkts-lokalitet. Det er vurderet, at disse få overlap ligger indenfor usikkerheden i anlægspriserne for de enkelte kategorier, hvorfor overlappene ikke har væsentlig betydning for størrelsen af de samlede anlægsoverslag.

### ***Forudsætninger i forbindelse med MVTserviceanlæg***

Det er undersøgt hvorvidt der kunne fremskaffes oplysninger, der kunne godtgøre en mere specifik udformning af areal for MVT på det enkelte serviceanlæg – fx mængden af tung trafik, forventninger til antal MVT i fremtiden og det ønskede serviceniveau i forbindelse med arealet for MVT. Det har ikke været mulig at fremskaffe detaljerede vurderinger af disse forhold. På baggrund af dette, er det valgt at udarbejde et standardareal til brug for omkobling af MVT.

I forbindelse med placering af areal for MVT ved serviceanlæg antages det, at matrikelgrænsen ligger i bagkanten af det modtagne grundkort for statsvejnettet.

Det forventes at vognmændene sørger for den fornødne logistik, så det ikke er nødvendigt at skulle vende MVT i de nærmest liggende mulige rampeanlæg.

Der er ikke taget specielle arkitektoniske hensyn i forbindelse med placeringen af nye anlæg for MVT i forbindelse med serviceanlæggene. Det er udelukkende undersøgt, om en placering af et standardanlæg er mulig.

### ***Eksempler på uafklarede forhold***

- Kurver ved udveksling mellem motorveje – tosporede strækninger fx Lyngby fra nord.
- Hvorvidt der i byområder er afstande mellem to kryds, der på grund af MVTs længde kan medføre kapacitetsmæssige problemer, er ikke undersøgt i detaljer. Et eksempel på kort afstand kan imidlertid gives på Nørreport i Århus mellem Mejlgade og Kystvejen.
- Kort afstand mellem rampekryds og dermed korte venstresvings-spor.
- Relativ lille kapacitet på toldekspedition i Esbjerg. 5-10 ”dagens standard”pladser

- Evt. problemer med skarpe kurver i forbindelse med udfletningsanlæg mellem motorveje.
- MVT, der tanker op ved eksisterende tankanlæg, vil ofte spærre for øvrige køretøjer på manøvrearealer.

### ***Basisnet***

De sammenhængende ruteforløb på statsveje og øvrige veje udspændes i basisnettet mellem en række knudepunktsmål i form af havne, landegrænser og toldekspe-  
ditioner samt de til denne del hørende dobbeltsidede serviceanlæg.

De aktuelle knudepunktsmål er:

#### ***Havne, landegrænser:***

- Hirtshals havn
- Frederikshavn Havn
- Esbjerg Havn
- Rødby Havn
- Helsingør Havn
- Motorvejsovergangen D/DK
- Øresundsbroen S/DK

#### ***Transportcentre:***

- Vejle – Danmarks Transport Center
- Taulov Transportcenter
- Padborg Internationale Transportcenter
- Odense Transportcenter (kommende center ved Tietgen Byen)
- Slagelse Transportcenter - ”Stop 39”
- Køge Transportcenter
- Høje Taastrup Transportcenter
- Københavns Lufthavn, Cargo Center

#### ***Toldekspeditioner:***

- Hirtshals
- Frederikshavn
- Esbjerg
- Padborg
- Nørre Alslev (Rødby)
- Kvistgård (Helsingør)

#### ***Modulvogntogsserviceanlæg:***

- Karlslunde
- Tappernøje
- Tuelsø
- Kildebjerg
- Himmerland

- Ejer Bavnehøj
- Skærup
- Harte
- Ustrup
- Frøslev
- Gudenå

#### ***Udvidet net***

For regneeksemplets skyld vurderes ud over basisnettet et antal opgivne supplerende knudepunktsmål, tilhørende motorvejstilslutningsanlæg og relevante ruter herfra og frem til det udvidede nets knudepunktsmål. De supplerende eksempler på knudepunktsmål er havne og toldekspeditioner:

#### ***Havne:***

- Aalborg havn (samt i tilknytning hertil Nordjysk Transport Center)
- Århus Havn
- Fredericia Havn
- Københavns Havn, containerterminal

#### ***Toldekspeditioner:***

- Frihavnen, København



## Bilag 2: Danske, svenske og finske regler for lastvogne

### *Nugældende danske regler for lastbiler*

De danske regler om lastbilers længde, totalvægt og akseltryk er forankret i færdselsloven, hvori der i §§ 84 og 85 tillægges trafikministeren hjemmel til at fastsætte regler om vægte og dimensioner på køretøjer. Opmærksomheden skal også henledes på lovens § 70, stk. 1, hvorefter der til en bil må kobles ét påhængskøretøj. Sidstnævnte bestemmelse medfører således, at sammenkobling af flere køretøjer, der opfylder EU-dimensionerne, som Danmark skal tillade, såfremt Art. 4, stk. 4, b), skal udnyttes, vil kræve en ændring af færdselsloven. (Færdselslovens § 69 giver dog hjemmel til at bestemme, at en dolly sammenkoblet med en sættevogn kan anses for et påhængskøretøj).

