Analyse af forsøgsordning med dobbelttrailere (DUO2)

Dato 15. december 2021
Dokument 21/09192-4

Vejdirektoratet

Finansieret af
Den Europæiske Union
NextGenerationEU

Vejdirektoratet
Teglgårdsparken 102
5500 Middelfart

Telefon +45 7244 3333
vd@vd.dk
vejdirektoratet.dk

SE 60729018
EAN 5798000893450

Transportministeriet

Vejdirektoratet

Indhold

Indhold **2**
Terminologier 4
Sammenfatning **6**
Baggrund 6
Internationale erfaringer 6
Trafiksikkerhed 7
Infrastrukturmæssige forhold 7
Regulering og EU-forhold 8
Køretøjstekniske forhold 8
Økonomi 10
Samfundsøkonomisk beregning 10
Vurdering og anbefaling 11
Tidsplan 11
Indledning **14**
Introduktion 14
Grundlag for analysen 15
Regulering og EU-forhold **18**
EU-forhold 18
Dansk regulering 18
Samlet vurdering 19
Internationale erfaringer **20**
Opsamling på udenlandske erfaringer 20
Modal shift 21
Trafiksikkerhed **24**
Problemstilling 24
Uheldsanalyse af MVT 24
Litteraturstudiet 24
Oversigtsforhold 24
Vejtyper og tværsnitselementer 25
Bløde trafikanter 26
Sammenfatning 26
Vejnettet og knudepunkter **27**
Problemstilling 27
Forsøgsvejnet 31
Knudepunkter i forsøgsvejnet 32
Rastepladser i forsøgsvejnet 33
Kort over forslag til forsøgsvejnet 35

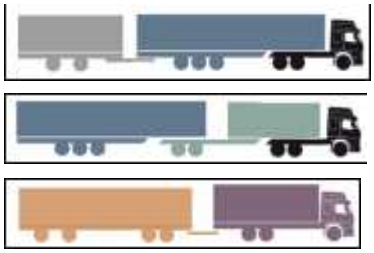
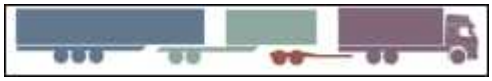
Vejslid 36
Bygværker 37
Tunneler 38
Bjærgning 38
Trafikstatistik 38
Monitorering, herunder mulig sporing af køretøjer 38
Sammenfatning 40
Køretøjer 41
Grundlæggende forhold 41
Vægt 41
Dimensioner 43
Alternative drivmidler 45
Tekniske krav 46
Samlet vurdering 47
Økonomi og tidsplan 48
Vejombygninger 48
Data og kommunikation 48
Øvrige omkostninger 49
Samlet omkostningsoverslag ift. vejnettet 49
Udkast til tidsplan i forsøget 50
Samfundsøkonomisk beregning 52
Beregning af konsekvenser 52
Beregningsmetode 54
Referencer 56
Bilag 57
Bilag 1: Køretøjskonfigurationer valgt til beregning af vejslid 57
Bilag 2: Skitser for vejombygninger 62
Bilag 3: Internationale studier 66
Bilag 4: Igangsætning på stigning med DUO-vogntog 72

Vejdirektoratet

Terminologier

Der er i analysen angivet forskellige udtryk og forkortelser i relation til blandt andet køretøjerne, der indgår i modulopbyggede vogntog. Herunder er oplistet en række relevante udtryk og forklaringer.

Udtryk	Beskrivelse
EU-vogntog	Type af vogntog, der er tilladt i international transport indenfor EU. Vogntoget er normalt mellem 16 og 18,75 meter, og vejer op til 40 ton (44 ton ved kombinerede transporter). Vogntoget består oftest af en trækker og en standard 13,60 meter sættevogn, men ses også i to andre varianter, der er mere udbredt i national transport.
13,60 sættevogn (kaldes ofte for trailer)	Den mest udbredte trailertype i det meste af verden, hvilket blandt andet skyldes en stor fleksibilitet ved godstransport med trailere og ,at den er dimensionerende for de venderadiuskrav, der gælder for køretøjer i fx EU. Traileren kan være opbygget til kørsel med skibscontainere, der anvendes i kombinererede transporter. Forenden af en trailer hviler på bagenden af den trækkende lastbil (en såkaldt sættevognstrækker – eller ofte bare ”trækker”), og vægten af lasten bæres delvist af trækkeren.
Linktrailer	Særlig trailer, hvor chassiset også kan skydes ud, således at en trailerkobling kan anvendes til en trailer.
Dolly	Særlig påhængsvogn, som fungerer som et sæt ekstra forhjul under en trailer, der kan kobles bag en lastbil. Der er monteret en sættevognskobling, der kan anvendes til en trailer.
MVT (modulvogntog) / EMS (European Modular System)	Vogntog, der er sammensat af 2 eller 3 køretøjer, og som er længere end EU-vogntoget. I Danmark kaldes de for MVT. I Europa kaldes de for EMS. EMS / MVT er normalt mellem 22 og 25,25 meter, og vejer op til 60 ton. I Danmark tillades fire varianter:

	
EMS2	Generelt udtryk for længere MVT, der er sammensat af 3 eller 4 køretøjer, og som er længere end EMS i EU. EMS2 er normalt mellem 26 og 35 meter, og vejer mellem 70 og 76 ton.
Dobbelttrailer / DUO2 (se også A-double)	Variant af EMS2, der består af en trækker, en ofte lidt forstærket 13,60 meter trailer, en dolly og en standard 13,60 meter. Samlet længde ca. 32-34 meter.
A-double	Tilsvarende dobbelttrailer eller DUO2. Dette er blot et mere internationalt udryk. A-double anvendes med oftest lidt andre dimensioner i Australien, Sydafrika og i både Syd- og Nordamerika. Se også figurerne i bilag 1.
B-double	Variant af EMS2, der består af en trækker, en lang linktrailer, der kan laste en 45 fods skibscontainer, og en standard 13,60 meter. Samlet længde ca. 32-34 meter.
AB-double	Variant af EMS2, der består af en lastbil, en dolly, en kort linktrailer, der kan laste en 20 fods skibscontainer, og en standard 13,60 meter. Dvs. fire køretøjer. Samlet længde ca. 34-35 meter. 
Multimodalitet	Multimodalitet betyder at gods befordres fra afsender til modtager ved brug af flere forskellige transportformer – typisk ved anvendelse af skibscontainere.
Knudepunkt	Et knudepunkt er i denne sammenhæng et areal i tilknytning til vejnettet, hvor fx DUO2 tillades at køre til og fra. Arealet kan være enten offentligt eller privat, men med offentlig adgang. Et knudepunkt kan omfatte en kombiterminal, hvor gods kan flyttes mellem forskellige transportformer – fx fra bane til vej.
Omkoblingsplads	Et areal i et knudepunkt, hvor der vil være en mulighed for at adskille og samle vogntog samt henstille køretøjer i en nærmere defineret periode.

Tabel 1. Oversigt over anvendte terminologier.

Vejdirektoratet

Sammenfatning

Baggrund

Som led i bestræbelserne på at opnå det politiske mål om, at reducere udledningen af CO_2 i Danmark på tværs af alle sektorer med 70 procent i 2030, skal der findes løsninger, der understøtter den grønne omstilling, også i transportsektoren.

En nærliggende mulighed er at reducere brændstofforbruget indenfor vejgodstransport. Kan der flyttes op til dobbelt så meget gods på samme transport, er der potentiale for at nedsætte CO_2-udledningen betragteligt.

Denne analyse undersøger muligheder og konsekvenser ved et konkret forsøg med længere modulvogntog (MVT). I analysen anvendes primært udtrykket "DUO2", men denne type vogntog omtales også som "dobbelttrailere".

I forbindelse med den politiske aftale fra 4. december 2020 om Grøn omstilling af vejtransporten er det besluttet at afsætte 1 mio. kr. til, at Vejdirektoratet og Færdselsstyrelsen kan gennemføre en analyse i 2021 af denne type vogntog. Formålet med analysen er at udpege et forsøgsvejnet, og at fastlægge de nødvendige ombygninger for at den fornødne trafiksikkerhed kan opretholdes på dette vejnet. Desuden vurderes potentialet for CO_2-reduktion, de samfundsøkonomiske effekter samt de erhvervsmæssige gevinster af et forsøg med DUO2 på dette vejnet.

Analysen er finansieret af Den Europæiske Union – NextGenerationEU. Synspunkter og meninger, der udtrykkes afspejler ikke nødvendigvis EU eller EU-Kommissionen. Hverken EU eller Europa-Kommissionen kan holdes ansvarlig for disse.

Analysen er udarbejdet i tæt samarbejde med Færdselsstyrelsen. I afrapporteringen (denne) har Færdselsstyrelsen primært håndteret afsnit, der vedrører regulering, herunder EU-forhold, og køretøjstekniske forhold.

Vejdirektoratet har i forbindelse med analysen afholdt møder med organisationerne inden for vejgodstransport.

Internationale erfaringer

Vi har i Danmark kørt forsøg med modulvogntog (MVT) på op til 25,25 meter og maksimal tilladt totalvægt på 60 ton siden 2008. Der er gennemført evalueringer af forsøget. Mange andre lande har også flere års erfaringer med MVT.

For de længere vogntog, som fx DUO2, er de internationale erfaringer dog mere begrænsede, særligt i en europæisk sammenhæng. Der er derfor foretaget et litteraturstudie, hvor det for Finland, Sverige, Holland og Spanien er undersøgt, hvilke erfaringer og overvejelser, som disse lande har ift. at tillade DUO2-vogntog. De fire er de eneste lande i Europa, der tillader eller overvejer at tillade DUO2. Her er totalvægten for DUO2 mellem 70 og 80 ton.

Studierne viser, at alle lande har visse bekymringer og har udpeget en række opmærksomhedspunkter, særligt trafiksikkerhedsmæssige, som skal tages i betragtning ved kørsel med DUO2. Dog med undtagelse af Finland, som Danmark ikke umiddelbart kan sammenlignes med i forhold til kørsel med meget lange vogntog. De internationale erfaringer peger primært på, at DUO2 så vidt muligt skal undgås på det to-sporede vejnet, og at der skal være særlig opmærksomhed omkring konfliktpunkter, hvor der er bløde trafikanter.

Trafiksikkerhed

Udenlandske erfaringer og analyser indikerer, at risikoen for flere og mere alvorlige ulykker ved indførsel af DUO2-vogntog ikke bør negligeres. Især i forbindelse med overhalingssituationer, hvor frontalkollisioner vil være en risiko, og svingninger i kryds, hvor især konflikter med bløde trafikanter kan være en risiko. Dertil kommer, at ved manøvrering af et længere vogntog, vil kompleksiteten øges for chaufføren, hvor andre eksterne forhold som vejrliget og evt. tidspres allerede kan være betydelige faktorer.

Vejdirektoratets vurdering er, at en forhøjet risiko kan minimeres ved at forsøgsvejnettet kun omfatter den del af vejnettet, der ud fra trafiksikkerhedsmæssige hensyn er bedst egnet til kørsel med de lange og tunge køretøjer. Dvs. der hvor risikoen for ulykker er lavest, og hvor der er en lavere grad af kompleksitet. Der bør foretages konkrete og målrettede vejmæssige forbedringer på dele af det foreslåede forsøgsvejnet med henblik på at reducere risikoen for uheld. Vejgeometriske tiltag, der skal forbedre DUO2-vogntogenes fremkommelighed, må ikke resultere i forringet trafiksikkerhed for andre trafikarter.

Endeligt kan der stilles tekniske krav til de køretøjer, som indgår i DUO2-vogntog, således at disse er udstyret med den seneste teknologi til begrænsning af færdselsuheld.

Infrastrukturmæssige forhold

Ud fra analysen er der foreslået et udkast til et DUO2-forsøgsvejnet inklusiv ti knudepunkter og ni rastepladser, se figur 2. Vejnettet er udvalgt ud fra en vurdering af, at de valgte knudepunkter ligger i nær tilknytning til nogle af de største områder indenfor transport og logistik i Danmark, og at disse har adgang til det overordnede motorvejsnet indenfor ca. fem km. Der er taget udgangspunkt i det allerede godkendte og primært overordnede MVT-vejnet. Forslaget til forsøgsvejnet omfatter i alt ca. 900 km, fordelt på ca. 865 km motorveje, ca. 15 km øvrige statsveje og ca. 25 km kommunale veje.

Alle ni rastepladser ligger på statsvejnettet. For de ti knudepunkter, der foreslås at indgå i forsøget, er der seks på kommunalt område, tre på offentlige havne og en enkelt på privat grund.

De væsentligste knudepunkter og rastepladser samt de tilknyttede korte strækninger udenfor motorvejsnettet er blevet screenet for trafiksikkerhedsmæssige og arealmæssige udfordringer. Herudfra er der valgt de mest egnede knudepunkter og rastepladser til et forsøg.

DUO2-vogntog kræver mere areal til manøvrering ved svingning. Samtidigt skal der tages hensyn til de øvrige trafikanter ift. trafiksikkerhed og fremkommelighed. På det vejnet, som udpeges til forsøgskørsel med DUO2, skal der i de fleste kryds foretages ændringer af vejarealet, og ofte skal lysmaster og tavler flyttes. Der er udarbejdet eksempler på skitser til mulige ombygninger. Der udestår en dialog med relevante kommuner om dette, lige som der ikke på nuværende tidspunkt har været drøftelser om anvendelse af privatejede knudepunkter.

Vejdirektoratet

Analysen viser, at ved minimum 10 aksler og maksimalt 72 ton totalvægt på DUO2, vil vejsliddet, sammenlignet med et almindeligt MVT, ikke blive øget. Dette vil heller ikke udfordre bygværker (broer) ift. holdbarhed på det foreslåede vejnet.

Regulering og EU-forhold

Der er i dag fastsat bestemmelser om MVT i færdselslovens § 70 a. Dette omfatter lange vogntog bestående af bil og et eller to påhængskøretøjer. Med initiativet om DUO2 er der tale om vogntog bestående af bil og tre eller flere påhængskøretøjer. Der er således behov for en ændring af færdselsloven, såfremt der ønskes gennemført forsøg med DUO2-vogntog. Derudover vil der være behov for regulering af forsøget, dels ift. køretøjerne og dels ift. vejnettet. Dette tænkes gjort gennem udstedelse og tilpasning af bekendtgørelser, hvilket er tilsvarende reguleringen for MVT.

For lastbiler og vogntog bestående af lastbil og påhængskøretøjer til lastbil, er der EU-retsligt gennem direktiv 96/53/EF fastsat grænser for sådanne køretøjers og vogntogs vægte ved kørsel i international trafik, og dimensioner i såvel international som national trafik. Danmark kan således ikke uden videre tillade kørsel med større køretøjer og vogntog end det øvrige EU. DUO2-vogntog kan dermed heller ikke uden videre anvendes til grænseoverskridende transport, da DUO2 ikke overholder kravene i direktiv 96/53/EF.

Det fremgår dog af direktivet, at medlemsstaterne kan tillade, at køretøjer eller vogntog til transport, som benyttes til visse former for national transportvirksomhed, kan bruges på deres område, selv om de afviger fra ovennævnte grænser for dimensioner. De må dog ikke påvirke den internationale konkurrence i transportsektoren i væsentlig grad.

Endvidere kan medlemsstaterne 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. Medlemsstaterne underretter Kommissionen herom.

Et forsøg med DUO2 i Danmark er således muligt, men det forudsætter en EU-notifikation.

Da tilsvarende vogntog anvendes i Sverige er der imidlertid et ønske i såvel den danske som den svenske transportbranche om, at det på sigt gøres muligt at foretage grænseoverskridende transporter med DUO2. Transport via Øresundsbroen og relevante færgeforbindelser må forventes at kræve en forhandlet aftale med de svenske myndigheder.

Køretøjstekniske forhold

Færdselsstyrelsen anbefaler, at der i en eventuelt kommende bekendtgørelse stilles følgende krav til DUO2 vogntog:

Vogntogsvægt

Det anbefales at:

- Største tilladte vogntogsvægt for DUO2-vogntog, som trækkes af en lastbil med dieselmotor eller benzinmotor, fastsættes til 70 ton.
- Største tilladte vogntogsvægt for DUO2-vogntog, som trækkes af en lastbil, der kører på andet brændstof end diesel eller benzin, fastsættes til 71 ton.
- Største tilladte vogntogsvægt for DUO2-vogntog, som trækkes af en lastbil, der kører på nulemissionsteknologi, fastsættes til 72 ton.

- Ved igangsætning skal mindst 20 pct. af vogntogets faktiske totalvægt hvile på bilens drivende hjul.
- En eventuel midlertidig igangsætningshjælp, skal automatisk slås fra senest når hastigheden overstiger 40 km/t.

Bremser, herunder nødbremsesystem
Alle køretøjer i DUO2-vogntog skal være forsynet med EBS (Emergency Braking System).
Alle køretøjer i DUO2-vogntog, som er forsynet med tilkoblingsanordning for et påhængskøretøj, skal være indrettet således, at det elektriske EBS-signal fra lastbilen sendes videre til sættevognen.
Driftsbremsen på en dolly skal kunne give en bremsekraft på mindst 55% af dollyens samlede tilladte akseltryk.

Stabilitetssystem
Lastbil og påhængs-/sættevogne til disse, som indgår i DUO2-vogntog, skal være forsynet med ESC (Elektronic Stability Control).

Styrende aksler
Selvsporende aksler på påhængskøretøjer i DUO2-vogntog skal automatisk låse i ligeud stilling, senest når hastigheden overstiger 40 km/t.
Sættevogn efter en dolly må ikke være forsynet med tvangsstyret/tvangsstyrede aksel/aksler.

Motor / effektkrav
Motoren i et trækkende køretøj skal have en motoreffekt på mindst 5 kW/ton af vogntogets største tilladte vogntogsvægt.

Signalapparat, lys og skilte
DUO2-vogntog, skal bagpå det bageste køretøj være forsynet med en ekstra refleksplanke, jf. Detailforskrifter for Køretøjer, pkt. 6.11.001 (længde minimum 565 mm og højde minimum 195 mm), som advarer om den øgede længde af vogntoget. Refleksplanken skal være forsynet med teksten ”32 m” med mindst 100 mm høje tegn. Den ekstra refleksplanke må kun være synlig ved køretøjets anvendelse i DUO2.

Spejle, bagendekamera mv.
Der bør stilles krav om, at sættevogne, der anvendes i DUO2-vogntog, er forsynet med supplerende kameraløsninger, som følger siden af den bagerste sættevogn, og som på en (eller flere) skærm(e) i den trækkende lastbil giver føreren et overblik over trafikken på siden af vogntoget, også under svingning.

Dæk og overvågning / router (CAN-bus)
Der bør stilles krav om at lastbiler, der anvendes til trækkraft for DUO2-vogntog, er forsynet med et system til dæktryksovervågning og advarsel af føreren (TPMS – Tyre Presure Monitoring System)
Det skal undersøges nærmere hvilke godkendelser, og tekniske krav et sådant system skal være omfattet af.

Medbringertruck
Der åbnes ikke for muligheden for at DUO2-vogntog kan medbringe en medbringertruck.

Chaufføruddannelse
Det bør overvejes, hvorvidt det vil være muligt, under de nuværende regler om efteruddannelse af lastbilchauffører, at inddrage undervisning om kørsel med DUO2-vogntog.

Økonomi

Et vejnet til DUO2 vil kræve mere areal, da de længere køretøjer kræver mere plads ved svingning og ved parkering på rastepladser. Der er derfor behov for vejombygninger, vejudvidelser mv. Vejdirektoratet har beregnet, at der er behov for ca. 34,5 mio. kr. til vejombygninger, samt ca. 1,5 mio. kr. til opdatering af trafiktælleudstyr og IT-udvikling af systemer, der kan understøtte opsamling af erfaringer med forsøget.

Det er vigtigt at understrege, at der er tale om økonomiske overslag, der blandt andet er baseret på de første overordnede skitser til ombygninger på rastepladser og knudepunkter. Der er endnu ikke indledt en dialog med de relevante parter fx berørte kommuner ift. deres forslag og ønsker til ombygninger, hvilket kan påvirke økonomien. De økonomiske overslag skal derfor kvalificeres yderligere, og er p.t. forbundet med betydelig usikkerhed.

Udover disse investeringer vil der skulle afsættes midler til administration af ordningen samt driftsmidler til vejvedligehold mv. Endeligt vil en mulighed, der omfatter fx en IAP-løsning (se afsnittet Monitorering i kapitlet Vejnet og knudepunkter) for sikring af at køretøjerne kun anvender det tilladte vejnet, kræve midler. I alt skal der afsættes ca. 750.000 kr. årligt, heraf ca. 200.000 kr. til en evt. IAP-løsning.

Samfundsøkonomisk beregning

Den samfundsøkonomiske analyse bygger på ovennævnte overslag samt forskellige antagelser om bl.a. køretøjernes forventede indfasning, antal og anvendelse, transportarbejde m.m., hvilket kan ses i kapitlet om samfundsøkonomi på side 53. Beregningen viser, at et forsøg under disse forhold, vil medføre en samfundsøkonomisk gevinst på ca. 300 mio. kr. beregnet over 15 år.