De danske regler:

<b>Kategori</b>	maks. længde	maks. totalvægt	maks. akseltryk
Lastbil	12 m	op til *19.000 kg på 2 aksler *26.000 kg på 3-aksler 32.000 kg på 4 aksler	*11.500 kg på drivaksel, op til 19.000 på bogie og 10.000 kg på én aksel
Påhængsvogn	12 m	op til 24.000 kg	Indtil 20.000 på bogie og 10.000 kg på én aksel
Sættevogntog	16,5 m	op til 48.000 kg på 5 og 6-akslede	op til 24.000 kg på 3-akslede
Påhængsvogntog	18,75 m	op til 48.000 kg	op til 24.000 kg på 3-akslede

\* Gælder alene international trafik.

### **Regler i Sverige**

#### *Manøvreedygtighed*

Sverige har med ikrafttræden den 1. november 1997 indført manøvreedygtighedskrav for vogntog, hvis længde overstiger 24 m, samt udstyrskrav til køretøjer, der indgår i disse vogntog.

Vogntogene skal kunne vende i en vendecirkel med en ydre radius på 12,50 m og en indre cirkel med en radius på 2,0 m

Ingen del af hverken køretøjet eller dets last må røre hverken uden for yderste eller inden for inderste cirkel.

Et vogntog kan opfylde dette krav, hvis:

- 1) afstanden fra vogntogets forreste punkt til bageste ikke-styrende aksel er højst 22,5 m, og
- 2) afstanden fra koblingstappen på sættevognen til sættevognens aksel eller midtpunkt mellem sættevognens ikke-styrende aksler ikke overstiger 8,15 m, svarende til en almindelig EU-sættevogn.

### ***Bremsekrav***

Samtlige køretøjer i vogntoget skal være udstyret med ABS-bremser.

### ***Koblingsanordninger***

Sammenkoblingsanordninger på køretøjer, som ikke er koblingsklasserede eller koblingssynede i Sverige skal, såfremt vogntogets bruttovægt overstiger den højst tilladte bruttovægt i det land, hvor det pågældende køretøj er registreret:

- 1) være typegodkendte og opfylde kravene for aktuelle vægte i henhold til Rådets direktiv 94/20/EF af 30. maj 1994 om mekaniske tilkoblingsanordninger for motorkøretøjer og påhængskøretøjer dertil, og
- 2) deres fastgørelse på disse køretøjer skal være som anført i direktivet, eller såfremt køretøjet er registreret før direktivets ikrafttrædelse den 30. oktober 1995,
- 3) have egenskaber, som modsvarer direktivets tekniske krav for aktuelle vægte. Der skal forelægges dokumentation fra fabrikanten af tilkoblingsanordningen. Af dokumentationen skal det fremgå hvilke vogntogsvægte fabrikanten har godkendt tilkoblingsanordningen til.

### ***Lastbil med to påhængsvogne***

Endvidere har Sverige generelle regler om højeste hastighed for bil med to påhængsvogne (dobbeltkombination).

Udgangspunktet er at den højst tilladte hastighed er 40 km/t. Men, det er muligt at køre med 80 km/t med vogntoget, på følgende betingelser:

- 1) Alle køretøjer i vogntoget skal være udstyret med ABS-bremser,
- 2) Vogntoget må højst have to led,
- 3) Ingen af vogntoget aksler udover det trækkende køretøjs foraksel må være styrende, når hastigheden overstiger 40 km/t.

Sammenkoblingsanordninger på køretøjer, som ikke er koblingsklasserede eller koblingssynede i Sverige skal, såfremt vogntogets bruttovægt overstiger den højst tilladte bruttovægt i den land, hvor det pågældende køretøj er registreret:



- 4) være typegodkendte og opfylde kravene for aktuelle vægte i henhold til Rådets direktiv 94/20/EF af 30. maj 1994 om mekaniske tilkoblingsanordninger for motorkøretøjer og påhængskøretøjer dertil, og
- 5) deres fastsættelse på disse køretøjer skal være som anført i direktivet, eller såfremt køretøjet er registreret før direktivets ikrafttrædelse den 30. oktober 1995,
- 6) have egenskaber, som modsvarer direktivets tekniske krav for aktuelle vægte. Der skal forelægges dokumentation fra fabrikanten af tilkoblingsanordningen. Af dokumentationen skal det fremgå hvilke vogntogsvægte fabrikanten har godkendt tilkoblingsanordningen til.
- 7) Vogntoget skal kunne køres i cirkel med fuldt ratudslag uden at køretøjernes opbygninger eller chassiser kommer i kontakt med hinanden
- 8) Den bageste påhængsvogns højde, i belæsset stand, må ikke overstige 4,0 m. Der er ingen højdebegrænsning i øvrigt, men i praksis er grænsen 4,5 m på grund af den garanterede brofrihøjde.

### ***Regler i Finland***

Alle modulvogntog skal kunne vende i en vendecirkel med en ydre radius på 12,50 m og en indre cirkel med en radius på 2,0 m

Alle vogntog må have en største ladd længde på indtil 21,42 m, kumuleret. Den afrundede del af ladet fortil regnes ikke med, såfremt den ikke overskrider 2,04 m fra kongetappen.

Akselafstanden på påhængsvognen, eller afstanden fra kongetappen (for sættevogn) til bogiemidten må ikke være længere end 8,15 m

Bredden må i Finland være 2,60 m

Maksimalhøjden blev 1. august 1997 forøget til 4,2 m. Denne gælder ifølge de tilgængelige oplysninger også modulvogntog.

Dolly skal også være udstyret med positions-, stop- og blinklys, og reflekser og skærme, som kræves for en trailer [påhængskøretøj].

Dolly kan for at øge drejevilligheden have en drejbar skammel. I så fald må den ikke kunne dreje mere end 30° til hver side og skal være låsbar i ligeudstilling

Når en kærre med en tilladt totalvægt på over 3.500 kg, eller en dolly tilkobles, må vægten på koblingspunktet ikke overskride 10pct. af påhængskøretøjets vægt, og aldrig over 1000 kg.

### ***EU-modulvogntog***

Modulvogntog tillades også i Finland. Modulvogntog må kun kombineres af køretøjer, der er lovligt registreret i de pågældende medlemsstater. Lastbiler fra andre lande skal opfylde grænserne i bilag I til direktiv 96/53. Køretøjer, der indgår i

kombinationen må ikke overskride de i registreringslandet gældende bestemmelser om vægt og dimensioner. For køretøjer, som overskrider de tilladte vægte og dimensioner, kræves speciel tilladelse fra Finlands Ministerium for Transport og Kommunikation. Den største tilladte højde for EU-køretøjer er 4,0 m, og bredden er højst 2,55 m, undtaget er dog temperaturregulerede opbygninger.

### ***Forskelle mellem svenske og finske regler***

Efter direktivets ikrafttræden har Sverige fastholdt 24 m grænsen for specielle vogntog (som ikke er ”Bilag I konforme”). For disse vogntog er der ikke særlige krav, som er foranlediget af køretøjlængden. Endvidere har man såvel i Sverige som i Finlands tilladt modulvogntog med en totallængde på indtil 25,25 m. Den maksimale længde fremgår ikke af bestemmelserne (udover i en vejledning).

I Finland tillades ligeledes specielopbyggede vogntog (ikke Bilag I-konforme). Den tilladte længde er imidlertid baseret på tilladt, kumuleret laddlængde på 21,42 m. Derudover gælder 4,2 m i højden og 2,60 m i bredden. Disse skræddersyede vogntog er fordelagtige med hensyn til lavere brændstofforbrug, lettere konstruktion, lavere forurening og lastkapaciteten kan udnyttes mere optimalt. Modulvogntog tillades også med den begrænsning, at den maksimale kumulerede laddlængde ikke må overstige 21,42 m.

### ***Konklusioner***

Efter ordlyden i art 4, stk. 4, b, (direktiv 96/53/EF) er det ret få køretøjer, der kan sammenkobles uden først at blive modificeret på den ene eller den anden måde.

Sættevogne har fx ikke normalt monteret tilkoblingsanordning, el-tilslutning og bremseluftudtag bagpå. I Danmark findes der næppe nogen, da det ikke er lovligt at køre med mere end eet påhængskøretøj efter en lastbil, jf. færdselslovens § 70.

I Sverige er der nogen udbredelse af kombinationen lastbil (trækker) - sættevogn, hvorpå der – udover plads til 7,82 meter lang belæsning - er monteret en skammel til sammenkobling med yderligere en sættevogn. En sådan sættevogn med en skammel må betragtes som værende udelukkende egnet til brug i modulvogntog.

Endvidere er der udbredt anvendelse af påhængskøretøj konstrueret som en kærre – en såkaldt dolly - som anvendes til montering af en skammel til sammenkobling med en sættevogn.

Det kræver således konkrete investeringer i særlige tilkoblinger eller dollies for at komme ind på modulmarkedet.