Der er en forventet besparelse i CO_2-udledning på 1.500 ton CO_2 i 2026, efter fuldstændig indfasning. Samlet set i beregningsperioden på 15 år reduceres CO_2-udledningen med 22.000 ton.
Forudsætningerne for denne beregning er blandt andet:

- der sker kun overflytning fra MVT til DUO2, ikke fra andre typer køretøjer. Baggrunden er, at DUO2 kun forudsættes at køre på det overordnede vejnet.
- en sammenligning med trafikarbejdet for MVT i 2013, hvor MVT var helt indfaset. Da vejnettet for MVT i 2013 dog var mere udbygget end det planlagte DUO2-vejnet, vurder Vejdirektoratet, at der potentielt er 20 pct. af trafikarbejdet i 2013, der vil kunne overflyttes til DUO2 på det angivne vejnet. På grund af de mere begrænsede muligheder for omkobling, set i forhold til MVT-ordningen, er potentialet yderligere reduceret med 50 pct

Beregningen er dog præget af væsentlig usikkerhed. For at imødekomme usikkerheden i beregningen er der foretaget en række følsomhedsberegninger. Der er beregnet en *break even* – dvs. minimumsgrænsen for hvor stor en andel af MVT, der skal erstattes af DUO2, før tiltaget er samfundsøkonomisk rentabelt. Resultatet er, at tiltaget vil være samfundsøkonomisk rentabelt, hvis minimum 6 pct. af de MVT, der i forvejen benytter det planlagte DUO2-forsøgvejnet, erstattes af DUO2.

Vejdirektoratet

Vurdering og anbefaling

Vejdirektoratet og Færdselsstyrelsen anbefaler, at et evt. forsøg med DUO2 vogntog gøres femårigt. En femårig periode vurderes at være tilstrækkelig lang tid til at indhøste erfaringer. Det foreslås endvidere, at Vejdirektoratet og Færdselsstyrelsen i dialog med branchens organisationer, politiet mv. udarbejder en overordnet status efter år 1 og 3 i forsøgsperioden. Forsøget bør gennemføres med DUO2-varianten A-Double.

DUO2 kan have en totallængde på op til 34 meter, dog 32 meter for A-double med mulighed for ekstra længde op til 2 meter. Ekstra længde forudsætter, at lastbilen er opbygget dels til anvendelse af alternative drivmidler og/eller med aerodynamiske tiltag, som fx et forlænget førerhus. Totalvægt op til 70 ton, samt evt. mulighed for kompensation for mervægt op til ekstra 1 ton ved anvendelse af alternative drivmidler, og op til 2 ton ved anvendelse af nulemissionsteknologi, altså maksimalt 72 ton. Mulighederne for ekstra vægt og dimensioner vil være tilsvarende reglerne for visse køretøjer og vogntog i dag.

Forsøgsvejnettet foreslås afgrænset til at være med udgangspunkt i motorvejsnettet og en række knudepunkter, der er fundet egnet efter en screening for areal- og trafiksikkerhedsmæssige forhold. Et udkast hertil fremgår herunder af figur 2.

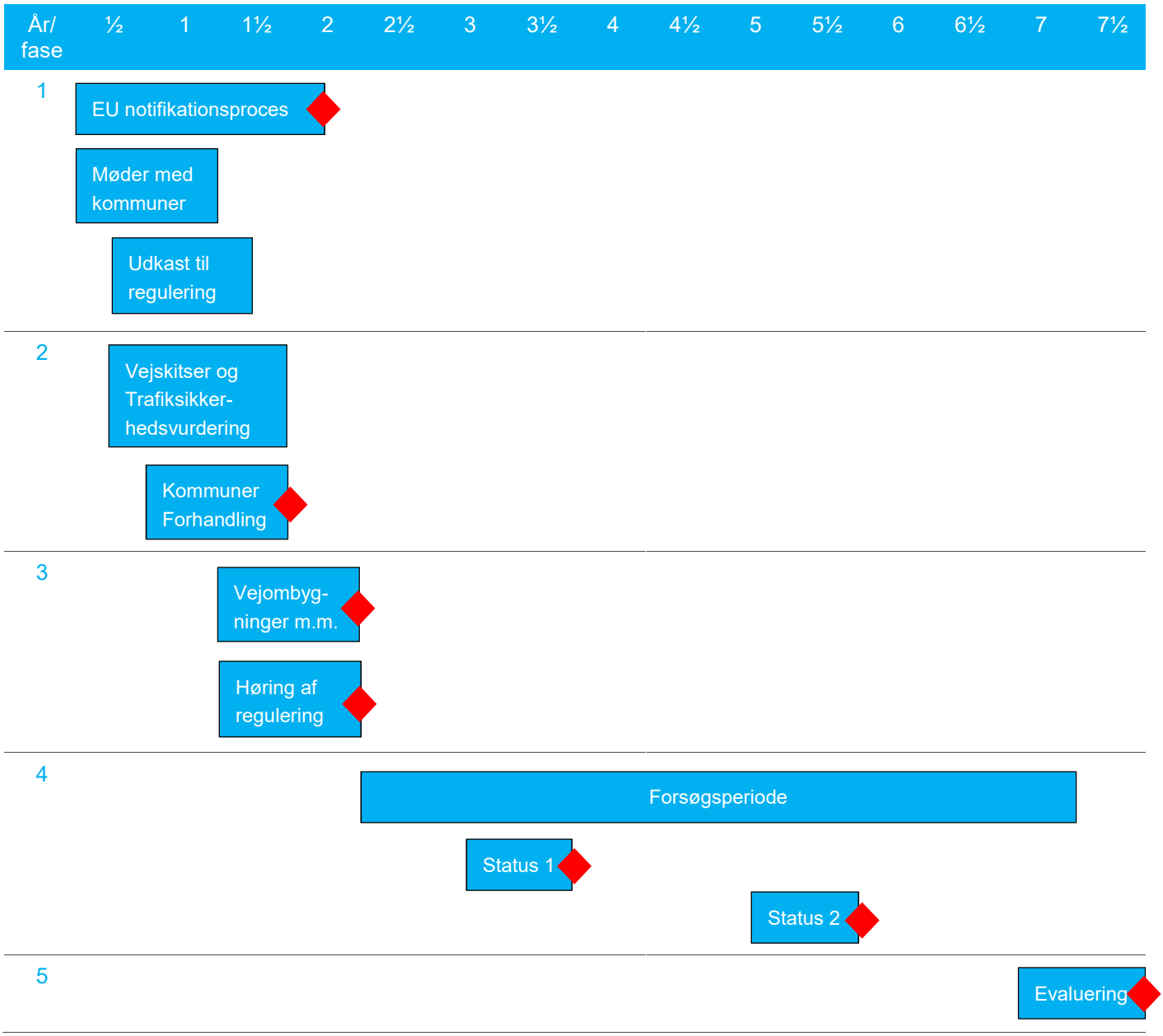
Der er en forventet besparelse i CO_2-udledning på 1.500 ton CO_2 i 2026, efter fuldstændig indfasning. Samlet set i beregningsperioden på 15 år reduceres CO_2-udledningen med 22.000 ton.

Af både trafiksikkerhedsmæssige og fremkommelighedshensyn vurderes det afgørende at undgå, at DUO2-køretøjerne kører udenfor det besluttede vejnet. Det vil sige et vejnet, der vil være ombygget til at håndtere disse køretøjer, og som vil være udvalgte veje/ruter, hvor de lange DUO2-køretøjer ikke kommer i konflikt med cyklister og fodgængere. Vejdirektoratet anbefaler, at der tages initiativ til at undersøge mulighederne for et intelligent og uafhængigt sporingssystem, hvorved fx en tredjepart kan identificere og rapportere om hændelser ud fra GPS-data fra DUO2-vogntog. En sådan overvågning vil kræve en specifik hjemmel, herunder beskrivelse af sanktionsmuligheder. Et forsøg med DUO2 forudsætter ikke, at en sådan løsning indgår.

Tidsplan

Der er udarbejdet en skitse til en tidsplan for, hvor hurtigt et forsøg kan påbegyndes efter en politisk beslutning er truffet, og der er fundet finansiering af forsøget. Tidsplanen strækker sig over 2 år inden forsøget kan sættes i gang. Se figur 1 herunder.

Tidsplanen er udarbejdet ud fra det foreslåede forsøgsvejnet, knudepunkter/ omkoblingspladser og de foreslåede vejombygninger. Der knytter sig usikkerhed til en række af punkterne, herunder i forhold til lovgivning mv. Tidsplanen kan således vise sig at være for optimistisk.



Figur 1: Udkast til tidsplan for forsøg - tidslinje

Figur 2. Forslag til forsøgsvejnet samt knudepunkter (omkoblingspladser) og rastepladser

Vejdirektoratet

Indledning

Introduktion

Denne analyse undersøger muligheder og konsekvenser ved et konkret forsøg med længere modulvogntog (MVT). I analysen anvendes primært udtrykket ”DUO2”, men disse vogntog omtales også i branchen, i medierne og i opdraget til denne analyse som ”dobbelttrailere”. Se evt. afsnittet om terminologi forrest i rapporten.

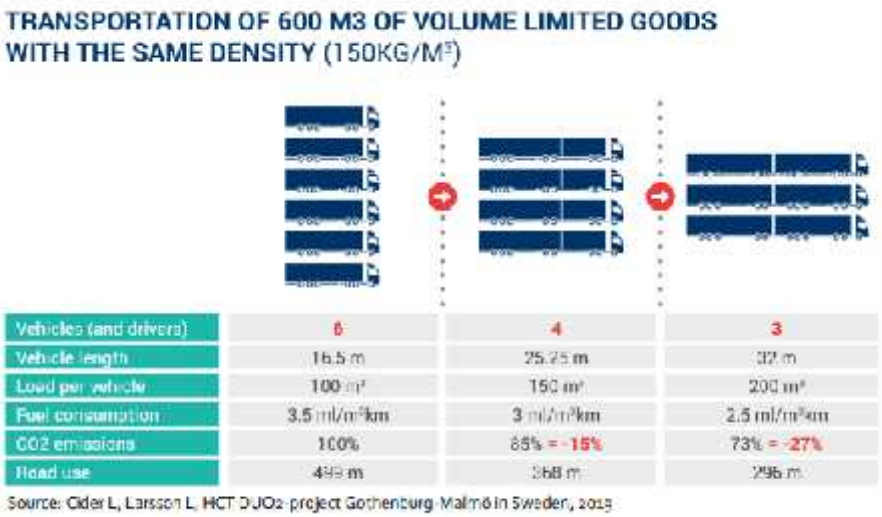
I forbindelse med den politiske aftale fra 4. december 2020 om Grøn omstilling af vejtransporten er det besluttet at afsætte 1 mio. kr. til at Vejdirektoratet og Færdselsstyrelsen kan gennemføre en analyse i 2021 af denne type vogntog. Formålet med analysen er at udpege et forsøgsvejnet, og at fastlægge de nødvendige ombygninger for at den fornødne trafiksikkerhed kan opretholdes på dette vejnet. Desuden vurderes potentialet for CO_2-reduktion, de samfundsøkonomiske effekter samt de erhvervsmæssige gevinster af et forsøg med DUO2 på dette vejnet.

Primært vil de større vogntog medføre, at et givent vejnet skal ombygges, idet DUO2 kræver mere plads til svingmanøvrer. Dertil kommer, at vogntogene vil kunne have en tonnage og dimensioner, der vil kunne medføre en påvirkning af trafiksikkerheden. Det kan både være den konkrete uheldsrisiko, men også at de øvrige trafikanter kan føle sig utrygge ved de lange vogntog, fx i forbindelse med overhalinger.

Der skal derfor indgå relevante tiltag, der kan opretholde den fornødne trafiksikkerhed på et givent vejnet. De internationale studier viser blandt andet, at DUO2 primært bør tillades på det overordnede og mødefrie vejnet – fx adskilt af autoværn, og med bløde trafikanter i eget trace.

Internationale studier indikerer, at ved en teoretisk sammenligning af godsmængde på en enkelt strækning i forhold til standard-sættevogntog, kan DUO2 medføre op til 27 pct. mindre brændstofforbrug og tilsvarende CO_2-reduktion. I forhold til MVT, som kører som forsøg i Danmark på et særligt godkendt vejnet, er reduktionen for DUO2 estimeret til at være ca. 15 pct.

Dertil kommer at såfremt to almindelige lastbilvogntog kan erstattes af et enkelt DUO2-vogntog, er der op til 100 pct. øget produktivitet som følge af, at færre chauffører kan udføre det samme transportarbejde. Se også figur 3 herunder.



Figur 3. Sammenligning af køretøjer ved transport af 150 m3 volumengods

DUO2 er i dag i Europa alene kun fuldt ud tilladt i Finland. DUO2 kører dog også enten som forsøg eller på dispensation i Sverige og i Spanien. Desuden er Holland i gang med undersøgelser med henblik på forsøgsstrækninger til DUO2.

Grundlag for analysen

I den politiske aftale fra 4. december 2020 om Grøn omstilling af vejtransporten fremgår det bl.a. at: "*Der iværksættes en analyse af dobbelttrailernes kørekurver, arealbehov, testkørsler mv., så det kan fastlægges, hvilke ombygninger der vil skulle gennemføres for at kunne opretholde den fornødne trafiksikkerhed på et givent vejnet. Med udgangspunkt i analysen vil det være muligt bl.a. at udarbejde et udkast til et vejnet mv., der vil kunne benyttes af dobbelttrailervogntog. Aftalepartierne er enige om at afsætte 1 mio. kr. i 2021 til analysen.*"

Opgavebeskrivelse

Afledt af den politiske aftale er der udarbejdet et kommissorium, der bemyndiger Vejdirektoratet og Færdselsstyrelsen til at gennemføre analysen med fokus på følgende områder:

- Trafiksikkerhed
- Køretøjstekniske sikkerhedsforhold
- Vejnet/fremkommelighed
- Regulering (lovgivning)
- Samfundsøkonomi
- Klima og øvrige effekter
- Udkast til tidsplan for udrulning af forsøg, herunder forsøgsvejnet
- Litteraturstudie og erfaringer fra udlandet

Ovennævnte punkter behandles gennemgående i hovedkapitler i denne analyse. Dog er emnet Litteraturstudie og erfaringer fra udlandet beskrevet herunder, idet der er tale om en ekstern delanalyse, der har til formål at understøtte den nærværende analyse.

Erfaringer fra andre lande
For at samle de internationale erfaringer er der i forsommeren 2021 gennemført et litteraturstudie med hjælp fra en ekstern rådgiver. Litteraturstudiet er vedlagt som supplement til denne rapport. Studiet har haft til formål at bidrage til de faglige undersøgelser i analysens hovedkapitler. Opgaven har omfattet en systematisk kortlægning af den nationale og internationale lovgivning om DUO2 – enten som led i testkørsel eller permanent tilladelse. Formålet med studiet var i udbudsmaterialet beskrevet således:
"*Analysen skal undersøge og beskrive de tilgængelige og anvendte internationale løsninger for længere vogntog på 32-34 meter, herunder fordele og ulemper indenfor en række områder. Fokus skal dog primært være på vogntog af typen DUO2 (A-double).*"

Kortlægning og sammenstillingen af viden i studiet er inddelt i tre hovedkategorier:
- Krav til køretøjer
- Krav til infrastruktur
- Krav til lovgivning, øvrige relevante forhold mv.

De lande, der indgik i litteraturstudiet var Finland, Sverige, Holland og Spanien. Derudover indgik Tyskland, der ikke har undersøgt DUO2, men som til gengæld har gennemført mange undersøgelser om MVT, som kan give brugbar viden til denne analyse.

Lande udenfor EU er fravalgt i studiet, da en eventuel tilladelse i Danmark skal baseres primært i EU-lovgivning, nærmere bestemt EU-direktivet 96/53, som senest er ændret ved Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EU) 2019/1242.

Input fra branchen
I forbindelse med analysen er transportbranchen blevet involveret ad flere omgange. I den indledende fase inviterede Vejdirektoratet og Færdselsstyrelsen til et orienteringsmøde, hvor branchen efterfølgende blev bedt om vurdering af de mest ønskede varianter af længere MVT på 32-34 meter.

Branchens sammenfattende vurdering er, at varianten "A-double" uden styrende aksler på dollyen, anses som den mest ønskede ift. fleksibilitet og mulig udbredelse. A-double er praktisk taget et klassisk EU-vogntog, hvor der er er tilkoblet en dolly og yderligere en trailer, men der er også særlige tekniske krav. Denne variant indgår i flere forsøg, der pågår i Sverige, Holland og Spanien. Det er denne variant, der er det primære udgangspunkt for analysen.

Den sekundære prioritet er "AB-double", hvis fordel er, at den stort set kan sammensættes af allerede eksisterende godkendte køretøjsmoduler som indgår i almindelige MVT, og er rimelig fleksibel. Den har dog andre ulemper ift. omkoblingsmuligheder. Denne variant er medtaget som en mulighed, der kan overvejes i en eventuel videreudvikling af et forsøg.

Den tredje variant kaldet "B-double", som der bl.a. anvendes i Finland og visse sydamerikanske lande, anses af branchen generelt som værende ikke en prioritet i et dansk forsøg. Den er derfor ikke medtaget i analysen af DUO2.

Udover varianter af vogntog, er branchen i efteråret blevet orienteret om Vejdirektoratets vurdering af et muligt vejnet, og ikke mindst relevante knudepunkter. Dette førte til en mindre justering af det foreslåede vejnet, dog blev ikke alle ønsker medtaget. Det foreslåede forsøgsvejnet fremgår af figur 7.

Testkørsler
Som en vigtig del af analysen er der udført testkørsler. Formålet var at undersøge køretøjernes sving- og manøvreegenskaber, opmåling af køretøjerne mm. Testkørslerne blev udført i et samarbejde mellem Vejdirektoratet og Færdselsstyrelsen.

Testkørslerne foregik den 3. juni 2021 på en lukket plads hos en transportør, der havde stillet relevant materiel og faciliteter til rådighed, herunder en synshal og bilvægte.

På baggrund af branchens input, var det besluttet at teste de to DUO2-vogntogskombinationer A-double og AB-double.

Som nævnt i afsnittet ovenfor, er det muligt at sammensætte disse vogntog ud fra eksisterende køretøjer, der indgår i MVT.

Forud for testen blev der på det lukkede køreareal nedfræset tre forskellige typer af tællespoler. Se mere i afsnittet omkring tællespoler i kapitlet om Vejnet og knudepunkter.

Der var også forud for testen monteret GPS-måleenheder på de to DUO2-vogntog. Dermed var det muligt at generere kørekurver ud fra testkørslerne. Disse kørekurver blev efterfølgende sammenlignet med teoretiske kørekurver. Sammenligningen viste, at de teoretiske kørekurver kan anvendes til at afdække arealbehovet i kryds mv. Dette er relevant for ombygning af kryds – se kapitlet Vejnet og knudepunkter.

Vejdirektoratet

Regulering og EU-forhold

For lastbiler og vogntog bestående af lastbil og påhængskøretøjer til lastbil, er der EU-retsligt fastsat grænser for sådanne køretøjers – og vogntogs - vægte ved kørsel i international trafik, og dimensioner i såvel international som national trafik. Danmark kan således ikke uden videre tillade kørsel med større køretøjer og vogntog end det øvrige EU.

Endvidere tillader færdselsloven ikke kørsel med vogntog bestående af bil og mere end et eller to påhængskøretøjer, mens kørsel med DUO2-vogntog forudsætter kørsel med bil og tre påhængskøretøjer. Der er dermed behov for en mindre ændring af færdselsloven, således længere MVT som DUO2 også kan tillades. Der vil derudover være behov for regulering af et forsøg, dels i forhold til køretøjerne og dels i forhold til vejnettet. Dette er tilsvarende reguleringen for MVT i dag.

EU-forhold

Største tilladte vægte og dimensioner for store køretøjer (herunder lastbiler) og vogntog er reguleret i Rådets direktiv 96/53 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 (herefter direktiv 96/53) med senere ændringer.

Det fremgår af direktiv 96/53, at medlemsstaterne ikke må tillade normal brug af køretøjer og vogntog til national godstransport på deres område, hvis de overskrider grænserne vedrørende køretøjers og vogntogs længde og bredde, køretøjets/vogntogets evne til at køre i en snæver rundkørsel med yderdiameter på 25 m og inderdiameter på 10,6 m, samt længden af ladfladen og visse mål vedrørende afstanden mellem trækkende lastbiler og påhængskøretøjer.

Medlemsstaterne kan dog 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 de afviger fra ovennævnte fastsatte grænser for dimensioner.
- 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. Medlemsstaterne underretter Kommissionen herom.

Et forsøg med DUO2 forudsætter en EU-notifikation efter direktivets artikel 4, stk. 5.

Det skal bemærkes, at bestemmelserne om EU-notifikation, indeholder en betydelig stilstandsperiode, med det formål at give øvrige EU-medlemsstater mulighed for at komme med indsigelse.

Dansk regulering

Direktiv 96/53 er i dansk ret gennemført i bekendtgørelse nr. 1497 af 1. december 2016 om køretøjers største bredde, længde, højde, vægt og akseltryk (herefter Dimensionsbekendtgørelsen), med senere ændringer.

Dimensionsbekendtgørelsen er udstedt i medfør af færdselsloven. Det fremgår af færdselslovens § 70 stk. 1, at der til bil (herunder lastbil), bortset fra ledbus, må kobles ét påhængskøretøj.

Det fremgår imidlertid også af færdselslovens § 70a, at transportministeren uanset forbuddet i § 70, kan fastsætte bestemmelser om, at det på nærmere angivne strækninger, hvor forholdene taler herfor, tillades at køre med lange vogntog bestående af bil og et eller to påhængskøretøjer (modulvogntog), samt at transportministeren kan fastsætte bestemmelser for modulvogntog og de køretøjer, der indgår heri. Der er dog ikke lovhjemmel til at fastsætte bestemmelser om DUO2-vogntog, som består af bil og mere end to påhængskøretøjer, hvorfor der er behov for en mindre ændring af færdselsloven.

Behov for ændringer
Det er vurderes at DUO2 og MVT bør reguleres forskelligt. Denne tilgang skyldes at:

- tidsrammen for forsøgene er forskellige
- kravene til køretøjer er forskellige
- vejnettet er forskelligt, dog er MVT også tilladt på DUO2-vejnettet evt. mulighed for sporing kan differentieres mellem MVT og DUO2.

Samlet set er der behov for følgende regulering:

- Ændring af færdselsloven
- Ny bekendtgørelse for det vejnet m.v. hvor kørsel med DUO2-vogntog er tilladt
- Ny bekendtgørelse for køretøjer der indgår i DUO2-vogntog

Udkast til regulering af de tre ovennævnte er vedhæftet denne rapport.

Udover ovenstående nævnte forslag til ændringer og overvejelser til reguleringer, skal der foretages en yderligere screening af afledte forhold, der muligvis skal reguleres.

Samlet vurdering

Det vurderes, at tilladelse til kørsel med DUO2-vogntog på danske veje kun vil kunne gennemføres som et tidsbegrænset forsøg og EU-kommissionen skal underrettes om forsøgets gennemførelse.

Ved en mindre tekstændring af færdselsloven vil Vejdirektoratet og Færdselsstyrelsen fortsat have hjemmel til at regulere området.

Der vil være behov for en helt ny regulering af de tekniske krav til DUO2-vogntog, samt en helt ny regulering af de vejstrækninger m.v., hvor DUO2-vogntog må benyttes. En sådan regulering kan gennemføres på bekendtgørelsesniveau, på linje med den nuværende regulering for MVT.

Vejdirektoratet

Internationale erfaringer

Dette kapitel er en kort gennemgang af erfaringerne med DUO2 og længere modulvogntog i de andre europæiske lande, der indgår i litteraturstudiet.

Landene, der indgår, er:

- Finland: eneste land i EU der har lovliggjort kørsel med køretøjer med en længde op til 34,5 m i mange forskellige varianter, op til 76 ton
- Sverige: der har en række forsøgsordninger/teststrækninger med 32 m køretøjer, 74-80 ton
- Holland; der har igangsat indledende studier med henblik på mulige testkørsler med 32 m køretøjer op til 72 ton
- Spanien: der har kørsel med 32 m køretøjer på 70 ton på forsøgsbasis på udvalgte delstrækninger
- Tyskland: som har implementeret kørsel med 25,25 m køretøjer, men ikke er gået videre med større køretøjer. Det er dog valgt at inddrage Tyskland, idet det vurderes relevant for at understøtte analysens formål.

Bilag 3 giver en overordnet opridsning af historikken – dvs. fra evt. implementering af test til lovliggørelse. Hele litteraturstudiet vedlægges som supplement til denne analyse.

Kapitlet indeholder også en kort beskrivelse af det såkaldte modal shift, der handler om overflytning af gods mellem forskellige transportformer.

Opsamling på udenlandske erfaringer

De internationale erfaringer viser, at Danmark er forholdsvis langt fremme med udbredelsen af MVT, og i overvejelserne af indførelse af et forsøg med DUO2, sammenlignet med øvrige europæiske lande.

Såfremt vi i Danmark vælger at gennemføre en forsøgsordning med DUO2 på et givent vejnet for alle operatører (transportvirksomheder), er vi umiddelbart frontløbere i forhold til andre europæiske lande, med undtagelse af Finland.

Af litteraturstudiet fremgår det, at der er en række bekymringer og opmærksomhedspunkter blandt de erfaringer, som er gjort i disse lande. I de efterfølgende kapitler er disse forhold taget med i analysen. Således vurderes det, at et dansk forsøg grundlæggende skal tage disse i betragtning i forbindelse med udpegning af et vejnet og knudepunkter.

Anvendelse af MVT i Europa

Samlet set har samtlige lande, der er indgået i litteraturstudiet, introduceret MVT på 25,25 m i landenes færdselslovgivning. Tilladelsen er givet med henvisning til direktiv 96/53/EF, artikel 4, stk. 4 litra b om anvendelsen af den modulær fremgangsmåde (EMS). Dette indebærer, at der alene må bruges køretøjstyper, der overholder kravene i forordning 1230/2012 (typegodkendelse vedrørende masse og dimensioner).

For Sverige og Finlands vedkommende gælder, at disse lande allerede i forbindelse med indtræden i EU havde godkendt længere køretøjer og at netop artikel 4, stk. 4 litra b i direktivet 96/53/EF er formuleret af hensyn til disse forhold.

Anvendelse af DUO2 i Europa
Arbejdet med DUO2 er i Sverige ikke kommet så langt som oprindelig planlagt. Således har interesseorganisationer og politiske organisationer i Sverige bedt om supplerende analyser, da det var deres opfattelse, at der manglede viden. DUO2 er således kun tilladt, såfremt operatøren/vognmanden har søgt og fået godkendt en specifik rute med et vogntog, der er nærmere specificeret i ansøgningen.

Siden 2019 har Finland tilladt DUO2 og andre typer af længere vogntog på stort set hele vejnettet. Danmark kan umiddelbart ikke sammenlignes med Finland, der har en anderledes topografi, demografi og logistikstruktur.

I Holland er det videre arbejde sat i bero, indtil der findes yderligere midler. Årsagen er, at risikoanalysen, der er gennemført i 2020 for det oprindelige pilotprojekt ved Rotterdam, påpegede flere uhensigtsmæssigheder – bl.a. fordi strækningen i højere grad foregik på mindre veje/byområder. Det undersøges p.t. om der i samarbejde med RDW (pendant til Færdselsstyrelsen) kan organiseres en ny test, men med et andet vejnet.

I Spanien pågår pilotprojekter med DUO2. Her afventes især lande som Tyskland og deres stillingtagen. Det har ikke i forbindelse med litteraturstudiet været muligt at få en konkret indblik i, hvorvidt der i Tyskland drøftes/arbejdes mod brugen af køretøjer på op til 34,5 m.

Øvrige lande
Der er mange lande udenfor Europa, der tillader kørsel med lange MVT over 25 meter. Denne type vogntog er meget udbredt, ofte lokalt, i lande, der har meget store afstande mellem byer, industri og råstof- eller dyrkningsområder.

De topografiske, infrastrukturelle, kulturelle, lovgivningsmæssige forhold i disse lande er dog meget forskellige i forhold til europæiske forhold, særligt de danske. Det er således mindre relevant at bringe erfaringerne fra disse lande ind i en dansk analyse af lange vogntog / DUO2.

Modal shift
Modal shift handler om overflytning af gods mellem forskellige modaliteter, fx mellem lastbil- og banetransport. Større vogntog som DUO2 effektiviserer vejgodstransporten og reducerer transportomkostningerne. Lavere omkostninger i godstransport på vej kan medføre overflytning af gods fra bane- og skibstransport til vej.

Overflytning af godstransport fra bane- og skibstransport til vej medfører øget CO2 udledning og øger trængslen på vejnettet. Derudover strider det imod EU's mål om at overflytte mere gods fra vej til bane og skib.

Nogle undersøgelser peger imidlertid på, at modal shift ikke vurderes at være af væsentlig betydning ved indførelsen af DUO2. Andre, at det vil medføre en overflytning fra bane/skib på op til 20 pct.

Vejdirektoratet

Omvendt fremføres det, at man ved at arbejde målrettet med det modulære princip (standardiserede lasteenheder) kan få godset til i højere grad at indgå i intermodale kæder (multimodalitet). Dermed kan godset på de lange stræk udføres med skib/bane og de kortere stræk med MVT, der som nævnt evt. kan adskilles og føre godset det sidste stykke vej til modtager. Dvs. at de to transporttyper kan komplementere hinanden.

Hollandsk undersøgelse ift. modal shift
I Holland har man i 2020 foretaget nærmere undersøgelser på baggrund af overvejelserne med at tillade DUO2.

Konkret er det undersøgt, hvad DUO2 kan betyde for syv udvalgte godssegmenter:

- Blomstertransport
- byggelogistik (stykgods)
- detaillogistik
- containertransport
- pakketransport
- affald/genanvendelse og
- palledistribution/groupage

Undersøgelsen viste, at risikoen for modal shift umiddelbart kun var til stede i to markedssegmenter: containertransport (nationalt) og i mindre grad i byggelogistik (præfabrikerede elementer). For de andre typer af gods var der ingen væsentlig effekt på modal shift ved tilladelse af DUO2.

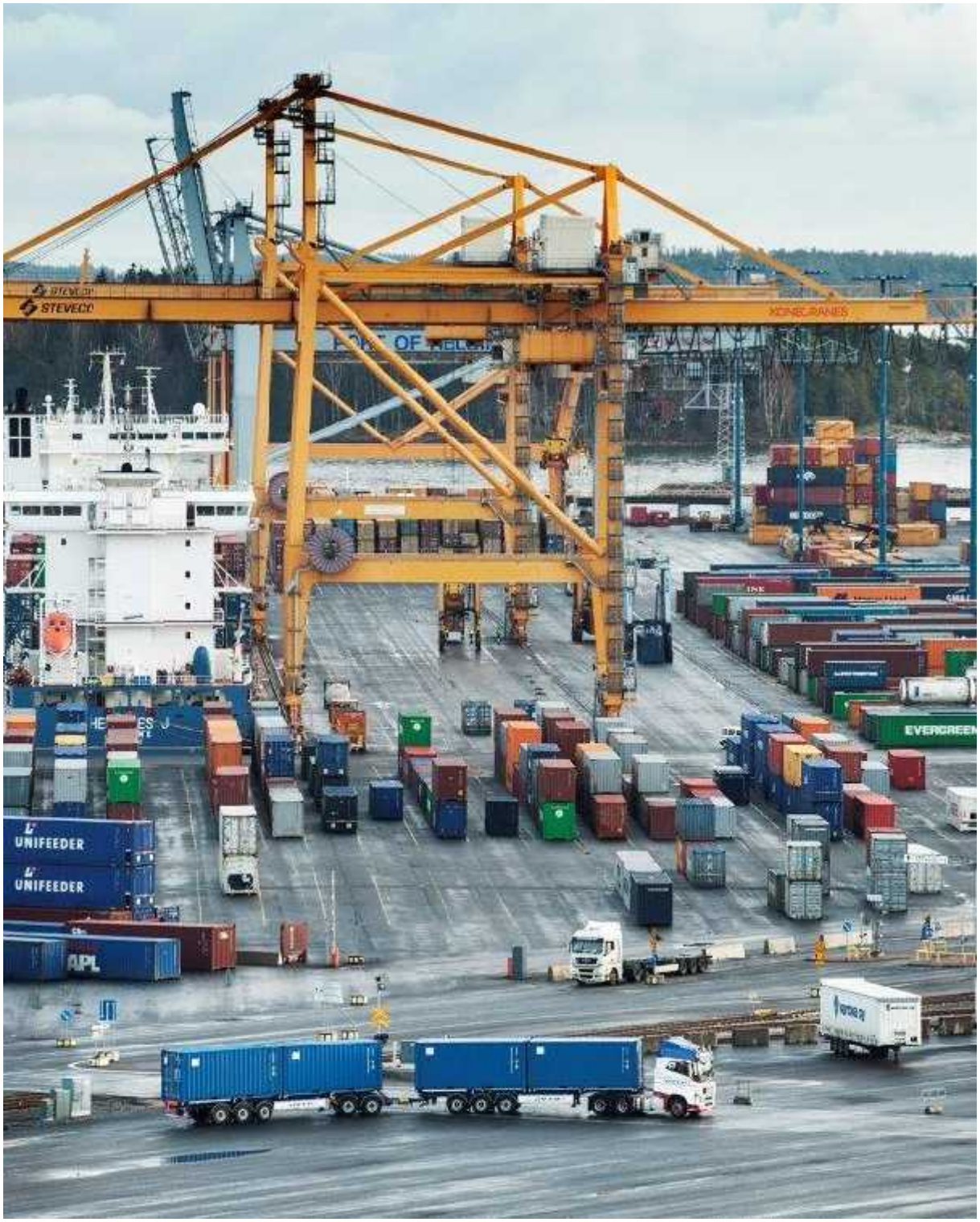
Vurderingen beror på at national skibsfart og jernbane i disse segmenter eller i praksis ikke matcher den nødvendige hastighed og finmaskede infrastruktur ved den type af logistik (fx detaillogistik/distribution), eller fordi et skifte kræver så meget procesændring, at et skifte vil være for stor en barriere for transportbranchen.

Umiddelbart vurderes det, at infrastrukturen og godstyperne undersøgt i Holland kan sammenlignes med danske forhold. Set i dette lys, vurderes det, at problemstillingen er af mindre betydning.

Standardisering
Selv om anvendelse af længere vogntog i oversøiske lande og køretøjerne, der indgår i disse vogntog, i bund og grund er de samme konstruktioner, der anvendes verden rundt, er det alligevel mest hensigtsmæssigt, at vi i dansk sammenhæng sammenligner køretøjer, der anvendes i Europa. Først og fremmest fordi vi har rammeforordninger, der sikrer, at det i EU er muligt at typegodkende køretøjerne, således det er de samme krav, der gælder for køretøjerne i national og international transport. Dertil er infrastrukturen og trafikkulturen nogenlunde sammenlignelig i Europa.

Der er dog alligevel en global relation til køretøjer og transport, idet meget gods transporteres i skibscontainere på typisk 20[1] eller 40 fod, samt versionen på 45 fod, der bliver mere og mere udbredt. Netop disse skibscontainere passer godt sammen med MVT og DUO2, hvor sidstnævnte kan transportere to stk. 40 eller 45 fods containere. Dermed kan disse vogntog være en del af en bred pallette af forskellige former for vejtransport, og kan evt. anvendes der hvor togstammer bliver for lange og hvor almindelige lastbiler bliver for korte – set i et logistisk perspektiv.

[1] En såkaldt TEU (Twentyfoot Equivalent Unit)



Figur 4. DUO2 vogntog kører med skibscontainere på en finsk kombiterminal. © Speed Oy

Vejdirektoratet

Trafiksikkerhed

Problemstilling

Sammenhæng mellem trafiksikkerhed og størrelsen af lastbiler og vogntog er kompleks, hvilket også kan læses ud af de analyser, som litteraturstudiet fra fem europæiske lande viser. De forskellige analyser, som refereres i litteraturstudiet, bygger på kontrollerede forsøg, teoretiske modeller eller erfaringer fra kørsel med disse køretøjer.

I dette kapitel om trafiksikkerhed tager vi udgangspunkt i afrapporteringen fra litteraturstudiet og Vejdirektoratets egne analyser af ulykker med tunge køretøjer. Der ses på hvilke udfordringer, der kan være for trafiksikkerheden ved kørsel med DUO2-vogntog på det foreslåede vejnet.

Uheldsanalyse af MVT

I forhold til en vurdering af trafiksikkerheden med indførsel af DUO2 på de danske veje, er det relevant at se på politiregistrerede ulykker med tunge køretøjer. Vejdirektoratet har i forbindelse med denne analyse udarbejdet en uheldsanalyse af ulykker med MVT, da det er vurderet, at MVT på en del punkter kan sammenlignes med DUO2.

Uheldsanalysen viser, at der har været forholdsvis få ulykker med MVT siden de blev introduceret på de danske veje i 2008. Ulykker, hvor MVT har været involveret, er primært sket på motorvejsstrækninger. Der har været meget få ulykker i kryds og ingen ulykker med bløde trafikanter. At størstedelen af ulykkerne med MVT er sket på motorveje, skyldes primært at MVT kører på et begrænset vejnet, hvoraf det meste er motorveje.

Uheldsanalysen viser desuden, at ca. hver tredje af ulykkerne med MVT, er sket i forbindelse med overhaling eller vognbaneskift foretaget enten af MVT eller anden part.

Det har i uheldsanalysen ikke været muligt at konkludere om øget længde og/eller vægt er forbundet med en højere eller lavere ulykkesrisiko i forhold til øvrige lastbiler. Hertil er antallet af ulykker og tilhørende data for spinkelt.

Litteraturstudiet

De udenlandske erfaringer, der er gennemgået i litteraturstudiet, har primært haft fokus på køretøjer med en længde op til 25,25 m, men enkelte af studierne drager samme konklusioner for køretøjer op til 34,5 m.

Studierne er ikke entydige på alle punkter, men overordnet set finder studierne ikke sammenhæng mellem tungere og længere køretøjer eller en øget ulykkesrisiko, så længe vejen er indrettet til denne type af køretøjer, og køretøjerne er forsynet med både passive og aktive sikkerhedssystemer.

Oversigtsforhold

Lange køretøjer stiller højere krav til gode oversigtsforhold. Dette er især gældende i to situationer: dels ved overhaling af det lange køretøj, og dels i kryds med ubetinget vigepligt, hvor det er DUO2-

vogntoget, der skal svinge ud fra sekundærvejen. Under kapitlet om Vejnettet og knudepunkter fra side 28 og frem er der beregnet værdier for skærpede krav til oversigt i kryds og ved overhaling.

Krav til øgede **oversigtslængder i kryds** skal sikre, at en bil på primærvejen kan nå at bremse ned, for at undgå at kollidere med et vogntog som svinger ud fra sidevejen. For at forebygge denne type ulykker skal man forbedre oversigtsforholdene i de kryds på det foreslåede vejnet, hvor denne manøvre forekommer. Dette kan gøres ved at rydde sidearealer og rette eventuelle kurver ud.

Det er også muligt at nedsætte hastighedsgrænsen på den primære vej, fx fra 80 km/t til 70 km/t og derved ændres kravene på oversigtslængder som kan ses i kapitel om Vejnettet og knudepunkter. Man skal sikre, at denne lavere hastighedsgrænse overholdes. Dette kan gøres ved, at synliggøre krydset og den lavere hastighedsgrænse, ved at etablere kanalisering i krydset eller ved at opsætte kamera til automatisk hastighedskontrol.

På det foreslåede vejnet vil der være et antal kryds, hvor dette bliver aktuelt, og disse kryds skal sikres jf. ovenstående.

Krav til øgede **oversigtslængder ved overhaling** justeres for at tilpasse de længere vogntog. Dette kan bruges ved projektering af nye veje og også til at vurdere, hvor egnet en eksisterende vejstrækning er for kørsel med DUO2-vogntog. Der er dog en trafiksikkerhedsmæssig udfordring ved, at den bilist der ønsker at overhale et tungt køretøj, vil have vanskeligt ved at kunne vurdere, hvor langt vogntoget er, før de påbegynder overhaling.

I litteraturstudiet refereres til tyske forsøg med overhalingssituationer, hvor man ikke har kunnet konstatere, at der var behov for længere overhalingstid ved overhaling af de længere vogntog. Det er dog vigtigt at huske, at hastighedsgrænsen for lastbiler på almindelige landeveje i Tyskland er 60 km/t og for personbiler 100 km/t, hvor den i Danmark er 80 km/t for alle. Dette kan give anledning til farlige frontalkollisioner, da en personbil vil være længere om at overhale et vogntog i Danmark.

For at undgå farlige overhalingssituationer, hvor personbiler bliver overraskede og "fanget" i en overhaling af et langt DUO2-vogntog og derved risikerer en frontalkollision med modkørende, anbefales det, at DUO2-vogntogenes færdsel på almindelige 2-sporede veje så vidt muligt undgås.

Siden færdselsloven blev ændret og hastighedsgrænsen blev sat op for tunge køretøjer fra 70 til 80 km/t på landeveje i januar 2020, er der givet mulighed for at nedskilte hastigheden fra 80 til 70 for vogntog på landeveje. Dette anbefales som udgangspunkt etableret på de 2-sporede vejstrækninger i det udpegede vejnet, for at gøre det nemmere at overhale vogntogene. Det vil dog også give anledning til flere overhalinger pga. hastighedsforskelle. Der skal derfor laves en konkret vurdering for hver af de 2-sporede vejstrækninger på det udpegede vejnet.

Vejtyper og tværsnitselementer

Det vil være forbundet med mindre risiko for ulykker ved kørsel med DUO2-vogntog på motorveje end på andre vejtyper. Det høje sikkerhedsniveau skyldes, at krydsene er udformet som niveaufri og at modkørende trafik er adskilt.

Der opnås tæt på den samme høje sikkerhed ved kørsel på motortrafikveje. Især på de motortrafikveje, der har midteradskillelse og niveaufri kryds. De motortrafikveje, der er udformet som 2+1 veje, giver desuden bedre mulighed for at foretage sikre overhalinger.

Derimod skal brug af 2-sporede veje så vidt muligt undgås, i det foreslåede vejnet, til DUO2-vogntog, hvilket også er de svenske og hollandske vurderinger.

Hvis 2-sporede veje skal indgå i det foreslåede vejnet, skal strækningerne ombygges eller reguleres for at opnå højest mulig sikkerhed: etablere 2+1 vej, etablere separering ved midterareal/rumleriller mv., separat sti for bløde trafikanter, lavere hastighedsgrænser og/ eller forbedret udformning i kryds, især med fokus på sikre udformninger for bløde trafikanter.

Bløde trafikanter

Ulykker mellem tunge køretøjer og bløde trafikanter ender oftest meget alvorligt. De dominerende ulykkestyper, hvor bløde trafikanter kommer til skade i ulykker med tunge køretøjer, er i situationer forbundet med svingning, hvor de bløde trafikanter rammes af den forreste del af det tunge køretøj. Det er typisk i kryds, men også ved ud-/indkørsel fra privat grund. Ulykkerne kan ske ved relativt lave hastigheder, men pga. de tunge køretøjers vægt og udformning resulterer det ofte i alvorlige skader.

Der er pt. ikke data, der indikerer, at kørsel med DUO2-vogntog vil betyde en større ulykkes-/skadesrisiko for bløde trafikanter end kørsel med andre tunge køretøjer, som færdes på det danske vejnet i dag, inklusive MVT. Det vurderes, at årsagen hertil er, at MVT og i yderligere grad DUO2, primært kører, hvor der er få eller ingen bløde trafikanter.

Det ekstra lange vogntog, og det faktum, at der er tale om et vogntog bestående af et trækkende køretøj med tre påhængskøretøjer medfører, at det også kan være svært for føreren at se i lastbilens sidespejle, hvad der foregår ved bagenden af vogntoget. I processen med at indføre og tillade endnu en kategori af tunge køretøjer, skal man derfor søge at minimere risikoen for de alvorlige ulykker ved at forbedre sikkerheden af vejnettets udformning, især kryds, og undgå at blande trafikantarterne.