Opmærksomheden skal endvidere henledes på, at der ikke er EU-harmoniserede krav om ABS-bremser på lastbiler og påhængskøretøjer hertil. Sådant udstyr er ligeledes nødvendigt for at kunne køre med modulvogntog både i Sverige og i Finland.

Vendecirkelkravet på 2,0 og 12,5 m for modulvogntog er ligeledes ens i Sverige og i Finland, men det er et (ekstra) krav, som der er taget stilling til i direktivteksten, jf. listen over de punkter i bilag 1, der er nævnt i art.4, stk. 4, 1. afsnit. Navnlig det-

te krav er årsagen til at der i praksis er en grænse på 25,25 m i længden. Tallet forekommer dog trykt i de lettilgængelige vejledninger om dimensioner, der udgives af både Sverige og Finland.

Højdebestemmelsen er ikke nævnt i artikel 4, stk. 4, men muligheden fremgår af art. 4, stk. 2, litra a) om national godstransport. Finland tillader køretøjer med en højde på 4,2 m, men i modulvogntog skal køretøjerne være Bilag 1- konforme. Det betyder, at den danske vognmand, der vil konkurrere på det finske marked med et dansk vogntog, højst kan anvende køretøjer, der er 4,0 m høje. Det giver en volumenfordel på godt 11 m<sup>3</sup> pr. modulvogntog til vogntog, der er registreret i Finland. I Sverige er der ikke fastlagt maksimalhøjde for forreste påhængskøretøj, hvorfor forskellen der er mere udtalt.

I henhold til direktivet må medlemsstaterne tillade national transport med køretøjer, der er højere end 4,0 m, jf. Art 4, stk. 2, men i Danmark er grænsen 4,0 m

Det fremgår ikke, hvorvidt teksten i den danske udgave af direktivets art. 4, stk. 4, pkt. b): ”på en sådan måde, at man opnår mindst det lad, der er tilladt i denne medlemsstat ...” alene sigter til laddængde, men både den engelske og den franske udgave siger udtrykkeligt laddængde, og i praksis viser det sig også at være tilfældet, når fx Finland alene tillader kombinationer af køretøjer, der er lovligt registrerede i ”den pågældende medlemsstat”.

Det kan således konkluderes, at der ikke umiddelbart opnås lige konkurrencevilkår alene ved at tillade, at vogntog fra andre medlemslande kører som modulvogntog, da disse som udgangspunkt skal være særligt konstrueret eller udstyret for at opfylde de særlige vilkår, som Sverige og Finland stiller til modulvogntog, ligesom det ikke er altid er muligt at opnå samme lastvolumen med danske køretøjer eller køretøjer fra de øvrige EU-lande, som med svenske eller finske.



## Bilag 3: Tekniske krav til modulvogntog

### *Bremser*

Jo længere et vogntog med trykluft-mekaniske bremsesystemer er, jo længere tid vil der gå fra bremsepedalen trædes ned, til bremsene på de bageste aksler aktiveres.

I dag stilles der krav til funktionstiden for bremsene på lastbiler samt påhængs- og sættevogne, nemlig de krav, der fremgår af et EF-direktiv om bremsesystemer. Men i EF-direktivet har der ikke været tænkt på vogntog bestående af flere end to køretøjer, og der er derfor ingen særlige krav til funktionstiden for bremsene på det bageste køretøj i modulvogntog.

Heller ikke i Sverige og Finland stilles der særlige krav til funktionstiden for bremsene på det bageste køretøj i vogntoget, når vogntoget består af mere end to køretøjer.

I USA og Australien, hvor vogntog med mere end ét påhængskøretøj tillades, stilles der strenge krav til bremsens funktionstid. Hvis modulvogntog skal tillades i EU kan det overvejes, hvorvidt der i denne forbindelse bør indføres lignende krav til funktionstiden for bremsene på de bageste aksler.

På vogntog forsynet med elektroniske bremsesystemer (EBS) er funktionstiden uafhængig af vogntogets længde.

### *Bremsepræstationer*

Bremsepræstationskravene for sættevogne og påhængsvogne fremgår af kapitel 5 i bekendtgørelse om detailforskrifter for køretøjer.

Lastbilers driftsbremser skal kunne give bilen en deceleration på mindst  $5,0 \text{ m/s}^2$ .

Driftsbremsen på påhængsvogn skal kunne give en samlet bremsekraft på mindst 50 pct. af påhængsvognens totalvægt, for påhængsvogn med stiv trækstang, dog 50 pct. af summen af de tilladte akseltryk.

Driftsbremsen på sættevogn skal kunne give en samlet bremsekraft på mindst 45 pct. af sættevognens samlede akseltryk.

### *Standselængder for modulvogntog sammenlignet med bremselængder for påhængs- og sættevogntog*

I tabellen nedenfor er angivet beregnede standselængder for almindelige sættevogns- og påhængsvogntog og modulvogntog ud fra erfaring om bremsepræstation (deceleration) og ud fra skønnede værdier for funktionstid. Der er regnet på nedbremsning fra  $90 \text{ km/t}$ , hvilket på grund af hastighedsbegrænsningen er en normal hastighed for vogntog ved kørsel på motorvej (på trods af at hastighedsgrænsen er  $80 \text{ km/t}$ ).

Standselængden for et modulvogntog viser sig at være noget længere end for et sættevogntog, der igen er lidt længere end for et påhængsvogntog. Den længere standselængde kommer af modulvogntogets længere funktionstid med den nuværende tekniske løsning. Udviklingen går imidlertid imod brug af elektroniske bremsesystemer, der formentlig vil have overtaget markedet om ca. 10 år. Med elektroniske bremsesystemer vil standselængden for et modulvogntog ikke afvige måleligt fra et sættevogntog, og standselængden vil for alle vogntog blive forkortet..

	Hastighed km/t	Funktions- tid sek.	Decelerati- on m/s *s	Funktions- længde meter	Bremse- længde meter
<b>Alm. På- hængsvogn- tog</b>	90	0,5	4,95	12,5	75,6
<b>Alm. Sætte- vogntog</b>	90	0,5	4,7	12,5	79,0
<b>Modulvogn- tog</b>	90	0,75	4,74	18,8	84,7

### ***Kompressorkapacitet***

Kompressoren, der forsyner bremsesystemets beholdere med trykluft, vil skulle fylde et større volumen op med trykluft. Når bremsesystemets samlede beholdervolumen øges, vil kompressoren være længere tid om at fylde bremsesystemet op.

Ifølge de tilgængelige oplysninger giver dette dog ikke anledning til problemer, idet kompressorkapaciteten, der er foreskrevet i bilag VII til FN ECE regulativ 13, er tilstrækkelig til de almindeligt forekommende driftssituationer.

### ***Bremsesystemkrav***

I Finland og Sverige er det et krav, at samtlige de køretøjer, der indgår i et modulvogntog, skal være forsynet med blokeringsfri bremsesystemer (ABS-bremser).

I Danmark blev der med virkning fra 1. april 1992 indført krav om, at nye lastbiler af kategori N<sub>3</sub> med tilladt totalvægt på over 16.000 kg skulle være forsynet med blokeringsfri bremsesystemer, såfremt disse blev godkendt til at trække påhængs-/sættevogn O<sub>4</sub>. Der blev samtidig indført krav om blokeringsfri bremsesystemer på påhængs- og sættevogne af kategori O<sub>4</sub>.

Det vil derfor være problemfrit at stille krav om blokeringsfri bremsesystemer på et modulvogntog.

### ***Styring***

I dag er det et krav, at sættevogntog (maks. længde 16,5 m) og påhængsvogntog (maks. længde 18,75 m) skal kunne vende inden for en vendecirkel med ydre radius på 12,5 m og indre radius på 5,3 m

Modulvogntog kræver betydeligt mere plads.

I både Sverige og Finland kræves det, at 25,25 m lange modulvogntog skal kunne vende indenfor en vendecirkel med ydre radius 12,5 m og indre radius 2,0 m

Ifølge Volvo er et modulvogntog med lastbil + dolly + sættevogn i stand til at vende inden for en vendecirkel med ydre radius 12,5 m og indre radius 2,62 m

Vendecirkelbestemmelserne er entydige, idet de alene er afhængige af vogntogets dimensioner, akselafstanden mv. og ikke afhænger af, hvordan vogntoget køres.

I praksis kan det dog også være interessant at kende til arealbehovet ved eksempelvis 90-graders sving. Volvo har oplyst, at et modulvogntog med lastbil + dolly + sættevogn kræver en vejbanebredde på 6,7 m ved et 90-graders sving, hvilket kan sammenlignes med, at et almindeligt 16,5 m langt sættevogntog kræver en vejbanebredde på 5,8 m

### ***Dynamisk stabilitet***

Med dynamisk stabilitet for et vogntog menes, hvor tilbøjeligt det bageste køretøj i et vogntog vil være til at vælte, når det trækkende køretøj skifter retning, f.eks. i forbindelse med vognbaneskift eller ved en undvigemanøvre.

På grund af piskesmældseffekten vil sideaccelerationen blive forstærket, efterhånden som sidebevægelsen forplanter sig bagud i vogntoget.

Af de vogntogstyper, der tillades i Danmark i dag, har vogntog bestående af lastbil og almindelige påhængsvogn den ringeste dynamiske stabilitet. Lastbil + kærre er bedre, mens sættevogntog har den bedste dynamiske stabilitet af de tunge vogntogstyper, der tillades i Danmark i dag.