De kryds, som indgår i det udpegede forsøgsvejnet, hvor der også færdes bløde trafikanter, skal udformes sikkert: med separatregulering ved signalanlæg, god vejbelysning, gode oversigtsforhold ad cykelsti/fortov mv.

Sammenfatning

Udenlandske erfaringer og analyser indikerer, at risikoen for flere og mere alvorlige ulykker ved indførsel af DUO2-vogntog ikke bør negligeres. Især i forbindelse med overhalingssituationer, hvor frontalkollisioner vil være en risiko, og svingninger i kryds, hvor især konflikter med bløde trafikanter vil være en risiko. Dertil kommer at ved manøvrering af et længere vogntog, vil kompleksiteten øges for chaufføren, hvor andre eksterne forhold som vejrliget og evt. tidspres allerede kan være betydelige faktorer.

Vejdirektoratets vurdering er, at en forhøjet risiko kan minimeres ved, at forsøgsvejnettet kun omfatter den del af vejnettet, der ud fra trafiksikkerhedsmæssige hensyn er bedst egnet til kørsel med de lange og tunge køretøjer. Dvs. der hvor risikoen for ulykker er lavest, og hvor der er en lavere grad af kompleksitet. Der bør foretages konkrete og målrettede vejmæssige forbedringer på dele af det foreslåede forsøgsvejnet med henblik på at reducere risikoen for uheld. Vejgeometriske tiltag, der skal forbedre DUO2-vogntogenes fremkommelighed, må ikke resultere i forringet trafiksikkerhed for andre trafikantarter.

Vejdirektoratet

Vejnettet og knudepunkter

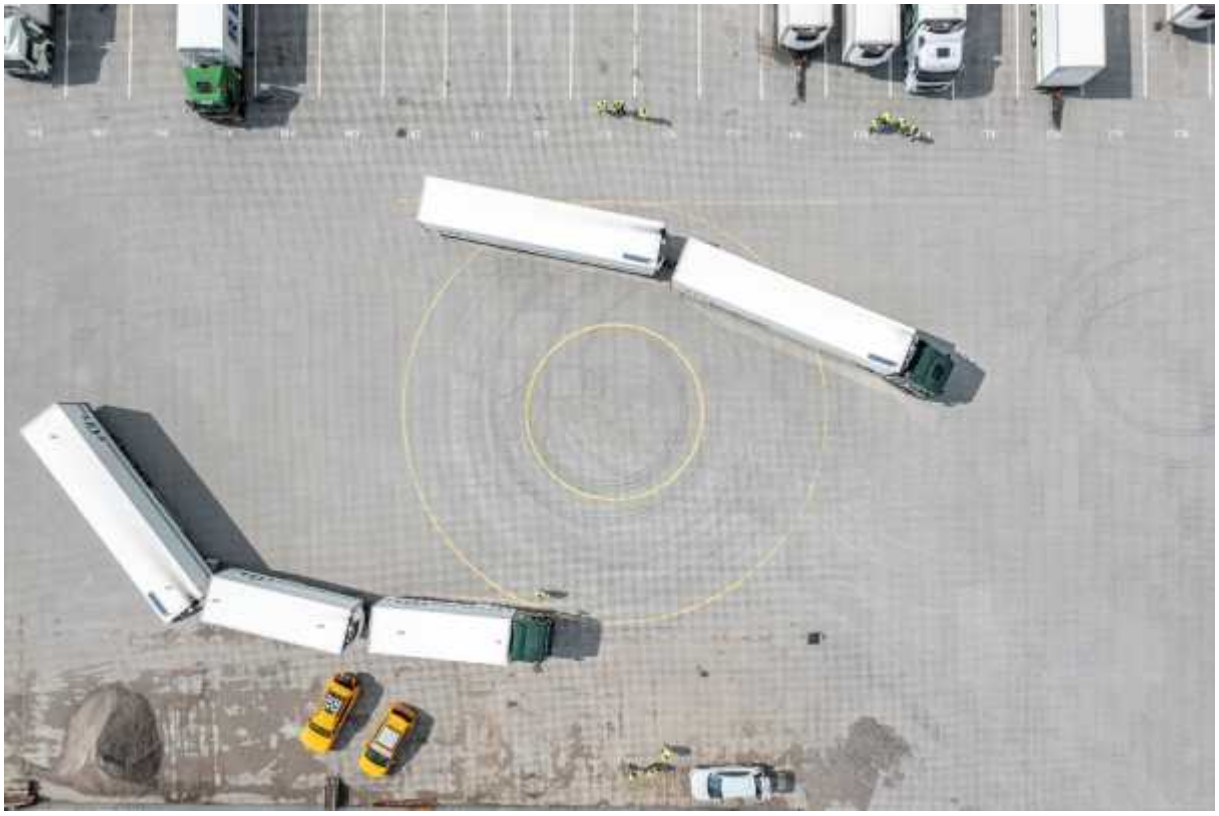
Problemstilling

Det eksisterende vejnet er dimensioneret efter de køretøjer, som kører på vejene, og med indførelse af nye, længere lastbiler vil der være en række forudsætninger for udformning af vejene, som ændrer sig. På det vejnet og ved de knudepunkter, som udpeges til kørsel med DUO2, er det derfor vigtigt at undersøge, om vejenes udformning også lever op til en standard, hvor disse køretøjer kan færdes uden problemer. Det kan være af hensynet til andre trafikanter, vejudstyr, vejslid, bæreevne mm.

Arealbehov

DUO2 er det tilgængelighedskrævende køretøj, som skal kunne manøvrere og passere på de givne ruter gennem et kryds, eventuelt ved brug af overkørselsarealer.

Samtlige kryds, som skal befærdes af DUO2 skal kontrolleres ved brug af kørekurver. Hvis et kryds er for trangt, skal det ombygges, så DUO2-vogntogets arealbehov bliver tilgodeset, fx ved udvidelse af kørebanen og justering af helleanlæg.



Figur 5. Testkørsler med A-double (øverst) og AB-double indenfor cirkel med ydre og indre radius på hhv. 12,5 og 5,3 meter.

Kørekurver
Ved planlægning og projektering af vejanlæg anvender Vejdirektoratet softwareprogrammet AutoTURN til sikring af arealbehov. Der skelnes mellem dimensionsgivende køretøj og det tilgængelighedskrævende køretøj.

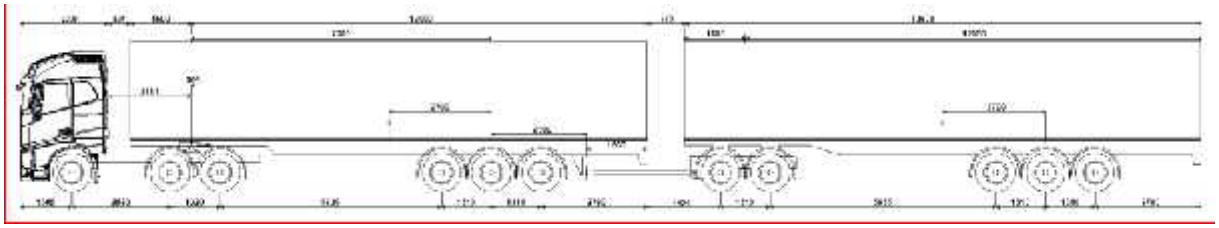
Det dimensionsgivende køretøj er det køretøj, der i projekteringen benyttes til at fastlægge tværsnittet ved kørsel og til at fastlægge arealbehovet ved svingning. Køretøjet anvendes også ved udformningen af parkeringsarealer. Det dimensionsgivende køretøj skal kunne afvikles uden brug af overkørselsarealer.

Det tilgængelighedskrævende køretøj er det køretøj, som skal kunne manøvrere og passere mellem alle vejgrene i et kryds eller på en given rute gennem et kryds eventuelt ved brug af overkørselsarealer. Et kryds indrettes, så bredden af overkørselsarealer er bestemt af det tilgængelighedskrævende køretøj.

Udgangspunktet er således, at der anvendes det dimensionsgivende køretøj, som under normale omstændigheder er et sættevognstog (SVT). Hvor MVT skal kunne køre, anvendes kørekurver for MVT som tilgængelighedskrævende køretøj. Det samme ville gøre sig gældende, hvor DUO2 skulle kunne køre.

DUO2 er dog ikke defineret som et typekøretøj i vejregelhåndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer". Teoretiske kørekurver ud fra køretøjsdesign for DUO2-vogntoget i variant "A-double" er derfor udviklet til brug i AutoTURN.

Vejdirektoratet har derfor kunnet anvende programmet AutoTURN til dimensionering af veje og kryds for DUO2 – se de efterfølgende afsnit.



Figur 6. Kørekurverne for dimensionering af vejanlæg for DUO2 i AutoTURN baserer sig på dette vogntog.

Vejudstyr
For at tilgodese DUO2s arealbehov i kryds kan det være nødvendigt at flytte vejudstyr, fx skilte, belysningsmaster, signalmaster, teknikskabe og autoværn.

Stopsigt og standselængde
Det skal altid sikres at krav til stopsigt er opfyldt i standselængdens afstand i vognbanen. Standselængden ændrer sig dog ikke med indførelse af DUO2.

Et køretøjs standselængde er summen af reaktionslængden og bremselængden. Reaktionslængden, som er den længde, køretøjet tilbagelægger i reaktionstiden, er uafhængig af køretøjet. Internationale studier har desuden påvist, at bremselængden for en DUO2 med lovpligtigt EBS-system er den samme som for et sættevognstog og et MVT.

Oversigt i kryds
Vejreglernes krav til oversigtslængden ad primærvejen (Lpri) i prioriterede vejkryds (jf. håndbogen "Fælles grundlag og planlægning af vejkryds i åbent land") baserer sig på, at en 18,75 m lang lastbil svinger ud på primærvejen.

Hvis køretøjslængden ændres til hhv. 25,25 m (MVT) og 34 m (DUO2) kan man ved hjælp af "regnemodel for vejgeometriske beregninger" beregne nedenstående oversigtslængder ad vandret primærvej:

Vd (km/t)	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40
L_{pri} (m) - VR	206	193	180	168	156	144	133	122	112	102	92	83	74
L_{pri} (m) - MVT	214	201	188	176	164	152	141	130	120	110	101	92	83
L_{pri} (m) – DUO2	222	209	196	184	172	160	149	138	128	118	109	100	91

Tabel 2. Krav til oversigt i kryds ved forskellige køretøjer og hastigheder

Overhalingssigt
Overhalingsafstanden (på 2-sporede veje) er den afstand til en modkørende, som 85 pct. af bilisterne ønsker for at påbegynde og gennemføre en overhaling. Ved overhaling af længere køretøjer end forudsat i vejreglernes beregningsmodel (jf. håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer") skal man tillægge den distance, som tilbagelægges ved overhaling af den ekstra vognlængde, plus den distance en modkørende når at køre i samme tidsrum. Dermed får man følgende overhalingsafstande (L_o), afhængigt af planlægningshastigheden:

Vp (km/t)	90	80	70	60	50
L_o (m) - VR	700	625	575	525	500
L_o (m) - MVT	748	685	611	557	528
L_o (m) – DUO2	796	705	647	589	556

Tabel 3. Krav til oversigt ved overhaling ved forskellige køretøjer og hastigheder

Fremkommelighed
De øgede krav til oversigt ved overhaling af en DUO2 på en 2-sporet vej vil forhindre mange trafikanter i at overhale, og trafikanterne vil forventeligt opleve, at fremkommeligheden bliver dårligere. Dette vil især gælde på 2-sporede veje med hastighedsgrænse på 90 km/t, men også på andre 2-sporede veje i åbent land, hvor den generelle hastighedsgrænse er gældende, vil mange trafikanter opleve, at fremkommeligheden bliver dårligere, selvom DUO2 kører med de tilladte 80 km/t. Set i lyset af, at forsøgsvejnettet primært foreslås at omfatte motorvejsstrækninger, har dette forhold mindre betydning.

Ved beregning af frie vejstrækningers kapacitet anvendes personbilækvivalenter til beregning af korrektionsfaktoren for tilstedeværelse af store køretøjer og stigningsforhold. jf. håndbogen"Kapacitet og serviceniveau". Håndbogen skelner i den forbindelse kun mellem lastbiler over og under 12,5 m.

Trafikdimensionering
Ved kapacitetsberegninger i vejkryds anvendes personbilækvivalenter til omregning af bl.a. antal lastbiler til personbilenheder, jf. håndbogen "Kapacitet og serviceniveau". Der findes ikke personbilækvivalenter til MVT og DUO2, men disse vogntog medfører uden tvivl en større beregningsmæssig trafikbelastning, hvorved belastningsgraden i kryds vil stige, og fremkommeligheden falder.

Ramper og flettestrækninger
Længere vogntog som DUO2 vil teoretisk set medføre større risiko ved sammenfletning, idet mulighederne for dynamisk sammenfletning reduceres. Det gælder både ved sporbortfald og ved tilkørselsramper. Ud fra over 10 års forsøgskørsel med MVT og mange særtransporter, der er over 30 meter, er der dog ikke data, der tilsiger at kørsel med DUO2 vil være problematisk og dermed kræve længere flettestrækninger.

Signalanlæg
I signalregulerede kryds skal der beregnes nye sikkerhedstider under hensyntagen til DUO2, og mellemtiderne i signalanlægget skal justeres, hvis der er behov for det.

Svingbaner, som anvendes af DUO2, skal mindst være så lange, at en DUO2 kan holde i svingbanen, uden at være til gene for færdslen i de øvrige vognbaner. Det skal evt. også vurderes om svingbanerne anvendes som decelerationsstrækninger.

Autoværn
Kravet til autoværns styrke afhænger af situationen (planlægningshastighed, lastbilprocent, årsdøgntrafik og alvorlighed) i henhold til håndbogen "Vejautoværn og tilhørende udstyr". Der findes ikke autoværn, som er testet til køretøjer, som vejer mere end 38 ton.

Spørgsmålet om autoværns styrke var et tema i forsøget med MVT. På europæisk plan er der opstillet en klassificering af forskellige autoværn; men der findes ingen fælles standarder for, hvilken klasse et givet autoværn skal have. Det skyldes, at valg af autoværn altid er et kompromis mellem hensynet til sikkerheden for lette køretøjer og for tunge køretøjer. Jo kraftigere et autoværn er, jo bedre vil det kunne holde lastbiler tilbage. Men ulempen er så, at det samtidig giver dårligere sikkerhed for personbiler, da autoværnet så ikke er tilstrækkelig eftergiveligt ved påkørsel. I Tyskland bruges normalt en højere autoværnsklasse end i Danmark, og i Sverige bruges omvendt normalt en lavere klasse end i Danmark. Selv den højeste klasse kan ikke tilbageholde de største af de lastbiler, som er tilladt i dag. Evnen til at tilbageholde lastbiler afhænger bl.a. af køretøjets hastighed, og af den vinkel køretøjet rammer autoværnet med. Den højeste autoværnsklasse kan under visse forhold tilbageholde et 38 ton lastvognstog. De danske autoværn kan tilbageholde et 38 ton lastvognstog, hvis den vinkel det rammer autoværnet med er mindre end 7 – 8 grader. Tilsvarende vil et lastvognstog på 60 ton kunne tilbageholdes, hvis vinklen er under ca. 6 grader.

Autoværn langs motorvejene er testet til en personbil på 900 kg med 100 km/t og en vinkel på 20 graders påkørselsvinkel samt en bus på 13 ton med 70 km/t og 20 grader påkørselsvinkel. Det samme gælder de fleste broautoværn.

Ved broautoværn kan en gennemkørsel af autoværnet være forbundet med særligt alvorlige konsekvenser. De er testet til en personbil på 900 kg med 100 km/t og en vinkel på 20 grader påkørselsvinkel samt en lastbil på 38 ton med 65 km/t og 20 grader påkørselsvinkel.

Evaluering af forsøget med MVT, som også vejer mere end, hvad autoværnet er testet for, har ikke peget på problematiske forhold vedr. autoværn. I denne analyse forudsættes det derfor, at autoværn ikke skal udskiftes på det vejnet, som DUO2 må køre på.

Forsøgsvejnet

Principperne bag udpegningen af et relevant forsøgsvejnet er bestemt ud fra ønsket om at definere et vejnet, som inddrager udvalgte godsknudepunkter samt væsentlige nationale transportstrømme indenfor vejgods. Der er ikke taget særlige hensyn til, at vejnettet skal fremføres til alle landegrænser. Årsagen er, at det ikke er tilladt at køre med DUO2 i vores nærmeste nabolande. Med undtagelse af Sverige, hvor der dog kræves strækningstilladelser, hvorved vejnettet ikke er fuldt tilgængeligt for alle operatører.

Der er klare fordele ved, at et forsøgsnet er landsdækkende i forhold til at kunne nå ud til de største og mest anvendte logistikknudepunkter. Dels er lange nationale transporter mere oplagte for denne type køretøjer og dermed giver det et større potentiale. Og dels vil det kunne dække de forskelligartede godstyper, der er karakteristiske for regionerne. Samtidigt er det på baggrund af den tilgængelige litteratur og faglige vurdering fundet, at forsøgsvejnettet på de længere stræk, som udgangspunkt kun bør omfatte (motor-)veje, der er adskilt af autoværn for modsatrettet trafik. Se også kapitlet om Trafiksikkerhed.

De motorvejsstrækninger, der er med i forsøgsvejnettet, er valgt, fordi der er et passende knudepunkt (start- og slutpunkt for en DUO2-transport) i relativ kort forlængelse af motorvejen. Se afsnittet herunder om udvælgelse af knudepunkter.

Øresund

Det er fravalgt at føre vejnettet frem til og over Øresundsforbindelsen. Det er der to årsager til:

- Ifølge Øresundsbroens vurdering vil der være behov for en nærmere risikovurdering. I og med at DUO2 kan køre med en øget mængde gods, der kan være af brandfarlig karakter, kan der være en lille øget risiko i forhold til brand i tunnelen. Derfor anses det som relevant, at inddrage brandbelastning fra DUO2 sammenlignet med alm. vogntog og MVT i en nærmere analyse.
- På den svenske side af broen er det, ifølge de svenske myndigheder, aktuelt tilladt for to operatører at køre frem til Trafikplats Vintrie – nogle få km fra betalingsanlægget. Der er tale om enkelttilladelser til specifikke vogntog – dvs. ikke en generel tilladelse. Såfremt det skulle være tilladt at køre over forbindelsen fra dansk side, vil der således være behov for ansøgning om kørsel på den svenske side, sådan som den svenske model fungerer pt.

Forslag til vejnet i en forsøgsperiode

Vejnettet, der er vurderet relevant, er:

- E20 fra Esbjerg Havn til Motorvejskryds Ishøj
- E20Ø fra motorvejskryds Fredericia til motorvejskryds Skærup
- E39 fra motorvejskryds Vendsyssel til Hirtshals Havn
- E45 fra tilslutningsanlæg 76, Padborg til Frederikshavn Havn
- E47 fra motorvejskryds Køge Vest til Motorvejskryds Ishøj
- Ring 4-Kbh fra motorvejskryds Ishøj til udfletning ved Holbækmotorvejen
- Rute 15 fra motorvejskryds Herning til motorvejskryds Aarhus Vest
- Rute 18 fra motorvejskryds Vejle til motorvejskryds Herning
- Rute 21 mellem Ring4-Kbh og tilslutningsanlæg 7a, Tåstrup
- Rute 501 fra motorvejskryds Aarhus Syd til Aarhus Havn
- Relevante vejstrækninger (primært kommunale) mellem det overordnede vejnet og knudepunkterne

Vejdirektoratet

Samlet set er der tale om ca. 900 km, fordelt på ca. 865 km motorveje, ca. 15 km øvrige statsveje og ca. 25 km kommunale veje. Til sammenligning var MVT-vejnettet samlet set på ca. 1.050 km, da det åbnede i efteråret 2008.

Det skal undersøges om der på disse strækninger, særligt de to-sporede, vil være behov for trafiksikkerhedsmæssige tiltag, fx nedsat hastighed og overvejelser omkring bløde trafikanter. Der er for de enkelte knudepunkter foretaget indledende screeninger omkring disse overvejelser.

Forslag til vejnet fremgår af figur 7 herunder.

Knudepunkter i forsøgsvejnet

Knudepunkter i denne kontekst skal forstås som omkoblingspladser. Det vil sige fysiske områder, hvor DUO2-vogntog kan skilles inden videre kørsel på det ordinære vejnet, eller samles (sammenkobles) inden videre kørsel på DUO2-vejnettet.

Ved udvælgelse af relevante knudepunkter, er der lagt vægt på vurderinger af risici som fx trafiksikkerhed. Disse omfatter dels Vejdirektoratets vurderinger og dels de internationale erfaringer og overvejelser, som fremgår af det gennemførte internationale litteraturstudie.

Vejdirektoratets kriterier – i ikke prioriteret rækkefølge – for udvælgelse af knudepunkter har været:

- Relevante for de hovedtransportårer som transport- og logistikbranchen benytter sig af
- Der køres til/fra en central lokalitet i knudepunktet – primært til/fra skib/bane for at understøtte multimodalitet
- Knudepunkterne skal være offentligt tilgængelige områder/pladser uden umiddelbare restriktioner (betaling mv.)
- Max 5-10 km fra motorvejen for at minimere kørsel på det 2-sporede vejnet.
- Adgang til knudepunktet skal primært ske via mødefrie veje for at reducere uheldsrisikoen
- Ingen eller meget få cyklister på vejarealet – evt. cyklister skal så vidt muligt være i eget tracé, og med færrest mulige konfliktpunkter
- En trafiksikkerhedsmæssig screening af vejnettet frem til knudepunktet har været afgørende.

Forslag til knudepunkter i en forsøgsperiode

De knudepunkter, der er vurderet relevante, er:

- Høje Taastrup Transportcenter (omkoblingsplads), 2630 Høje Taastrup
- Køge Transportcenter (omkoblingsplads), 4600 Køge
- Odense Omkoblingsplads (Tietgenbyen), 5220 Odense SØ
- Padborg Transportcenter (toldpladsen), 6330 Padborg
- Esbjerg Havn (ro/ro-terminal), 6700 Esbjerg
- Taulov Transportcenter (omkoblingsplads) 7000 Fredericia
- HI-Park (omkoblingsplads), 7400 Herning
- Aarhus Sydhavn (containerterminalen), 8000 Aarhus C
- Hirtshals Havn (færge), 9850 Hirtshals
- Frederikshavn Havn (færge), 9900 Frederikshavn

De nævnte knudepunkter ligger primært på offentlige områder, herunder havne. Men der er også enkelte private arealer.

Vejdirektoratet har indledningsvis udpeget og screenet arealbehovet frem til de konkrete adresser.

Overslag ved ombygninger bygger på disse screeninger, og skal tages med forhold for, at der i detailprojekteringen kan findes forhold, der ikke har kunnet identificeres ved screening og dermed overslag.

Det forudsættes også, at de relevante grundejere vil indgå i en drøftelse af mulighederne for etablering af et knudepunkt på matriklen. Hvis ikke, skal der findes en anden passende placering og strækningen skal vurderes på ny ift. trafiksikkerhed og arealbehov, og dermed omkostninger ved vejombygning.

Vejdirektoratet anbefaler således, at der bør indledes en kontakt til relevante kommuner og grundejere for nærmere dialog om hvorledes de udvalgte eller andre mulige knudepunkter kan indgå i et forsøgsvejnet.

Knudepunkternes placering fremgår af figur 7 herunder.

Rastepladser i forsøgsvejnet

Udover knudepunkter er det også relevant at have mulighed for rast – fx i forhold til nødvendig afholdelse af lovpligtig hviletid mellem chaufførernes køreperioder. Dertil at der er mulighed for at tanke brændstof.

P-båse på rastepladserne forudsættes at skulle have en længde på 34 meter. Det vil sige ca. to meter længere end DUO2, i varianten A-double. Dette skyldes at, der i dag for visse typer af almindelige lastbiler og vogntog er mulighed for øget længde op til én meter ved anvendelse af alternative drivmidler. Og evt. yderligere én meter, hvis lastbilen tillades et aerodynamisk design. Båsene bør derfor dimensioneres således, at DUO2 i varianten A-double kan være op til 34 meter.

Forslag til rastepladser i forsøgsperioden

I udkast til forsøgsvejnettet er der fokuseret på en jævn fordeling af ni rastepladser langs forsøgsvejnettet. Som udgangspunkt er rastepladserne placeret således, at der maksimalt er to timers køretid, under normale omstændigheder, mellem et knudepunkt og en rasteplads.

Alle ni rastepladser er i forvejen godkendt til MVT, som samtlige P-båse for lastbiler på disse rastepladser også er dimensioneret til – båsene er minimum 26 meter lange. Kongsted S har dog parkering i lange båse til flere lastbiler ad gangen. Båsenes længde er dermed ikke begrænset til ca. 26 meter.

De ni udpegede rastepladser er:

- Kongsted S (E20 - Vestmotorvejen), 4100 Ringsted (intet behov for ombygning)
- Kildebjerg N (E20 - Fynske Motorvej), 5492 Vissenbjerg
- Kildebjerg S (E20 - Fynske Motorvej), 5492 Vissenbjerg
- Søby V (Rute 18 - Midtjyske Motorvej), 7400 Herning
- Søby Ø (Rute 18 - Midtjyske Motorvej9, 7400 Herning
- Ejer Bavnehøj V (E45 - Østjyske Motorvej), 8660 Skanderborg
- Ejer Bavnehøj Ø (E45 - Østjyske Motorvej), 8660 Skanderborg
- Himmerland V (E45 - Nordjyske Motorvej), 9541 Suldrup
- Himmerland Ø (E45 - Nordjyske Motorvej), 9541 Suldrup

Rastepladsernes placering fremgår af figur 7 herunder.

Dimensionering af rastepladserne
De ni rastepladser er ikke planlagt for udvidelse, bortset fra Ejer Bavnehøj V, som er med i anlægsprojekterne for udvidelse af E45.

Idet der ikke er behov for ombygning på Kongsted S, har Vejdirektoratet set på to alternative løsningsmuligheder for at gøre plads til DUO2 på de otte øvrige rastepladser.

Alternativ 1
Et antal eksisterende P-båse vinkles anderledes, hvorved båsene kan gøres længere.

Fordelen er, at det vil være en relativ billig løsning, som alene vil kræve mindre justeringer af adskillelsesheller og vejafmærkning.

Ulempen er, at det vil reducere antallet af lastbilpladser totalt set. Svarende til mellem to og fem pladser på hver af de otte rastepladser. De otte udvalgte rastepladser har i forvejen en høj belastningsgrad, hvilket gør denne løsning mindre hensigtsmæssigt.

Konkret er der gennem Vejdirektoratets tællinger i 2019 og 2020 fundet, at belægningsgraden på en hverdag på de otte rastepladser ligger mellem 100 og 270 pct, med et gennemsnit på 158 pct. Det skal dog bemærkes, at tællingerne viser et øjebliksbillede af situationen på tidspunktet for tællingen.

Alternativ 2
Der er søgt efter et egnet område på rastepladsen, hvor der kan findes et nyt areal. Det nye areal udnyttes mest muligt således der er mellem to og seks båse til DUO2 på hver af de otte rastepladser.

Fordele:
- En tilsvarende løsning er valgt i forbindelse med udvidelse af kapaciteten på udvalgte rastepladser[2], hvor man inddrager de eksisterende græsarealer, der fungerer som heller i dag.
- Ingen reduktion af antal P-båse til lastbiler.
- Det forventede antal P-båse til DUO2 bør kunne dække behovet i en given periode. Såfremt forsøget ikke skulle blive forlænget, kan båsene anvendes til almindelige MVT og dermed dække et muligt øget behov for øvrige lastbiler og vogntog.
- De forlængede båse vil evt. i en periode, indtil antallet af DUO2 er øget, også kunne anvendes til MVT. Dvs. man ved hjælp af forskellige typer af skiltning kan skifte mellem forskellig anvendelse af båsene efterhånden som DUO2 vinder større udbredelse. Fx således: 1) alle lastbiler de første 2 år 2) både DUO2 og MVT de første 5 år, eller 3) kun DUO2 efterfølgende. Pladserne kan eventuelt også anvendes til særtransporter, hvis der vurderes et behov for det.

Ulempen er, at løsningen er noget dyrere.

Opsamling
Vejdirektoratet anbefaler, at etablering af rastepladser til DUO2 tager udgangspunkt i alternativ 2. Forsøget vil kunne gøres billigere, hvis der med alternativ 1 ikke etableres flere rastepladser. Alternativ 1 vil dog medføre yderligere udfordringer i forhold til parkeringskapaciteten på rastepladserne. De

[2] Politisk aftale om Infrastrukturplan 2035 den 28. juni 2021: Med aftalen er det besluttet at skabe bedre forhold for erhvervslivets transporter ved at afsætte en ramme på 50 mio. kr. til udvidelse af seks rastepladser langs statsvejnettet med henblik på at etablere flere parkeringspladser for modulvogntog og andre lastbiler.

estimerede anlægsoverslag, der indgår i kapitlet om økonomi og i bilag 2, baseres derfor på alternativ 2.

Kort over forslag til forsøgsvejnet

Ud fra ovenstående afsnit, er der udarbejdet et Danmarkskort, der viser udkast til forsøgsvejnet inkl. knudepunkter og rasteanlæg

Figur 7. Forslag til forsøgsvejnet samt knudepunkter (omkoblingspladser) og rastepladser

Vejdirektoratet

Vejslid

Trafikken udsætter vejene for en belastning, der slider på vejen. Denne belastning angives i en standardiseret måleenhed: *ækvivalent 10 ton akseltryk*. Belastningerne fra hvert enkelt køretøj kan omregnes til antal ækvivalente 10 ton akseltryk, som benævnes Æ10. Æ10 defineres som det antal 10 ton aksler, der giver samme påvirkning (udmattelse og nedbrydning) på en vejbefæstelse, som køretøjets faktisk forekommende akseltryk.

Empiriske analyser viser, at Æ10-belastningen kan beregnes som det aktuelle akseltryk divideret med 10 ton og opløftet til fjerde potens. Et akseltryk på 10 ton vil således resultere i en Æ10-belastning på 1. Er akseltrykket 20 pct. mindre, dvs. 8 ton, falder Æ10 belastningen til 0,41. Såfremt akseltrykket er 20 pct. større (12 ton) stiger Æ10-belastningen til 2,07. Det vil sige, at en 12 ton aksel slider dobbelt så meget som et 10 ton aksel. Udover akseltrykket indvirker andre forhold, som fx akselafstand. Dog ikke i så betydende grad som akseltrykket.

På baggrund af testkørslerne i juni, er Æ10 beregnet for både DUO2, A-double og DUO2, AB-double, samt for tre af de tungeste køretøjer, der er lovlige i Danmark, som det er fundet relevant at sammenligne DUO2 med:

- 7-akslet 56 ton lastbil (tungeste køretøj jf. Dimensionsbekendtgørelsen [Transport og Boligministeriet, 2016])
- 5-akslet 40 ton vogntog, der er et typisk vogntog i international transport i EU.
- MVT, type1 på 60 ton.

Den lovlige totalvægt for DUO2-køretøjerne er ikke fastsat, dog er indstillingen, at totalvægten må være max. 72 ton. I analysen er beregning foretaget for flere muligheder, som det ses af tabel 4 herunder.

Beregning af Æ10 er afhængig af køretøjets konfigurationer som aksellast, akselafstand, dæktryk, dækbredde og montering (single/tvilling) samt affjedringssystem. Disse konfigurationer kan variere indenfor hver køretøjstype. Til beregningerne er anvendt værdier, der anses for typiske for hver køretøjstype. Valgte konfigurationer samt begrundelser er vist i bilag 1.

Selve beregningen er foretaget med programmet ”E-ansøgning”, der ligger på Vejdirektoratets hjemmeside www.Vejdirektoratet.dk og anvendes til ansøgning om særtransporttilladelse. ”E-ansøgning” bygger på rapporten ”Særtransporters Vejslid”.

Vejsliddet i Æ10 for hvert køretøj er vist i tabel 4 herunder.

Køretøj	Beregnet vejslid i Æ10
7-akslet 56 ton lastbil	4,9
5-akslet 40 ton EU-lastbil	4,1
MVT1 (8 aksler) 60 ton	4,3
DUO2 A-double med 11 aksler	
70 ton	3,1
72 ton	3,4
74 ton	3,8
76 ton	4,2
78 ton	4.6
DUO2 AB-double med 10 aksler	

70 ton	3,8
72 ton	4,2
74 ton	4,7
76 ton	5,2
78 ton	5,8

Tabel 4: Beregnet vejslid

Konklusion
Beregningerne viser, at vejsliddet fra DUO2-køretøjerne er forholdsvis fordelagtigt, på grund af de mange aksler. DUO2, A-double med 11 aksler kan veje helt op til 74 ton, og stadig slide mindre end de tre tilladelige lastbiler brugt i sammenligningen. DUO2, AB-double kan maksimalt veje 70 ton uden at slide mere. I disse betragtninger er køretøjerne sammenlignet 1:1. Der er ikke taget hensyn til at DUO2-køretøjerne medtager mere gods, kører derfor færre ture, og at sammenligningen derfor er mere gunstig til DUO2-vogntogenes fordel.

Bygværker

Analyse af belastningen på bygværker er foretaget ved en sammenligning af lastpåvirkningen fra færdselslovens grænsekøretøjer[3], med blandt andet to varianter af DUO2 fordelt på hver fire vægtkonfigurationer på henholdsvis 70, 72, 74, 76 og 78 ton (se tabel 5 herunder). Lastsammenligningen har til formål at vurdere konsekvensen for bygværker, ved at tillade de tungere DUO2-konfigurationer i forhold til de største vogntog, der er tilladt i dag.

Analyse af broer
Der er taget udgangspunkt i det nuværende vejnet for MVT, idet DUO2-forsøgsnettet umiddelbart findes indenfor dette vejnet.

For alle strækninger på MVT-vejnettet er der ikke fundet sikkerhedsmæssigt problemer for bygværkerne ved at tillade de nye konfigurationer på MVT-vejnettet.

Følgende køretøjer/vogntog er analyseret:

Type	Betegnelse	Aksler	Største akseltryk	Totalvægt
Type 1	EU-vogntog 16,50 meter	5	11,0 ton	40 ton
Type 2	MVT, type 1 25,25 meter	8	11,4 ton	60 ton
Type 3	Trækker m. 13,6 meter gylletrailer m. 4-axl	7	9,0 ton	56 ton
Type 4	Trækker m. 13,6 meter trailer m. 3+1 akslet bogie	7	9,0 ton	56 ton
Type 5	Trækker m. 12 meter trailer m. 4 akslet bogie	7	9,0 ton	56 ton
Type 6	DUO2, A-double 32 meter	11	7,6 ton	70-78 ton
Type 7	DUO2, AB-double 34 meter	10	11,2 ton	70-78 ton

Tabel 5. De undersøgte vogntogskonfigurationer

[3] Defineret i DS/EN 1991-2 DK/NA Anneks A

Tunneler

Da de nye køretøjskonfigurationer kan køre med mere gods, der kan være af brandfarlig karakter, kan der være en lille øget risiko i forhold til brand i tunneler.

Derfor vil Vejdirektoratet ved evalueringen af forsøget gennemgå hændelser og erfaringer, for at genvurdere sikkerheden i forhold til tunneler.

Bjærgning

Såfremt DUO2-vogntog skulle få behov for bjærgning, bør samme regler tages i anvendelse som for bjærgning af særtransporter. Reglerne findes i Bekendtgørelse om slæbning af køretøjer: Bekendtgørelse om slæbning af køretøjer (retsinformation.dk)

Trafikstatistik

Hovedformålet med trafikstatistik er at kunne levere aktuelle, relevante og pålidelige vejtrafikdata og statistikker til brug for løsning af såvel vejbestyrelsesopgaver som sektoropgaver.

Med implementering af en ny sammensat køretøjstype som DUO2, vil der være behov for at implementere en registrering af denne nye klasse, så der fremover kan tilvejebringes statistiske data for DUO2 køretøjer. Dette muliggør at følge en udvikling i udbredelsen af denne køretøjstype, samt indgå i den efterfølgende opfølgning omkring indførsel af DUO2.

Tællespoler

Under testkørslerne i juni blev det klarlagt, at det er muligt at detektere DUO2 køretøjstypen som en selvstændig køretøjsklasse, dvs. der kan skelnes mellem de eksisterende MVT og DUO2. Dette betyder dog, at fabrikanterne af tælleudstyr skal have udviklet og tilpasset software. Vejdirektoratets trafikdatabase, MASTRA, skal også have udbygget systemet til at kunne håndtere denne nye ekstra køretøjsklasse. Dette medfører nogle omkostninger – se evt. kapitlet Økonomi fra side 49.

Monitorering, herunder mulig sporing af køretøjer

Ekstra store vogntog som DUO2 stiller særlige krav til infrastrukturen. De store dimensioner kræver fx ombygninger af kryds, rundkørsler og strækninger, samtidigt med at trafiksikkerheden og fremkommeligheden skal opretholdes for andre trafikanter. Derfor må de ekstra store vogntog kun køre på et dedikeret vejnet, hvor de nødvendige ombygninger er lavet under hensyntagen til trafiksikkerhed og fremkommelighed.

Indenfor det seneste års tid har Vejdirektoratet set en del eksempler på MVT, der i kortere eller længere perioder har benyttet ruter, der ligger udenfor det dedikerede og tilladte MVT-vejnet.

For at dokumentere og sikre, at dette ikke sker med de større DUO2, kan det overvejes at anvende en form for monitorering.

Ifølge professor Sten Wandel, Lund Universitet[4], er der flere niveauer og dermed muligheder for monitorering af store køretøjer på vejnettet. Han peger på følgende muligheder:

- Operatørernes selvregulering – fx PBS-standardisering af køretøjer i Sydafrika

[4] 8:th International Workshop on Sustainable Road Freight Transport 9-11 November 2021, Online Conference

- Traditionel monitorering som tællespoler samt vejsidekontroller og WIM (Weighing In Motion)[5]
- Advarselssystemer i lastbilerne, der advarer chaufførerne om at kørsel udenfor det afgrænsede vejnet ikke er tilladt (såkaldt geofencing)
- GPS-positionering uden identifikation for myndigheder – fx systemet ITK (Intelligent Trafik Kontrol) i Sverige
- GPS-positionering med identifikation for myndigheder – fx tachograf-systemet i EU
- Uafhængig certificering "non-compliance" – fx IAP-systemet i Australien
- Reduceret hastighed via GPS og geofencing

Løsningsmuligheder i relation til GPS og GDPR
Vejdirektoratet vurderer, at der foreligger følgende tre muligheder for at kontrollere DUO2-vogntogs færden på det danske statsvejnet, hvis man ønsker at anvende kortlægning med GPS:

Alternativ 1

- Den første mulighed er, at tredjepart udelukkende leverer data til politiet. I dette tilfælde skal der sikres hjemmel til sanktionering i den nye bekendtgørelse for det vejnet mv. hvor kørsel med DUO2-vogntog er tilladt.
- Ved denne løsning får Vejdirektoratet ikke indblik i DUO2-vogntogs færden på statsvejnettet.

Alternativ 2

- Mulighed to er et overbliksbillede af alle DUO2-vogntogs færden på statsvejnettet, hvor man ikke indsamler og behandler registreringsnumre. Dette er ikke kontrol, men kun dataindsamling til statistisk brug.
- Denne løsning giver Vejdirektoratet mulighed for at danne sig et overblik over, hvilke strækninger, der køres mest på. Eller om der vejteknisk skal udfærdiges foranstaltninger med henblik på at hindre DUO2-vogntogs eventuelle færden uden for det tilladte statsvejnet. Derudover vil det være muligt at advisere politiet med henblik på målrettede kontroller på disse strækninger.
- Her vil der ikke være noget til hinder for GPS-sporingen.

Alternativ 3

- Den tredje mulighed er en IAP-løsning (Intelligent Access Program). Vejdirektoratet modtager fra tredjepart udelukkende data om DUO2-vogntog, når de bevæger sig uden for det tilladte statsvejnet. Disse data videregiver Vejdirektoratet herefter til politiet til videre foranstaltning. Vælges denne løsning kræver det lovhjemmel. Her skal det understreges, at det alene er politiet, som kan pålægge en straf.
- Hvis Vejdirektoratet skal videregive disse data til politiet, skal Vejdirektoratet bemyndiges hertil ved bekendtgørelse. Denne løsning kræver herudover, at Vejdirektoratet er opmærksomme på databeskyttelsesloven og databeskyttelsesforordningens regler om behandling af personoplysninger.
- Hvis en selvstændigt virkende tredjepart behandler data om DUO2-køretøjer på vegne af Vejdirektoratet, skal der udarbejdes en databehandleraftale.
- Hvis Vejdirektoratet vælger en tredjepart, der i forvejen behandler GPS-data til eget brug – fx ved tjek af køre- og hviletider – men videregiver de relevante data til Vejdirektoratet, er der tale om to selvstændigt dataansvarlige, hvorfor der skal udarbejdes en videregivelsesaftale.

[5] Der udbredes i Europa som følge af forordning EU/2015/719

IAP-løsningen kan indføres ved at kræve IAP-monitorering af eventuel kørsel udenfor det tilladte vejnet i forbindelse med, at der gives en tilladelse til at køre på DUO-vejnettet.

En IAP-løsning i en dansk kontekst vil dels kræve en lovmæssig hjemmel, fx at der af *bekendtgørelsen for det tilladte vejnet i et DUO2-forsøg* fremgår specifikke krav til operatøren om faste dataleverancer af GPS-data, og dels af en teknisk løsning, der kan sikre datahåndteringen, dette kan ske gennem en tredjepart, en løsning som i dag fungerer i Australien. Det skal i forbindelse med databehandlingen sikres, at databeskyttelsesforordningen vedrørende GDPR overholdes.

Sammenfatning

Det foreslåede DUO2-vejnet, herunder knudepunkter og rastepladser, er udvalgt ud fra en vurdering af, at disse ligger i nær tilknytning til nogle af de største områder indenfor transport og logistik i Danmark. Og at disse har adgang til det overordnede motorvejsnet indenfor ca. 5 km. Der er taget udgangspunkt i det allerede godkendte og primært overordnede MVT-vejnet.

Alle knudepunkterne, rastepladserne, og de korte strækninger udenfor motorvejsnettet er blevet screenet for trafiksikkerhedsmæssige og arealmæssige udfordringer. Herudfra er der foretaget en vurdering og valg af de mest egnede knudepunkter og rastepladser.

I det udpegede udkast til vejnet, ligger alle ni rastepladser på statsvejnettet. For de ti knudepunkter, der er udvalgt, er der seks på kommunalt område, tre på offentlige havne og en enkelt på privat grund.

DUO2-vogntog kræver mere areal til manøvrering ved svingbevægelser end andre lastbiler. Samtidigt skal der tages hensyn til øvrige trafikanter, således trafiksikkerheden og fremkommeligheden ikke påvirkes negativt. På et DUO2-vejnet skal der foretages ændringer af vejarealet i de fleste kryds, og ofte skal lysmaster og tavler flyttes.

Analysen viser, at ved 10 aksler og maksimalt 72 ton totalvægt på DUO2, vil vejsliddet, sammenlignet med et almindeligt MVT, ikke blive øget. Dette vil heller ikke udfordre bygværker (broer) vil på det foreslåede vejnet.