Modulvogntog med lastbil + dolly + sættevogn har dårligere dynamisk stabilitet end et sættevogntog men bedre dynamisk stabilitet end både lastbil + kærre og lastbil + alm. påhængsvogn. Generelt gælder det, at jo større akselafstanden er på påhængsvognen, jo bedre bliver den dynamiske stabilitet. Og en dolly + sættevogn udgør tilsammen en meget lang påhængsvogn med stor akselafstand.

Den dynamiske stabilitet for modulvogntog med trækker + sættevogn + kærre er ifølge de tilgængelige oplysninger ringere end den dynamiske stabilitet for lastbil + kærre men bedre end den dynamiske stabilitet for lastbil + alm. påhængsvogn. Den dynamiske stabilitet kan udtrykkes ved den såkaldte *Rearward Amplification*, der er et mål for, hvor meget sideaccelerationen forstærkes. I tabellen nedenfor er de ovenfor nævnte vogntogstyper anført med det mest dynamisk stabile vogntog (dvs. sættevogntoget med den laveste rearward amplification faktor) øverst.

Vogntogstype	Længde	Antal led, vogntoget kan knække om	Rearward Amplification factor
Sættevogntog	16,5 m	1	1,26
Modulvogntog med lastbil + dolly + sættevogn	25,25 m	2	1,77
12 m lastbil + kærre	18,75 m	1	2,17
Modulvogntog med trækker + sættevogn + kærre	25,25 m	2	2,59
Alm. påhængsvogntog med 12 m lastbil og alm. Påhængsvogn	18,75 m	2	3,59*

\* Resultatet gælder for et vogntog med en usædvanlig kort påhængsvogn.

Rearward Amplification factor tager ikke hensyn til de dynamiske forhold, der kan medføre saksning af vogntoget, og hvor et sættevogntog er dårligere end et påhængsvogntog.

Det skal bemærkes, at oplysningerne i tabellen stammer fra Volvo, der ikke i denne forbindelse kan betegnes som en uvildig kilde.

#### ***Akselbelastning (Æ10, ækvivalente 10-ton-aksler).***

Dette er nu regnet for de tre traditionelle vogntog, der kan erstattes af to modulvogntog. Der er regnet med, at modulvogntogene skal have en totalvægt på hver 60 tons, i alt 120 tons. De tre vogntog, der skal til for at sammensætte disse to modulvogntog, er et kærrevogntog på 36 tons, et 5-akslet sættevogntog på 42 tons og et 6-akslet sættevogntog på 48 tons. Dette giver i alt 126 tons. Der er altså en forskel på 6 tons i samlet vægt, hvilket svarer til forskellen mellem vægten af den tomme lastbil (8 tons), der holder stille i det ene tilfælde, og den dolly (2 tons), der holder stille i det andet tilfælde.

Som forudsætning er desuden regnet med, at alle aksler har enkeltmonterede dæk (hvilket er mest almindeligt i dag) undtagen drivakslerne, der er tvillingemonterede og med 10 tons akseltryk. Der er regnet med 4.-potens-reglen, og at en enkeltmonteret aksel er 3 gange værre end en tvillingmonteret (sædvanligt beregningsprincip).

De to modulvogntog har et beregnet, samlet Æ10-tal på **14,18**, mens de tre traditionelle vogntog har et beregnet, samlet Æ10-tal på **15,63**.

Baseret på et årligt vedligeholdelsesbehov på statsvejene på 120 mio. kr. sammenholdt med et årligt Æ 10 arbejde på 2082 mio. km kan det med forsigtighed anslås, at besparelsen ved en reduktion af trafikarbejdet på ca. 16 mio. km på motorvej ved overførsel til modulvogntog vil kunne reducere omkostningerne med ca. 1 pct. . Indregnes merkørslen på det øvrige vejnet (mellem omkoblingspladser og kunder), kan det skønnes, at den samlede besparelse vil ligge på under 1 pct.

#### ***Drivakseltryk og effektbehov***

Drivakseltrykket er nødt til at være af en vis størrelse for at sikre, at et vogntog kan



sættes i gang i dårligt føre, ved stigninger af en vis hældning og ved kombinationer af stigning og dårligt føre.

Efter EU-reglerne kan medlemsstaterne kræve, at lastbiler og vogntog har et drivakseltryk på mindst 25 pct. af lastbilen eller vogntogets totalvægt. I Danmark er kravet 20 pct. hvilket det har været lang tid før, end der kom EU-regler på området. Forskellen kan siges at være fornuftig, da der ikke er nævneværdige stigninger her i landet.

Drivakseltrykket på et modulvogntog med én drivaksel er 16,7 pct. af totalvægten ved 10 t drivakseltryk.