Dertil kommer overvejelser, der omfatter muligheder for sporing, som efter Vejdirektoratets vurdering bør undersøges nærmere. Et sådant tiltag kan evt. medvirke til at sikre, at kørsel kun sker på det tillade vejnet. Sporing i form af GPS-data, og dermed deling af køretøjers færden til andre end dataejeren (typisk en vognmand), kræver en nærmere vurdering af de lovgivningsmæssige forhold, herunder krav, hjemmel og håndhævelse. Overvågning af kørsel udenfor forsøgsvejnettet er ikke nødvendigvis afgørende for at kunne gennemføre et forsøg med DUO2.

Vejdirektoratet

Køretøjer

Grundlæggende forhold

Som tidligere nævnt, så er der ikke en automatisk øget risiko for ulykker hvis der kommer større lastbiler på vejene. Der er dog et par køretøjsrelaterede problemer, som man skal holde øje med. Større lastbilsvogntog skal have kraftigere bremser til at stoppe det tungere vogntog, et stærkere styretøj til at kontrollere den større vægt, og en kraftigere motor til at trække vogntoget, men disse forhold kan løses teknologisk.

Det kan være sværere at skaffe et godt udsyn fra store lastbiler end fra små, og det er sværere at overskue et langt vogntog end et kort, men der er betydelige forskelle i udsyn fra lastbilsmodel til lastbilsmodel uanset størrelse, og forbedring af udsynet fra lastbiler, kan også opnås teknologisk, ved brug af ekstra spejle og kameraer.

Det bliver dermed internationale krav til køretøjer, især krav fastsat i EU, samt de store vogntogs samspil med dansk infrastruktur, som bliver de afgørende faktorer i forbindelse med fastsættelse af de største tilladte vægte og dimensioner, der vil kunne tillades.

Vægt

Følgende forhold skal tages i betragtning ved fastsættelse af største tilladte vægte for lastbiler og vogntog, som kører på danske veje:

- Vejslid og brobelastninger. Dette er behandlet i kapitlet ”Vejnet og knudepunkter” i denne rapport
- Igangsætning og acceleration, og den tid det tager at rydde et kryds.
- Parkering og igangsætning på stigninger, fx tilkørselsramper
- Kørestabilitet, og kontrol med køretøjet
- Sikkerhed mod vælteulykker
- Styrke og egnethed for tilkoblingsanordninger til sammenkobling af vogntoget.

EU-reguleringen vedr. køretøjers største tilladte vægte vedrører ikke særlige køretøjer som alene anvendes nationalt i en forsøgsordning.

Vejslid og brobelastninger

Dette emne er behandlet dybtgående i kapitlet ”Vejnet og knudepunkter” i denne rapport.

Parkering og igangsætning på stigninger, samt acceleration ud af kryds

Parkering og igangsætning på stigninger forudsætter dels, at parkeringsbremsen virker på et tilstrækkeligt antal hjul, at der er tilstrækkelig motoreffekt i det trækkende køretøj, og dels at der stilles krav til vejgrebet for de hjul som skal overføre motorens trækkraft til vejbelægningen. Igangsætning og acceleration ud af kryds, forudsætter ligeledes en tilstrækkelig motoreffekt og vejgreb for de hjul som skal overføre motorens trækkraft til vejbelægningen. Jo hårdere bilens drivende hjul trykker mod vejbelægningen, jo bedre vejgreb har bilen, og jo bedre kan den sætte i gang efter stop i kryds og på stigning m.m.

Vejdirektoratet

Regneeksempler som giver en indikation af den størst mulige acceleration, samt tidsforbruget til at rydde et vejkryds for hhv. nuværende MVT, og DUO2-vogntog findes i bilag 6.

Kørestabilitet og kontrol med køretøjet
Kørestabilitet og kontrol med køretøjet forudsætter i første omgang at der er til strækkeligt tryk på de hjul som styrer køretøjet. Stabilitet under kørsel er i betydelig grad afhængig af hvordan vogntoget er blevet belæsset, og kun i mindre grad afhængig af tekniske krav til køretøjet. Kørestabiliteten kan dog forbedres ved montering af elektroniske systemer (elektronisk stabilitets control - ESC)

Sikkerhed mod vælteulykker
Risikoen for vælteulykker afhænger alene af, hvordan lasten er placeret i køretøjet, og dermed hvor højt køretøjets tyngdepunkt er placeret, især i belæsset tilstand. En større vogntogslængde og større vægte medfører ikke et højere tyngdepunkt og dermed heller ikke en øget risiko for vælteulykker.

Styrke og sikkerhed for tilkoblingsanordninger
Kravene til styrke og sikkerhed for tilkoblingsanordninger er reguleret ved ECE-regulativ R55. En eventuel kommende ny regulering om anvendelse af DUO2-vogntog, kan med fordel stille relevante krav til tilkoblingsanordninger, med henvisning til ECE-regulativ R55.

20 %-reglen for drivende hjul
Af dimensionsbekendtgørelsen fremgår det af § 24, stk. 2 at: ”Ved vogntogets faktiske totalvægt skal mindst 20 pct. hvile på bilens drivende hjul.”
Af bekendtgørelse om forsøg med modulvogntog fremgår det af § 6, stk. 6 at: ”Modulvogntog skal ikke opfylde kravet om, at 20% af et vogntogs vægt skal hvile på de drivende hjul.”
Der er heller ikke fastsat tilsvarende bestemmelser i særtransportbekendtgørelsen som omfatter regler for transport af udeleligt gods, der nødvendiggør overskridelse af en eller flere af bestemmelserne i dimensionsbekendtgørelsen, samt kørsel med mobilkran, store påhængsredskaber og med belæsset, såvel som ubelæsset blokvogn.

1,5 gange reglen for totalvægt
Af dimensionsbekendtgørelsen fremgår det af § 243, stk. 1 at: ” For registreringspligtigt påhængskøretøj, der trækkes af en bil med en tilladt totalvægt på over 3.500 kg, må den faktiske totalvægt, for sættevogn og påhængskøretøj med stiv trækstang, dog det samlede faktiske akseltryk, ikke overstige 1,5 gange den trækkende bils tilladte totalvægt.”

Såfremt reglen skulle finde anvendelse for DUO2-vogntog, vil disse vogntogs tilladte vogntogsvægt i praksis blive begrænset til 65 ton hvilket kun er lidt mere end de 60 ton, som tillades for MVT. Transportbranchen har udtrykt ønske om op til 8+ ton vogntogsvægt for DUO2-vogntog, og store dele af transportbranchen har oplyst at lavere vogntogsvægte vil kunne anvendes, mén kun i begrænset omfang. Det vurderes derfor, at det ikke vil være hensigtsmæssigt at lade 1,5 gange reglen finde anvendelse for DUO2-vogntog, da disse store vogntogs anvendelse dermed begrænses uhensigtsmæssigt.

Der er heller ikke fastsat tilsvarende bestemmelser i særtransportbekendtgørelsen, som omfatter regler for transport af udeleligt gods, der nødvendiggør overskridelse af en eller flere af bestemmelserne i dimensionsbekendtgørelsen, samt kørsel med mobilkran, store påhængsredskaber og med belæsset såvel som ubelæsset blokvogn.

Dimensioner

Følgende forhold skal tages i betragtning ved fastsættelse af største tilladte dimensioner for vogntog som kører på danske veje:

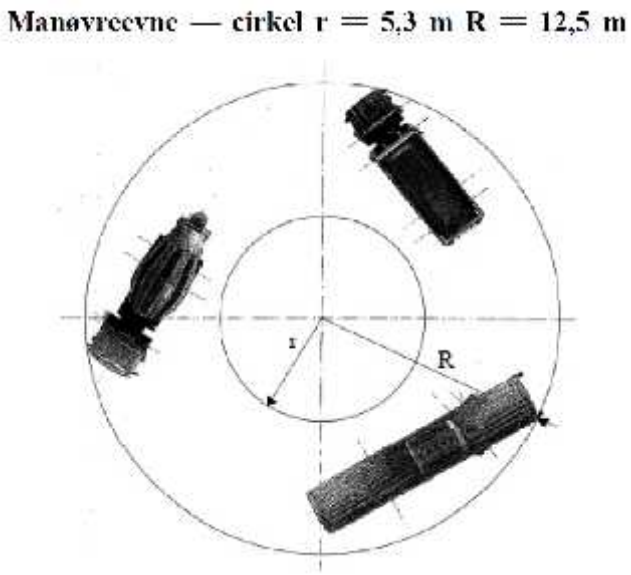
- Fremkommelighed på vejene
- Kørestabilitet og kontrol med køretøjet
- Sikkerhed mod vælteulykker
- Plads i parkerings- og opmarcheringsbåse
- Førerens oversigt over køretøjet – især under svingning.

Fremkommelighed på vejene

Dette emne er behandlet dybtgående steds i kapitlet "Vejnet og knudepunkter" i denne rapport.

Vendecirkel

Længden af vogntog bestående af lastbiler og busser, samt påhængskøretøjer til sådanne er reguleret ved Rådets direktiv 96/53/EF af 25. juli 1996 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. Det følger af direktivet, at ethvert motorkøretøj, eller vogntog skal kunne vende indenfor en vendecirkel, med en ydre radius på 12,50 meter, og en indre radius på 5,30 meter. Kravene til kørsel i vendecirkler sikrer, at store køretøjer kan komme frem på vejene, herunder særligt i mindre rundkørsler, og i bymæssig bebyggelse.



Figur. 8. Vendecirklerne som beskrevet i Rådets direktiv 96/53/EF

Kørestabilitet og kontrol med køretøjet

Kørestabilitet og kontrol med køretøjet forudsætter primært, at der er tilstrækkeligt tryk på de hjul som styrer køretøjet. Stabilitet under kørsel, er i betydelig grad afhængig af hvordan vogntoget er blevet læsset, og kun i mindre grad afhængig af tekniske krav til selve de køretøjer, som indgår i DUO2-vogntoget. Kørestabiliteten kan dog forbedres ved montering af elektroniske systemer (Electronic Stability Control - ESC).

20 %-reglen for styrende hjul
Af dimensionsbekendtgørelsen fremgår det af § 16, stk. 6 at: ”*For motordrevet køretøj med styrende hjul skal mindst 20 pct., for motorcykel og knallert dog 25 pct., af køretøjets faktiske totalvægt hvile på køretøjets styrende hjul. På bil skal de 20 pct. hvile på de styrende forhjul*.”

Der er heller ikke fastsat tilsvarende bestemmelser i særtransportbekendtgørelsen, som omfatter regler for transport af udeleligt gods, der nødvendiggør overskridelse af en eller flere af bestemmelserne i dimensionsbekendtgørelsen, samt kørsel med mobilkran, store påhængsredskaber og med belæsset såvel som ubelæsset blokvogn.

Elektroniske kørestabilitetssystemer
Der stilles krav om ESC (Electronic Stability Control) på lastbil og påhængs-/sættevogne til disse. Dette har været krævet for alle lastbiler, som er registreret 1. gang efter den 11. juli 2015, og for påhængskøretøjer til lastbiler som er registreret 1. gang efter den 1. november 2014.

Dæktryksovervågningssystem
En af årsagerne til ulykker som involverer lastbiler, er sprængte fordæk, som medfører at føreren taber kontrollen med køretøjet. Den hyppigste årsag til dæksprængninger skyldes overophedning af dækkene, som opstår som følge af for lavt dæktryk. Et lavt dæktryk medfører at dækket sammentrykkes ekstraordinært meget ved kontakten med vejbanen, og derved udvikles der høj varme i dækket. Den høje varme kan i værste fald forårsage at eksploderer.
Systemer til dæktryksovervågning og advarsel af føreren (TPMS – Tyre Presure Monitoring System) findes i dag til de fleste nyere lastbiler.

Sikkerhed mod vælteulykker
Risikoen for vælteulykker afhænger alene af, hvordan lasten er placeret i køretøjet og dermed hvor højt køretøjets tyngdepunkt er placeret, især i belæsset tilstand. En større vogntogslængde, og større vægte medfører ikke en højere placering af tyngdepunktet og dermed heller ikke en øget risiko for vælteulykker.

Plads i parkerings- og opmarcheringsbåse
Dette emne er behandlet dybtgående andet steds i denne rapport.

Førerens oversigt over køretøjet – især under svingning
Det ekstra lange vogntog, og det faktum, at der er tale om et vogntog bestående af et trækkende køretøj med tre påhængskøretøjer, medfører at det kan være svært for føreren, at se i lastbilens sidespejle, hvad der foregår ved bagenden af køretøjet.
Førerens manglende evne til at orientere sig omkring den bagerste del af den sidste sættevogn, kan medføre en risiko, især for bløde trafikanter. Denne risiko kan – omend delvist – reduceres ved montering af overvågningskameraer langs siden af vogntoget.

Medbringertruck
En medbringertruck er en lille sammenklappelig gaffeltruck, som kan ”hægtes fast” bag på lastbiler og påhængs-/sættevogne til disse. Se illustration nedenfor.

Figur 9. Medbringertruck monteret bag på et vogntog bestående af lastbil og påhængsvogn

Det følger af dimensionsbekendtgørelsens § 12, stk. 3 at en medbringertruck betragtes som gods, og at der på en lastbil, et vogntog bestående af lastbil og påhængsvogn, eller et vogntog bestående af lastbil og sættevogn, må transporteres én bagmonteret medbringertruck, som skal være monteret efter fabrikanten af medbringertruckens anvisninger.

De store læs, som kan transporteres på DUO2-vogntog, vil i mange tilfælde gøre en medbringertruck relevant. Kørestabilitetsmæssigt, og trafiksikkerhedsmæssigt er transport af en medbringertruck på et i forvejen meget lang vogntog imidlertid ikke hensigtsmæssig.

Alternative drivmidler

Lastbiler som kører på alternative brændstoffer vil ofte være tungere end lastbiler som kører på diesel. Dieselteknologien har på nuværende tidspunkt mere end 100 års udvikling og optimering bag sig, så uagtet at diesel-teknologien giver visse miljømæssige udfordringer, er teknologien er særdeles konkurrencedygtig set fra en plads-, vægt- og prisvurdering. Fremdrivning af lastbiler ved brug af alternative brændstoffer medfører derfor som udgangspunkt et fremdrivningssystem som fylder mere, og som er tungere end fremdrivningssystemer som baseres på dieselmotorer.

Såfremt det af miljøhensyn ønskes at fremme anvendelse af lastbiler der kører på alternative brændstoffer til brug som trækkraft for DUO2-vogntog, skal det derfor være muligt at kompensere sådanne lastbiler vægtmæssigt for mervægten af den alternative fremdrivningsteknologi.

På nuværende tidspunkt tillader både den danske og den fælleseuropæiske regulering om største tilladte vægt for lastbiler, at lastbiler som kører på alternative drivmidler kompenseres med op til 1000 kg, og at lastbiler som anvender på nul-emissionsteknologi kompenseres med op til 2000 kg.

For at fremme anvendelsen af lastbiler som kører på alternative brændstoffer, foreslås derfor tre forskellige tilladte vogntogsvægte, afhængigt af den trækkende lastbils fremdrivningsteknologi, således at tilladt vogntogsvægt for DUO2-vogntog der trækkes af dieselbiler, bliver 2 ton mindre end for

DUO2-vogntog der trækkes af en lastbil med nul-emissionsteknologi, og således også 2 ton mindre end vurderingerne om vedslid, igangsætning og køreegenskaber.

Såvel alternative drivmidler som nulemissionsteknologier, er nye teknologier. Der er derfor endnu ikke et stort udvalg af lastbiler som anvender disse teknologier på markedet, og det må derfor forventes at især nul-emissionskøretøjer foreløbigt ikke er designet til at trække vogntog med en vogntogsvægt over 44 ton, hvorved de hverken kan anvendes i forbindelse med MVT eller DUO2-vogntog.

Tekniske krav

Færdselsstyrelsen vil anbefale at der, i en eventuelt kommende bekendtgørelse, stilles de følgende krav til DUO2 vogntog.

Vogntogsvægt

Det anbefales at:

- Største tilladte vogntogsvægt for DUO2-vogntog som trækkes af en lastbil med dieselmotor eller benzinmotor fastsættes til 70 ton.
- Største tilladte vogntogsvægt for DUO2-vogntog som trækkes af en lastbil der kører på andet brændstof end diesel eller benzin fastsættes til 71 ton.
- Største tilladte vogntogsvægt for DUO2-vogntog som trækkes af en lastbil der kører på nul-emissionsteknologi fastsættes til 72 ton.
- Ved igangsætning skal mindst 20 pct. af vogntogets faktiske totalvægt hvile på bilens drivende hjul.
- En eventuel midlertidig igangsætningshjælp, skal automatisk slås fra senest når hastigheden overstiger 40 km/t.

Bremser, herunder nødbremsesystem

Alle køretøjer i DUO2-vogntog skal være forsynet med EBS (Emergency Braking System).
Alle køretøjer i DUO2-vogntog, som er forsynet med tilkoblingsanordning for et påhængskøretøj, skal være indrettet således, at det elektriske EBS-signal fra lastbilen sendes videre til sættevognen.
Driftsbremsen på en dolly skal kunne give en bremsekraft på mindst 55% af dollyens samlede tilladte akseltryk.

Stabilitetssystem

Lastbil og påhængs-/sættevogne til disse som indgår i DUO2-vogntog, skal være forsynet med ESC (Elektronic Stability Control).

Styrende aksler

Selvsporende aksler på påhængskøretøjer i DUO2-vogntog skal automatisk låse i ligeud stilling, senest når hastigheden overstiger 40 km/t.
Sættevogn efter en dolly må ikke være forsynet med tvangsstyret/tvangsstyrede aksel/aksler.

Motor / effektkrav

Motoren i et trækkende køretøj skal have en motoreffekt på mindst 5 kW/ton af vogntogets største tilladte totalvægt.

Signalapparat, lys og skilte

DUO2-vogntog, skal bagpå det bageste køretøj være forsynet med en ekstra refleksplanke, jf. Detailforskrifter for Køretøjer, pkt. 6.11.001 (længde minimum 565 mm og højde minimum 195 mm), som

advarer om den øgede længde af vogntoget. Refleksplanken skal være forsynet med teksten ”32 m” med mindst 100 mm høje tegn. Den ekstra refleksplanke må kun være synlig ved køretøjets anvendelse i MVT.

Spejle, bagendekamera mv.
Der bør stilles krav om, at sættevogne, der anvendes i DUO2-vogntog, er forsynet med supplerende kameraløsninger, som følger siden af den enkelte sættevogn, og som på en (eller flere) skærm(e) i den trækkende lastbil giver føreren et overblik over trafikken på siden af vogntoget, også under svingning i den ovenfor beskrevne vendecirkel.

Dæk og overvågning / router (CAN-bus)
Der bør stilles krav om, at lastbiler, der anvendes til trækkraft for DUO2-vogntog er forsynet med et system til dæktryksovervågning og advarsel af føreren (TPMS – Tyre Presure Monitoring System)
Det skal undersøges nærmere hvilke godkendelser, og tekniske krav et sådant system skal være omfattet af.

Medbringertruck
Der åbnes ikke for muligheden for at DUO2-vogntog kan medbringe en medbringertruck.

Chaufføruddannelse
Det bør overvejes, hvorvidt det vil være muligt, under de nuværende regler om efteruddannelse af lastbilchauffører, at inddrage undervisning om kørsel med DUO2-vogntog.

Samlet vurdering
Med de ovennævnte krav forventes et DUO2-vogntog at få køregenskaber og oversigtsforhold for chaufføren, som svarer til, eller er bedre end det, som er tilfældet for de MVT, der på nuværende tidspunkt tillades som forsøg.

Vejdirektoratet

Økonomi og tidsplan

Vejombygninger

Ud fra de foreslåede knudepunkter (jf. kapitlet om Vejnet og knudepunkter, herunder figur 7), er det defineret, hvilke vejkryds, rundkørsler, ramper mv., som Vejdirektoratet kunne gå i gang med at projektere ændringer for og iværksætte anlægsarbejder for. Ved kørsel med DUO2 på de strækninger og i de kryds, der ligger på det kommunale vejnet, vil der skulle indledes konkrete drøftelser med kommunerne om ombygning. Det drejer sig bl.a. om mere specifikke valg af rute fra statsvejnettet og frem til knudepunktet, samt endelig placering af knudepunktet.

Der vil skulle foretages detailprojektering af de enkelte ombygninger. Der vil være en række faktorer, der kan få indflydelse på tidsforløbet, som først vil kunne vise sig i forbindelse med detailprojekteringen. Der vil desuden skulle indgås aftaler med en række kommuner om den praktiske udførelse af nødvendige anlægsarbejder. For statens vedkommende, og formentlig også for en række af kommunerne, vil der skulle foretages udbud af opgaverne. Ligeledes vil arbejdet med opgaverne på det kommunale vejnet eventuelt i nogle tilfælde skulle forudsætte gennemførelse af en kommunal planproces.

Med udgangspunkt i en foreløbig orientering af kommuner og øvrige ejere, vil Vejdirektoratet kunne fortsætte med den nærmere tilrettelæggelse af disse drøftelser. Det kan meget vel tænkes, at visse kommuner har opgaver, der lokalt ønskes udført samtidigt med tilpasning til DUO2. Der skal derfor i hvert enkelt tilfælde aftales en maksimal økonomisk ramme inden for hvilken, kommunen skal udføre opgaven med at tilpasse det lokale kommunale vejnet til kørsel med DUO2.

Sidst i dette afsnit gives et første overordnet bud på en tidsplan, herunder for vejombygninger. Tidsplanen vil indeholde detailprojektering, udbud af opgaven og gennemførelse ved den/de vindende entreprenør(er). Såfremt der fra politisk side fremsættes ønsker om trinvis igangsætning af forsøget, vil dette blive vurderet ved detailprojekteringsfasen.

Overslag på alle vejombygninger samt eksempler på skitser fremgår af bilag 2. Det er vigtigt at bemærke, at skitserne er et forslag til, hvordan de enkelte ombygninger kunne se ud. Både ved tilpasning af rastepladserne og i forbindelse med knudepunkterne, der er baseret på mulige placeringer, kan disse blive ændret ved den nærmere projektering. Såfremt skitserne ændres, vil det således få betydning for overslagene.

Data og kommunikation

Relevant dataopsamling er af væsentlig betydning for, at det er muligt at følge udviklingen i, og dermed rapportere fra et forsøg som dette. Der er, som nævnt i kapitlet om Vejnet og knudepunkter, behov for investering i og opdatering af Vejdirektoratets tællestationer.

Derudover er der behov for investeringer i IT-understøttelse til kommunikation mv. om forsøgsvejnettet.

Besluttes det at overvåge kørsel med DUO2 vogntog udenfor forsøgsvejnettet, vil der være behov for midler til monitorering.

Opdatering af trafiktælleudstyr
For fremover at kunne registrere denne nye køretøjsklasse kræves der en udvikling af software i det eksisterende tælleudstyr, samt tilpasninger i Vejdirektoratets trafikdatabase, MASTRA. Derudover vil der være omkostninger forbundet med at skulle rundt til de tællestationer, som står på det vejnet, hvor DUO2 køretøjerne kommer til at køre. Der er ikke særlige omkostninger ved den fremtidige drift.

Omkostningerne anslås som følgende:

Udvikling af software til eksisterende tællestationer	400.000 kr.
Installation af software i tællestationer på DUO2 vejnettet	450.000 kr.
Implementering af ny DUO2 køretøjsklasse i MASTRA	450.000 kr.
Kommende drift	0 kr.
Total	**1.200.000 kr.**

Tabel 6. Omkostninger til opdatering af tælleudstyr

Opdatering af hjemmesider og information
Tilsvarende den eksisterende løsning for MVT, vil der være behov for udvikling og drift af et nyt eksternt rettet lag (visning) på Vejdirektoratets hjemmeside indeholdende information om reglerne for kørsel med DUO2 og et elektronisk dynamisk kort over vejnettet mv. Begge dele skal udvikles. Omkostninger til den efterfølgende drift vurderes at indgå i den almindelige administration.

Monitorering ved hjælp af fx IAP
Under forudsætning af at denne løsning tilvælges, vil der som en mulighed være behov for midler til en driftsaftale med en ekstern leverandør for løbende monitorering og rapportering.

Øvrige omkostninger

Øvrige omkostninger dækker primært drift.
Vejdirektoratet vurderer også, at der skal midler til administration af ordningen, herunder opfølgning, monitorering mv.

Omkostninger til vejvedligehold omfatter udskiftning af asfaltlag på det udvidede vejareal, primært på rastepladser. Vejvedligehold indregnes som standard på rastepladser over en 30-årig periode. For øvrige veje over 15 år.

Samlet omkostningsoverslag ift. vejnettet

Sammenfatning af de ovenstående afsnit fremgår af tabellen herunder. Bemærk at der er tale om grove overslag.

Omkostningstype	Område	Beløb
Investeringer (engangs)		
	Vejnet	34.500.000 kr.
	Tællespoler	1.200.000 kr.
	Udvikling af IT-understøttelse til information og interne systemer i VD	300.000 kr.

I alt		**36.000.000 kr.**

Drift (per år)		
	Administration af ordningen	500.000 kr.
	Monitorering	200.000 kr.
	Vejdrift (fx udskiftning af asfalt)	50.000 kr.
I alt		**750.000 kr.**

Tabel 7. Samlet omkostningsoverslag ift. vejnettet

Udkast til tidsplan i forsøget

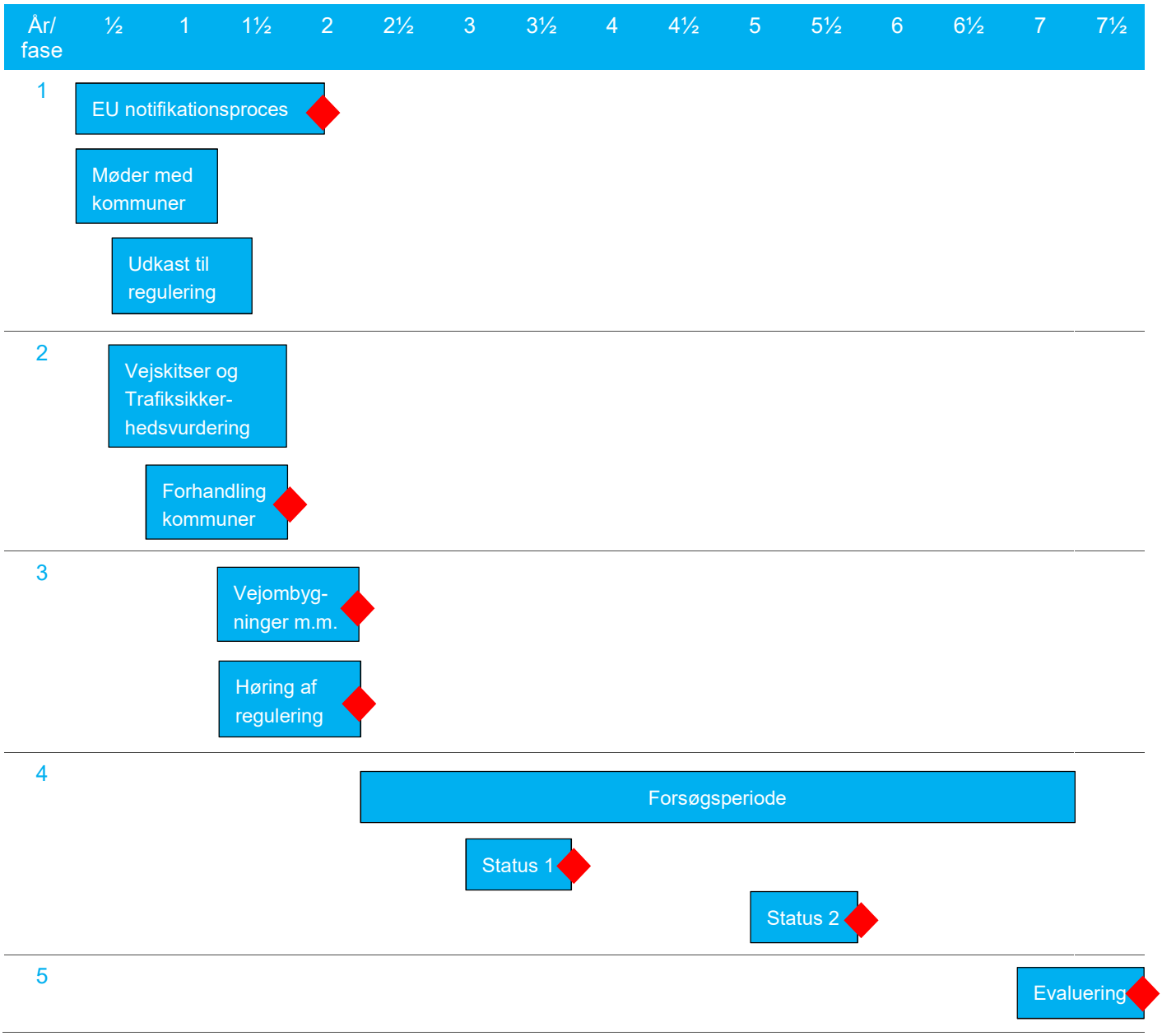
Vejdirektoratets og Færdselsstyrelsens vurdering er, at et praktisk forsøg med DUO2-vogntog bør have en varighed af fem år. Baggrunden er dels forventet afskrivning af investeringer i både vejanlæg og dels investeringer hos de transportører, som vælger at anskaffe sig relevant køretøjsmateriel. Selvom en stor del af køretøjerne, der i dag anvendes til MVT, kan "genbruges" til DUO2, vil der alligevel være behov for investeringer i nyt materiel, som følge af de tekniske krav til DUO2-køretøjerne.

Der er udarbejdet en første tidsplan for, hvor hurtigt et forsøg kan påbegyndes efter en politisk beslutning er truffet, og der er er fundet finansiering af forsøget. Tidsplanen strækker sig over 2 år inden forsøget kan sættes i gang, samt 5½ med forsøg og evaluering. Se figur 10 herunder.

Tidsplanen er udarbejdet ud fra det foreslåede forsøgsvejnet, knudepunkter/omkoblingspladser og de foreslåede vejombygninger. Der knytter sig usikkerhed til en række af punkterne, herunder i forhold til lovgivning mv., og tidsplanen kan således vise sig at være for optimistisk.

Fase (efter beslutning)	Varighed	Overordnede aktiviteter
1	9 måneder	• Notifikation sendes til EU • Møder med kommuner mv. og evt. private grundejere, der indgår i forsøget • Offentlig høring ift. regulering, herunder ændring af færdselsloven, bekendtgørelser for vejnet og krav til køretøjer, der kan indgå i forsøget, samt øvrige relevante regulativer
2	6 måneder	• Detailprojektering af anlæg på statens veje, herunder opdatering af tælleudstyr • Forhandling med og indgåelse af aftaler med kommuner
3	9 måneder	• Færdiggørelse af anlægsarbejder • Vedtagelse af ændring af færdselsloven, udarbejdelse af bekendtgørelser mv.
4	5 år	• Forsøgsperiode
5	6 måneder	• Evaluering af forsøget og vurdering af om det giver anledning til ønske om forsøgsforlængelse, også i relation til MVT-forsøget udløber ultimo 2029.

Tabel 8: Udkast til tidsplan for forsøg - skema



Figur 10. Udkast til tidsplan for forsøg - tidslinje

Vejdirektoratet

Samfundsøkonomisk beregning

Såfremt anvendelse af DUO2 muliggøres på det planlagte begrænsede vejnet vil det have en positiv samfundsøkonomisk effekt. Undersøgelser viser, at tre DUO2 vogntog – i forhold til volumen, men ikke vægt – kan erstatte fire almindelige MVT, og dermed medføre besparelse i det samlede trafikarbejde.

Det er forudsat, at der kun sker overflytning fra MVT til DUO2, ikke fra andre typer køretøjer. Baggrunden for denne forudsætning er, at DUO2 kun bør tillades på en mindre del af det eksisterende MVT-vejnet.

Kilde: https://lastbilmagasinet.dk

Beregning af konsekvenser

På baggrund af en række forudsætninger, der beskrives herunder, forventes en samfundsøkonomisk gevinst på ca. 300 mio. kr. Se i øvrigt tabel 9.

mio. DKK	Samfundsøkonomisk gevinst
Anlægsomkostninger:	**-17**
Anlægsomkostninger	-41
Restværdi	25

Drifts- og vedligeholdelseseffekter:	**33**
Driftsomkostninger, vejinfrastruktur	33
Brugereffekter:	**265**
Tidsgevinster, vej (personbiler, varebiler og lastbiler)	185
Kørselsomkostninger, vej (personbiler, varebiler og lastbiler)	80
Eksterne effekter:	**15**
Uheld	0
Støj	3
Luftforurening	6
Klima (CO2)	6
Øvrige konsekvenser:	**6**
Afgiftskonsekvenser	-17
Arbejdsudbudsforvridning	-3
Arbejdsudbudsgevinst	27
I alt nettonutidsværdi (NNV)	**303**
Intern rente	**106%**
Nettogevinst pr. offentlig omkostningskrone*	**347**

Tabel 9. Samfundsøkonomiske konsekvenser ved tilladelse af DUO2 på et begrænset vejnet.

De samfundsøkonomiske konsekvenser dækker over:

- Anlægsomkostninger: Tilpasning af vejnettet og rastepladser samt nye trafiktællespoler
- Drift og vedligehold: Øgede driftsomkostninger til det udbyggede vejnet og rastepladser. Reduceret vejslid som følge af fald i trafikarbejde og ændret akseltryk
- Brugergevinster: Sparede chaufførlønninger og materiel, lavere kørselsomkostninger pga. færre kørte km.
- Færre emissioner og mindre støj grundet en reduktion i trafikarbejdet
- Færre indtægter fra afgifter fra brændstof og vejafgifter pga. mindre trafikarbejde. Arbejdsudbudsgevinst fordi der er brug for færre chauffører

Ophører ordningen efter forsøgsperioden på 5 år, vil den samfundsøkonomiske gevinst (NNV) være på 61 mio. kr. under antagelse af at tilslutningen til ordningen er uændret. Det er desuden forudsat, at der ikke er nogen restværdi af anlægsinvesteringen efter de 5 år samt at der fortsat er driftsudgifter forbundet med anlægget.

CO_2-udledning

Der er en forventet besparelse i CO_2-udledning på 1.500 ton CO_2 i 2026, efter fuldstændig indfasning. Samlet set i beregningsperioden på 15 år (2023-2037) reduceres CO_2-udledningen med 22.000 ton.

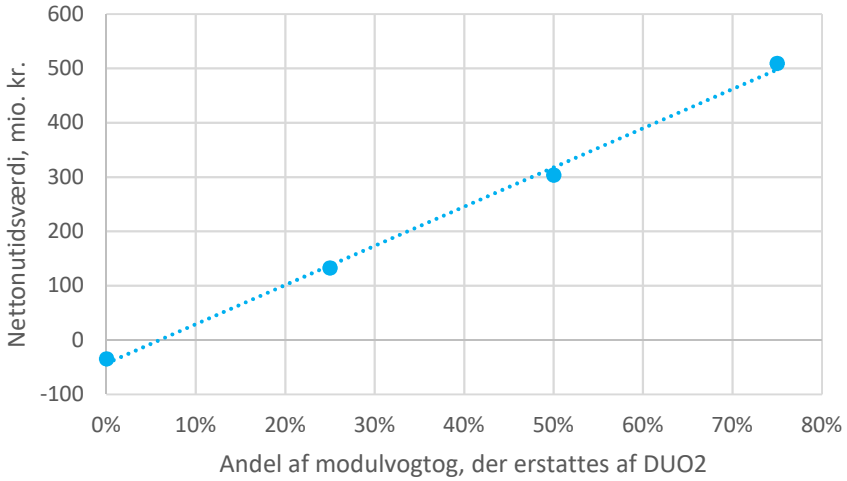
Til beregning af CO_2-udledning er benyttet forudsætningerne fra projektet *DUO2-project Gothenburg-Malmoe in Sweden*, der angiver, at et DUO2 udleder 1,5 kg CO_2 pr. kørt km. og et MVT tilsvarende udleder 1,35. Da reduktionen i trafikarbejde er større end merudledningen pr. køretøj sker der et fald i CO_2-udledningen.

Følsomhedsanalyse

Beregningen er præget af væsentlig usikkerhed. Det skyldes især, at det er svært at bestemme potentialet for udnyttelsen, da MVT-vejnettet adskiller sig markant fra det planlagte vejnet til DUO2. Desuden er der væsentlig usikkerhed om, hvor stor en del af MVT, der vil blive erstattet af DUO2. For at

imødekomme usikkerheden i beregningen er der foretaget en række følsomhedsberegninger (se figur 11).

Her ses det, at selv hvis det kun er en meget lav andel af MVT, der erstattes af DUO2, vil det fortsat være en samfundsøkonomisk gevinst. Der er beregnet en *break even* – dvs. minimumsgrænsen for hvor stor en andel af MVT, der skal erstattes af DUO2 før tiltaget er samfundsøkonomisk rentabelt. Resultatet er, at såfremt minimum 5,9 pct. af MVT, der i forvejen benytter det planlagte DUO2-vejnet, erstattes af DUO2, vil tiltaget være samfundsøkonomisk rentabelt.



Figur 11. Samfundsøkonomiske konsekvenser ved forskellige andele af MVT, der erstattes af DUO2

Beregningsmetode

Beregningerne har en meget overordnet karakter, og er baseret på en række antagelser og forudsætninger.

Trafikarbejde og andelen af MVT, der erstattes

Beregningerne tager udgangspunkt i, at DUO2 tillades fra år 2023, og med indfasning over 15 år svarerende til en lidt mindre procentvis stigning end for MVT, der blev tilladt fra 2008. Den forventede indfasning skønnes umiddelbart at være mindre, fordi der ikke forventes en tilsvarende ordning som for MVT, hvor mange lokale veje og virksomheder er koblet på. DUO2 forventes primært anvendt til kørsel mellem større transportcentre/terminaler, og i noget mindre omfang til lokal-/distributionskørsel.

Der er stor usikkerhed om hvor meget af trafikarbejdet for MVT, der ville kunne benytte det planlagte DUO2-vejnet. En analyse fra 2020 angiver trafikarbejdet for MVT i 2020 til at være 100-138 mio. km. Dette tilbageskrives til 2013 proportionelt med antallet af MVT. Det vurderes, at i 2013 var MVT helt indfaset. Da vejnettet for MVT i 2013 mere udbygget end det planlagte DUO2-vejnet, vurder Vejdirektoratet, at der potentielt er 20 pct. af trafikarbejdet i 2013, der vil kunne overflyttes til DUO2 på det angivne vejnet (jf. kapitlet herom fra side 28).

Dette skal herefter korrigeres for de mere begrænsede muligheder for omkobling, set i forhold til MVT-ordningen. Dvs. omkobling via knudepunkter, hvor der DUO2 adskilles eller samles inden videre kørsel. Se herunder.

Omkobling
De ti tiltænkte knudepunkter for DUO2 vil, i modsætningen til MVT, være færre og mindre. I det første vejnet for MVT fra 2008 var der medtaget 19 knudepunkter. For langt de flestes vedkommende dækkede de 19 over et større vejnet, men i et større afgrænset område, hvor flere private virksomheder kunne have udgangspunkt, fx terminaler og lagre.

Med centrale omkoblingspladser for DUO2 skal transportøren køre med et almindeligt tilladt køretøj/vogntog fra en lokalitet/terminal og frem til pladsen. Dette giver en mindre fleksibilitet, evt. større omkostninger for transportøren, hvilket dermed reducerer potentialet for anvendelse af DUO2. Det er dog den præmis, der er valgt primært af hensyn til trafiksikkerhed og desuden af hensyn til omkostninger for vejombygninger.

Det er vurderet, at forholdet vedrørende omkobling reducerer potentialet yderligere 50 %.

Øvrige antagelser
- Det er forudsat, at de nye lasteenheder indfases i takt med den almindelige udskiftning af enheder. Der er usikkerhed om det har en omkostning at erstatte MVT med DUO2, idet de erstattes i forholdet fire til tre. Der er således ikke regnet med øgede omkostninger til materiel.
- Analysen er begrænset til at se på national trafik
- Det er forudsat at DUO2 har samme kapacitetsudnyttelse og samme andel tomkørsel som MVT
- Det kan ikke afvises, at indførslen af DUO2 vil medføre overflytning af godstransport fra bane til vej, hvilket vil have en negativ påvirkning på CO2-udledningen. Det er dog en effekt, der er vanskelig at vurdere, og der er derfor ikke forudsat nogen overflytning af godstransport mellem bane og vej.
- Det er forudsat, at der kun sker overflytning fra MVT til DUO2, ikke fra andre typer køretøjer.

Antagelser vedrørende TERESA-beregning
- Det er forudsat, at lasteenhederne udskiftes med en indsvingsperiode på fire år. Dette svarer til den indfasning, der er observeret ved indførslen af MVT i Danmark.
- Til beregning af de tidsafhængige omkostninger såsom chaufførlønninger er det forudsat, at lastbilerne har en gennemsnitshastighed på 80 km/t. Der er ikke indregnet en gevinst ved spared tid til af- og pålæsning.
- Der er stor usikkerhed om hvilken effekt tiltaget vil have på trafiksikkerheden. Derfor er den samfundsøkonomiske effekt af dette udeladt fra beregningerne.
- Effekten på støj reduceres som følge af et lavere trafikarbejde når MVT erstattes af DUO2 vha. af enhedspriserne i TERESA. Det skyldes at DUO2 ikke støjer mere end et MVT.
- Der er en stor andel tomkørsel i den nationale trafik. Når trafikarbejdet med læs kan reduceres, vil det antageligt også reducere tomkørslen. Da mængden af tomkørsel dog er usikker, er gevinsterne ved at reducere denne trafik ikke inkluderet.
- Mindsket vejslid medfører en reduceret driftsomkostning ved indførsel af DUO2. Ved sammenligning af et MVT(Æ10 4,3) og et 10-akslet DUO2 med 74 ton last (Æ10 4,7) er besparelsen beregnet ud fra enhedspriserne for lastbiler pr. kørt km. fra TERESA.
- Nye trafiktællespoler medfører ikke en øget driftsomkostning.
- Der er beregnet en generel vækst i godstransport ud fra beregninger med Landstrafikmodellen i 2020 og 2035.

Vejdirektoratet

Referencer

1. Niklas Fröjd, Emil Pettersson och Lena Larsson, februar 2021: ”NVF-rapport: Svenska HCT Typfordonskombinationer utvärderade mot år 2020 gällande regelverk för BK4”
2. Buck Consultants International (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat), december 2020: “*Verkenning impact SuperEcoCombi (SEC) op modal split en luchtkwaliteit*”
3. Transport og Boligministeriet. *Bekendtgørelse om køretøjers største bredde, længde, højde, vægt og akseltryk. BEK nr. 1497 af 01/12/2016*
4. Vejdirektoratet: *Særtransporters Vejslid, Klassificering af køretøjer. Rapport nr. 269, 2002, revideret 2010.*
5. Topsector Logistiek, 2020: *Super EcoCombi, Verkenning van kansen en verwachte effecten*
6. OECD/International Transport Forum, 2019: *High capacity transport: Towards efficient, safe and sustainable road freight.*
7. EU Horizon 2020: *AEROFLEX – Aerodynamic and Flexible Trucks for Next Generation of Long-Distance Road Transport*
8. Henrik von Hofsten, Skogforsk, Sweden: *More than 10 years of trials with HCT vehicle combinations – Some experiences learned*
9. EMS2 Minisymposium 23.01.2020: *HCT and traffic safety research in Sweden*
10. Trafikverket 2019: *Längra lastbilar på det svenska vägnätet – för mer hållbara transporter*
11. Cider, L. / Larsson, L., 2019: “*HCT DUO2-project Gothenburg-Malmoe in Sweden, 2019”*
12. Thomas Asp Closer/Trafikverket, Viktor Åkesson DB Schenker Consulting och Sten Wandel Lunds Universitet , juni 2019: ”*Underlagsrapport Färdplan HCT– Väg*”
13. Universidad Zaragoza, marts 2020: *Analysis of behaviour of modular vehicles in DUO-TRAILER groups during performance* tests
14. ACEA, maj 2020: *High Capacity Transport – Smarter policies for smart transport solutions*
15. Abschlussbericht, BASt, november 2016: *Feldversuch mit Lang-LKW*
16. SWOV, maj 2021: *Risico’s bij de interactie tussen én Super EcoCombi en medeweggebruikers.*

Vejdirektoratet

Bilag

Bilag 1: Køretøjskonfigurationer valgt til beregning af vejslid

Begrundelse for valg af køretøjskonfigurationer

Generelt: Der er valgt konfigurationer, der er typiske for hver køretøjstype. Nogle værdier, fx dæktryk, kan variere fra køretøj til køretøj. I tilfælde, hvor det ikke er vurderet, at nogen af køretøjstyperne typisk kører med fx højere eller lavere dæktryk, er samme dæktryk valgt for alle køretøjstyper.