Det medfører, at et modulvogntog allerede ved 10 pct. stigning vil få problemer med at sætte i gang, hvis vejen er regnvåd.

Skal de gældende bestemmelser i såvel EU, som i Danmark opfyldes, så er det nødvendigt med to drivaksler. Dette vil reducere besparelsen ved at køre med en modulløsning. Alternativt skal vejmyndighederne acceptere, at vægten forskydes midlertidigt i bogien, så der bliver mindst 12 tons på drivakslen. Sådanne systemer eksisterer på visse lastbiler. Oftest vil de give 13 tons på drivakslen.

Endelig skal, for så vidt angår kørsel i EU, nævnes, at det ved kørsel i Tyskland eller Mellemeuropa formodentlig vil være nødvendigt med væsentligt stærkere lastbiler således, at hastigheden over stigningerne ikke bliver for langsom til fare for de øvrige trafikanter. Dette vil yderligere reducere den økonomiske fordel ved modulvogntog.

### *Ny teknologi*

Modulvogntog er, når de er implicerede i trafikulykker, mere aggressive end almindelige vogntog, hvorfor det vil være oplagt at inddrage det bredest mulige spekter af trafiksikkerhedsfremmende udstyr i overvejelserne, hvis man vil gennemføre forsøg med sådanne vogntog. Branchen har ved indledende møder udvist vilje til at opfylde særlige vilkår om udstyr, som betingelse for tilladelse til modulvogntogstransporter. Nedenfor ses eksempler på udstyr, der kan forbedre vogntogens sikkerhed:

- Ved EBS (Elektronisk Bremse System), som er på vej til ind på markedet for tunge køretøjer, opnås en kortere standselængde end med nuværende bremseteknologi. Forbedringen er størst for modulvogntog, der med den nuværende bremseteknologi har længere standselængde end et almindeligt vogntog, mens der med EBS opnås samme standselængde for modulvogntog og almindelige vogntog.
- EBS-bremser kan også udvides til såkaldt ESP (Elektronisk Stabilitets Program), der er et system, der stabiliserer og bremser vogntoget i kritiske situationer og derved nedsætter risikoen for, at det vælter.
- Antikollisionssikring er det system, der konstant måler afstanden til den forankørende og advarer føreren og aktiverer bremsen, hvis der opstår risiko for kollision. Nogle af disse systemer kan være udbyttet således, at vogntoget holdes på sporet ved hjælp af detektorer, der sikrer, at vogntoget bliver mellem vejba-

ernes markeringslinier.

- Front Underrun Protection System (FUPS) er en forkofanger, det hjælper til sikring af, at lastbilen i tilfælde af kollision skubber bilen foran sig i stedet for at køre henover den. En sådan kofanger er blevet krav på nye lastbiler fra 1. oktober 2003. Man kunne kræve, at modulvogntog bliver trukket af en lastbil, der har en sådan kofanger.
- Der er udviklet forbedrede udgaver af forkofangerne med en ca. 600 mm deformerbar zone, som reducerer vogntogets aggressivitet yderligere.

Ingen af disse krav kan i dag stilles til modulvogntog, men vil sammen eller hver især kunne kræves opfyldt i forbindelse med gennemførelse af en forsøgsordning, og naturligvis også hvis modulvogntog generelt indføres på EU-plan ved en direktivændring.

Det er velkendt, at modulvogntog vil kræve megen plads under svingningsmanøvrer, og at det i kraft af dets længde vil være nødt til at opholde sig i kritiske situationer i længere tidsrum end et normalt vogntog. Derfor er det særlig væsentligt, at sådanne vogntog alene anvendes på et vejnet, der er forberedt til det. Kontrol med, at et udstukket vejnet ikke bliver overskredet, kunne iværksættes ved at kræve, at de af forsøget omfattede vogntog er udstyret med GPS overvågning.

### Øvrige tekniske forhold

De grundlæggende nugældende bestemmelser om tilkoblingsanordninger fremgår af detailforskrifter for køretøjer pkt. 3.01.200 (2):

I vogntog må påhængskøretøjets tilladte totalvægt ikke overstige:

- a) Den af fabrikanten af det trækkende køretøj garanterede tekniske tilladte, og
- b) Den af fabrikanten af tilkoblingsanordningen garanterede, teknisk tilladte.

Disse bestemmelser vil også skulle gælde for modulvogntog, hvor der er mere end ét køretøj tilkoblet det trækkende køretøj. Her vil både lastbilen og dollyen i modulvogntog med lastbil + dolly + sættevogn blive anset for at være trækkende køretøjer, og i modulvogntog med trækker + sættevogn + kærre vil både trækkeren og sættevognen være trækkende køretøjer.

I forhold til i dag vil dollyen, der er en kærre (dvs. påhængsvogn med stiv trækstang), hvorpå der er monteret en sættevognsskammel, være en helt ny køretøjstype, ligesom der i dag ikke findes dansk-registrerede sættevogne med tilkoblingsanordning bagtil.

EF-direktiv 94/20/EF om tilkoblingsanordninger indeholder ikke beskrivelser af, hvilke beregningsformler der skal anvendes ved beregning af de styrkeparametre (V, D og Dc værdier), der bruges til at karakterisere tilkoblingsanordninger, der skal bruges til modulvogntog. Man vil dog utvivlsomt kunne benytte de EU-godkendte koblinger, hvis man blot vælger koblinger med D-værdi, baseret på totalvægten af køretøjet/køretøjerne foran koblingen, henholdsvis totalvægten af køretøjet/køretøjerne bagved koblingen.

## Bilag 4: Ændringer i drifts- og kapitalomkostninger ved kørsel med modulvogn

Anvendelse af modulvogn i Danmark vil have indflydelse på økonomi og miljø såvel i driftsøkonomisk forstand hos transportørerne og deres kunder som på et samfundsmæssigt plan. Et simpelt regnestykke, som det der er opstillet nedenfor, indikerer nogle størrelsesforhold på en række parametre, som har betydning for regnestykket. Det skal understreges, at der er tale om estimater, men tallene kan som nævnt indikere nogle størrelsesordener.

Forudsætninger for opstillingen er følgende:

- Der regnes på vognkombinationer i hvilke der indgår en traditionel, tre – akslet forvogn med en laddlængde på ca. 7,6 m samt en treakslet anhænger. Hver enhed har en totalvægt på op til 24 tons.
- Modulvognetoget består af ovennævnte trækkende enhed, men nu via en dolly tilkoblet en løstrailer (sættevogn) på 13.6 m Det antages, at det samlede vogn-toget har otte aksler, selvom det ikke kan afvises, at kombinationer med syv eller seks aksler vil kunne finde anvendelse.
- Det forudsættes (som beregningsforudsætning) at 3 traditionelle vogn tog vil kunne erstattes af 2 modulvogn tog. Hvert vogn tog forudsættes at tilbagelægge 120.000 km/år.

Besparelspotentialerne kan derfor opgøres til følgende (der antages en årlig kørsel på 120.000 km):

- 1 forvogn til en pris af 5- 600. 000 kr.
- 1.5 chaufførløn = ca. 400.000 k./år
- Energiforbrug: 40.000 l diesel á 4.5 kr. = 180.000 kr./år
- Løbende vedligehold på forvogn: 120.000 km á 0.25 kr.= 30.000 kr./år
- 1 anhænger til en pris af ca. 250.000 kr.
- Vedligehold på anhænger, anslået 7.5 øre/km =  $0.075 * 120.000 = 9.000$  kr./år.
- Forsikring, vægtafgift, vignet mm: 60.000 kr./år
- Dæk: 14 stk. á 2500 kr. Levetid, anslået 150.000 km=  $(14 * 2500) / (120 / 150) = 28.000$  kr./år
- Administration mm: 50.000 kr./år

Omregnes alt til årsbasis, kan anslås følgende:

- Kapitalomk. forvogn, år ( 5 år, 6 % rente): 156.000 kr./år (1.år)
- Kapitalomk. hænger, år ( 10 år, 6 % rente): 40.000 kr./år (1.år)

I alt 953.000 kr./år

Der er ikke medtaget en evt. scrapværdi i opgørelsen

Meromkostninger ved modulvogntog:

2 dollyer á 150.00 kr. 10 års levetid, rente 6%. Årlige kapitalomk.: 48.000 kr. (1.år)

Vedligehold:  $2 * 120.000 \text{ km} \text{ á } 5 \text{ øre} = 12.000 \text{ kr./år}$

Dæk: 2\*2 aksler med tvillingmontering: 16 stk. á 2500 kr. Levetid anslået 150.000 km =  $(16 * 2500) / (120 / 150) = 32.000 \text{ kr./år}$

Merforbrug, diesel 27.5 %:  $40.000 \text{ l} * 2 * 0.27.5 * 4.5 \text{ kr.} = 99.000 \text{ kr./år.}$

Det antages, at 2 sættevogne mht. omkostninger mm fuldt ud ækvivalerer 2 anhængere, hvorfor disse ikke omkostningsmæssigt indgår i regnestykket.

Resultat: 191.000 kr./år i meromkostninger, dvs. en besparelse på 953.000 kr. - 191.000 kr. = 762.000 kr./år, for hver gang tre traditionelle vogntog erstattes med to modulvogntog, hvorved der udfases et almindeligt vogntog.