Dæktryk: 9 bar for alle køretøjstyper og alle dæk. Det er ikke vurderet, at nogen af køretøjstyperne typisk kører med højere/lavere dæktryk end andre, derfor samme værdi på alle dæk, og alle konfigurationer.

Dækbredde: For DUO- og MVT1 køretøjernes vedkommende, er der regnet på dækbredder som køretøjerne kørte med til testen. Generelt antages 315 for et tvillingedæk (dog 265 mm på DUO2 med bogie på AB-double) og 385 for singledæk (undtagelse; første aksel på EU-vogntoget, som typisk kører med 315 singledæk). Bredden af singledæk betyder noget for beregningen, det gør bredden af tvillingedæk ikke.

Dækafstand: Dækafstand er sat til 350 mm mellem 315 mm tvillingedæk, og 300 mm mellem 265 mm tvillingedæk (oplyst af Færdselsstyrelsen). Mellem singledæk sættes dækafstand som sporvidden. Det er knapt så vigtigt at dækafstand er helt præcist opmålt, da parameteren kun bruges i beregningen til at konstatere, om det er en tvilling- eller singleaksel.

Affjedring: Færdselsstyrelsen har oplyst at næsten alle lastbiler (over 80%) kører med luftaffjedring på bagakslerne, mens at op mod 80% af lastbilerne har stålaffjedrede foraksler (parabelfjedre). Derfor er dette valgt på alle køretøjstyperne.

Totalvægt: Gældende regler, samt for DUO2-vogntogetns vedkommende; optioner som projektet har valgt at regne på – jf. baggrund for analysen.

Akselvægt: Færdselsstyrelsen har regnet på, hvordan totalvægten typisk vil fordele sig på køretøjets/vogntogets enkelte aksler.

Akselafstand: Afstandene er målt på DUO-køretøjer til testen. For de øvrige køretøjers vedkommende er de fundet fra standard konfigurationer. Akselafstand betyder noget for vejsliddet. Jo tættere, jo bedre for vejsliddet. Den akselkonfiguration, der giver det største vejslid, er valgt. Standard 7-akslede lastbiler kommer i mange konfigurationer. Det er antaget, at den mest gængse har en standard 13,60 meter trailer, samt at det nok vil være denne der evt. bliver erstattet ved anvendelse af DUO2-vogntog.

De anvendte konfigurationer er vist i tabeller herunder.

Køretøjs konfigurationer anvendt i analysen

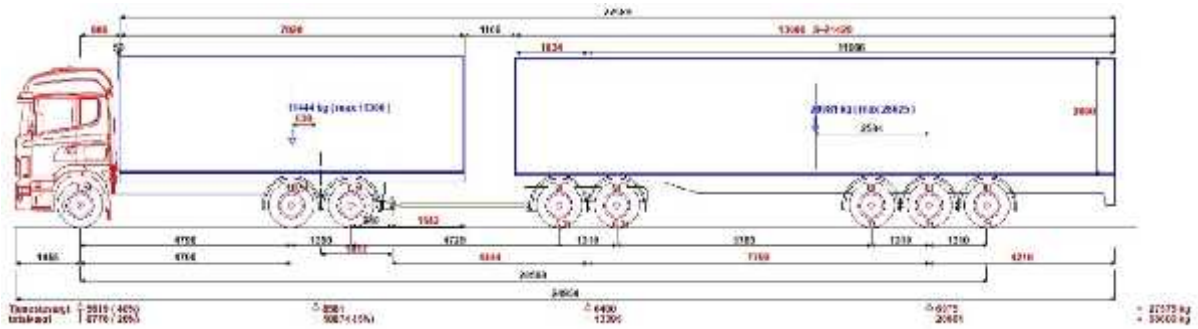
7-akset 56 ton lastbil

Aksel	Aksel-tryk (ton)	Spor-vidde (m)	Dæk per. aksel	Dæk-af-stand (m)	Aksel-afstand (m)	Dæk-bredde (mm)	Dæk-tryk (bar)	Affjedring
1	8,00	2,00	2	2,00	3,00	385	9	Parabelfjedre
2	9,00	2,00	4	0,35	1,35	315	9	Luft
3	9,00	2,00	2	2,00	4,00	385	9	Luft
4	7,50	2,00	2	2,00	1,31	385	9	Luft
5	7,50	2,00	2	2,00	1,31	385	9	Luft
6	7,50	2,00	2	2,00	1,80	385	9	Luft
7	7,50	2,00	2	2,00	0,00	385	9	Luft
SUM	**56**							

5-akset 40 ton EU lastbil

Aksel	Aksel-tryk (ton)	Spor-vidde (m)	Dæk per. aksel	Dæk-afstand (m)	Aksel-afstand (m)	Dæk-bredde (mm)	Dæk-tryk (bar)	Affjedring
1	7,00	2,00	2	2,00	3,40	315	9	Parabelfjedre
2	11,00	2,00	4	0,35	4,00	315	9	Luft
3	7,33	2,00	2	2,00	1,34	385	9	Luft
4	7,33	2,00	2	2,00	1,34	385	9	Luft
5	7,33	2,00	2	2,00	0,00	385	9	Luft
SUM	**40**							

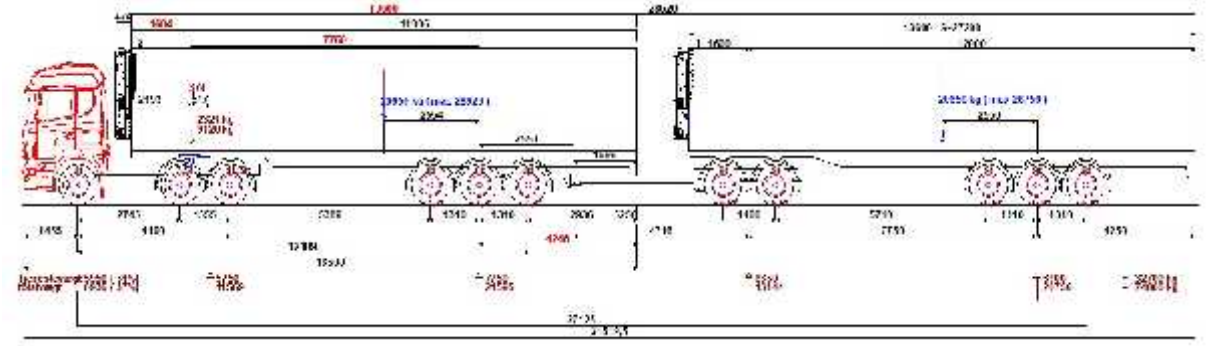
MVT, type 1



Aksel	Akseltryk (ton)	Sporvidde (m)	Dæk per. aksel	Dæk-af-stand (m)	Aksel-af-stand (m)	Dæk-bredde (mm)	Dæk-tryk (bar)	Affjedring
1	6,77	2,10	2	2,10	4,79	385	9	Parabelfjedre
2	11,42	2,05	4	0,35	1,36	315	9	Luft

3	7,45	2,05	2	2,05	4,73	385	9	Luft
4	6,70	2,05	2	2,05	1,31	385	9	Luft
5	6,70	2,05	2	2,05	5,78	385	9	Luft
6	6,99	2,05	2	2,05	1,31	385	9	Luft
7	6,99	2,05	2	2,05	1,31	385	9	Luft
8	6,99	2,05	2	2,05	0,00	385	9	Luft
SUM	**60**							

DUO2 A-double



Tabellen viser konfiguration for totalvægt på 70 ton.

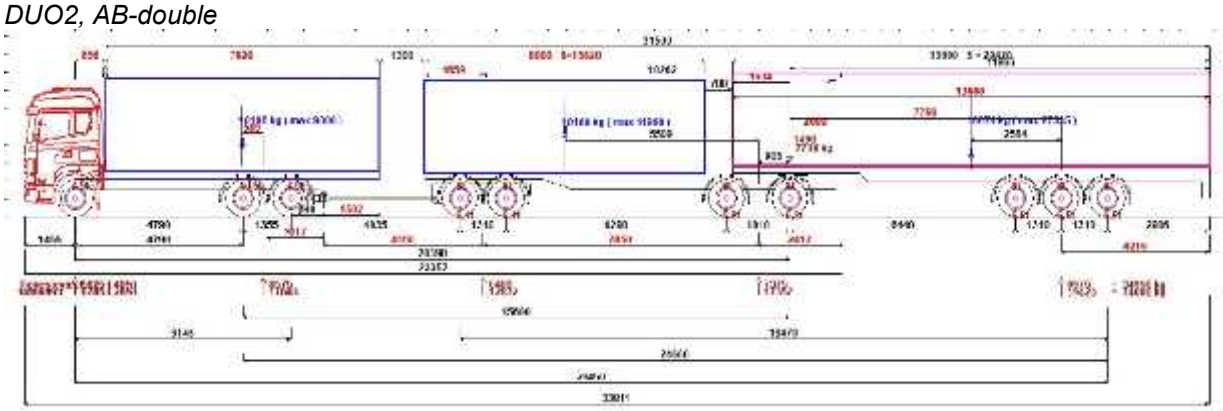
Aksel	Aksel-tryk (ton)	Spor-vidde (m)	Dæk per. aksel	Dæk-afstand (m)	Aksel-afstand (m)	Dæk-bredde (mm)	Dæk-tryk (bar)	Affjedring
1	6,84	2,10	2	2,10	2,74	385	9	Parabelfjedre
2	4,34	2,10	2	2,10	1,36	385	9	Luft
3	6,66	2,10	4	0,35	5,39	315	9	Luft
4	6,75	2,05	2	2,05	1,31	385	9	Luft
5	6,75	2,05	2	2,05	1,31	385	9	Luft
6	6,75	2,05	2	2,05	5,26	385	9	Luft
7	6,24	2,05	2	2,05	1,40	385	9	Luft
8	6,24	2,05	2	2,05	5,74	385	9	Luft
9	6,47	2,05	2	2,05	1,31	385	9	Luft
10	6,47	2,05	2	2,05	1,31	385	9	Luft
11	6,47	2,05	2	2,05	0,00	385	9	Luft
SUM	**70**							

Konfiguration på DUO2 A-double er den samme ved 70, 72, 74, 76 og 78 ton, bortset fra akseltryk. Akseltryk er vist herunder.

Aksel	Akseltryk (ton)	Akseltryk (ton)	Aksel-tryk (ton)	Aksel-tryk (ton)	Aksel-tryk (ton)
1	6,84	6,89	6,94	6,98	7,03
2	4,34	4,46	4,57	4,68	4,79

3	6,66	6,83	7,00	7,17	7,34
4	6,75	6,98	7,20	7,42	7,65
5	6,75	6,98	7,20	7,42	7,65
6	6,75	6,98	7,20	7,42	7,65
7	6,24	6,41	6,57	6,74	6,90
8	6,24	6,41	6,57	6,74	6,90
9	6,47	6,70	6,92	7,14	7,37
10	6,47	6,70	6,92	7,14	7,37
11	6,47	6,70	6,92	7,14	7,37
SUM	**70**	**72**	**74**	**76**	**78**

DUO2, AB-double



Tabellen viser konfiguration for totalvægt på 70 ton.

Aksel	Aksel-tryk (ton)	Spor-vidde (m)	Dæk per. aksel	Dæk-afstand (m)	Aksel-afstand (m)	Dæk-bredde (mm)	Dæk-tryk (bar)	Affjedring
1	6,63	2,10	2	2,10	4,79	385	9	Parabelfjedre
2	10,12	2,10	4	0,35	1,36	315	9	Luft
3	6,60	2,05	2	2,05	4,84	385	9	Luft
4	6,09	2,05	2	2,05	1,31	385	9	Luft
5	6,09	2,05	2	2,05	6,29	385	9	Luft
6	8,17	2,05	4	0,30	1,81	265	9	Luft
7	8,17	2,05	4	0,30	6,44	265	9	Luft
8	6,05	2,05	2	2,05	1,31	385	9	Luft
9	6,05	2,05	2	2,05	1,31	385	9	Luft
10	6,05	2,05	2	2,05	0,00	385	9	Luft
SUM	**70**							

Konfiguration på DUO2, AB-double er den samme ved 70, 72, 74, 76 og 78 ton, bortset fra akseltryk. Akseltryk er vist herunder.

Aksel	Akseltryk (ton)	Akseltryk (ton)	Akseltryk (ton)	Akseltryk (ton)	Akseltryk (ton)
1	6,63	6,69	6,75	6,80	6,86
2	10,12	10,40	10,68	10,96	11,24
3	6,60	6,78	6,96	7,15	7,33
4	6,09	6,25	6,42	6,58	6,75
5	6,09	6,25	6,42	6,58	6,75
6	8,17	8,42	8,68	8,94	9,19
7	8,17	8,42	8,68	8,94	9,19
8	6,05	6,26	6,47	6,69	6,90
9	6,05	6,26	6,47	6,69	6,90
10	6,05	6,26	6,47	6,69	6,90
SUM	**70**	**72**	**74**	**76**	**78**

Bilag 2: Skitser for vejombygninger

Herunder vises overslag på alle vejombygninger samt eksempler på skitser. Det er vigtigt at bemærke, at skitserne er et forslag til, hvordan de enkelte ombygninger kunne se ud. Både ved tilpasning af rastepladserne og ved knudepunkterne, der er baseret på mulige placeringer, kan disse blive ændret ved en anden prioritering eller nærmere projektering. Såfremt skitserne ændres, vil det således få betydning for overslagene.

Hovedstrækninger
Der er ikke behov for ombygning af hovedstrækninger.

Knudepunkter og rastepladser
Overslagene for de enkelte lokaliteter er udarbejdet i vejindeks og efterfølgende reguleret til FL indeks 2022, svarende til 110,60.

Navn	Post nr./ by	Ejer	Overslag	Skitse
Høje Taastrup v. transportcenter	2630 Høje Taastrup	Høje Tåstrup Kommune	1,9 mio. kr.	Nej
Køge v. transportcenter	4600 Køge	Køge Kommune	2,6 mio. kr.	Ja
Odense v. Tietgenbyen	5220 Odense SØ	Odense Kommune	1,4 mio. kr.	Nej
Padborg v. transportcenter	6330 Padborg	Aabenraa Kommune	Ingen ombygninger	Nej
Esbjerg Havn	6700 Esbjerg	Den Kommunale Selvstyrehavn Esbjerg	2,6 mio. kr.	Nej
Taulov v. transportcenter	7000 Fredericia	Privat	1,5 mio. kr.	Nej
HI-Park	7400 Herning	Herning Kommune	3,8 mio. kr.	Nej
Aarhus Sydhavn	8000 Aarhus C	Aarhus Havn	1,0 mio. kr.	Nej
Hirtshals Havn v færge	9850 Hirtshals	Hirtshals Kommune	Ingen ombygninger	Nej
Frederikshavn Havn v. færge	9900 Frederikshavn	Frederikshavn Havn (kommunalt selvstyre)	1,9 mio. kr.	Nej
TOTAL			**16,7 mio. kr.**	

Tabel 9. Overslag for omkostninger ved knudepunkter ud fra det udpegede vejnet

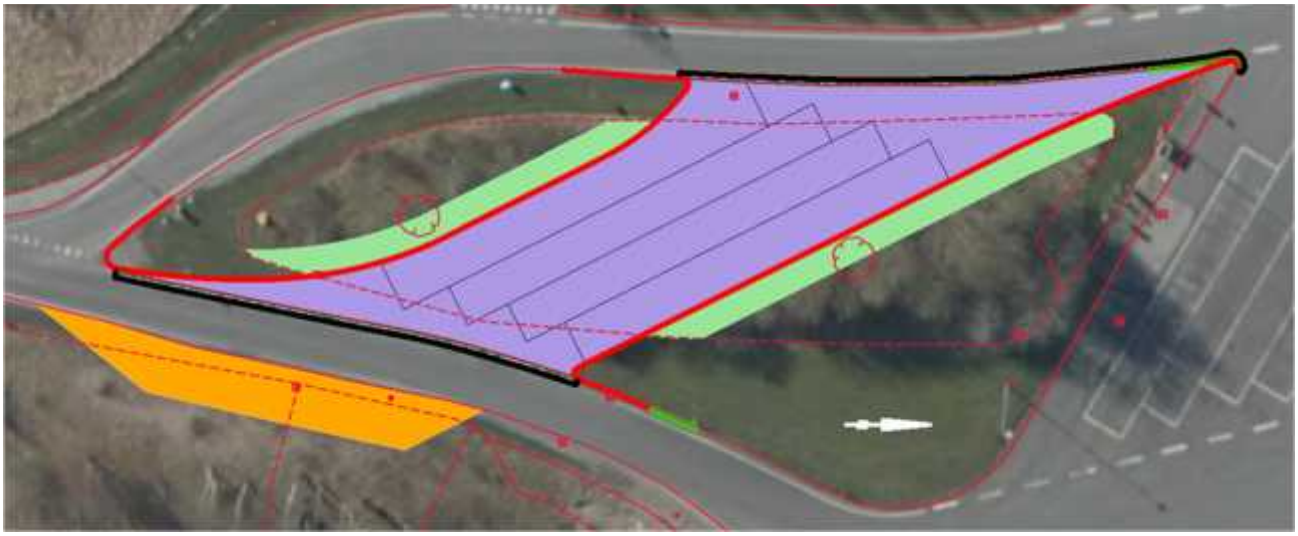
Navn	Post nr./ by	Ejer	Overslag	Skitse
Kongsted S (E20 - Vestmotorvejen),	4100 Ringsted	Statsvej	Ingen ombygninger	Nej
Kildebjerg N (E20 - Fynske Motorvej)	5492 Vissenbjerg	Statsvej	4,3 mio. kr.	Nej
Kildebjerg S (E20 - Fynske Motorvej)	5492 Vissenbjerg	Statsvej	1,3 mio. kr.	Nej
Søby V (Rute 18 - Midtjyske Motorvej	7400 Herning	Statsvej	2,3 mio. kr.	Nej

Søby Ø (Rute 18 - Midtjyske Motorvej	7400 Herning	Statsvej	1,8 mio. kr.	Nej
Ejer Bavnehøj V (E45 - Østjyske Motor-vej)	8660 Skanderborg	Statsvej	2,1 mio. kr.	Ja
Ejer Bavnehøj Ø (E45 - Østjyske Motor-vej)	8660 Skanderborg	Statsvej	2,8 mio. kr.	Nej
Himmerland V (E45 - Nordjyske Motor-vej)	9541 Suldrup	Statsvej	1,6 mio. kr.	Nej
Himmerland Ø (E45 - Nordjyske Motor-vej)	9541 Suldrup	Statsvej	1,6 mio. kr.	Nej
TOTAL			**17,8 mio. kr.**	

Tabel 10. Overslag for omkostninger ved rastepladser ud fra det udpegede vejnet

Skitse for rasteplads Ejer Bavnehøj V

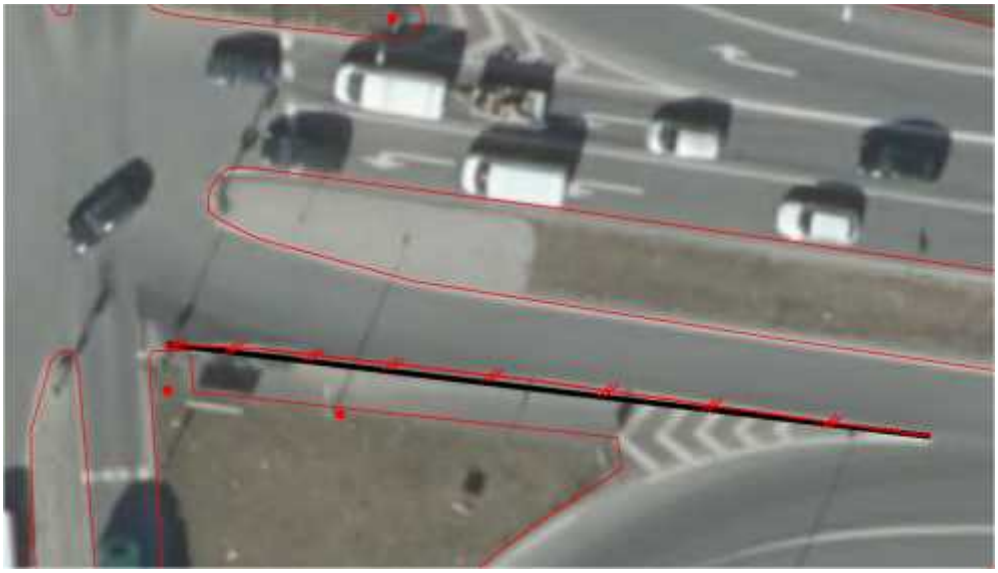
Der anlægges et parkeringsareal, hvor der ud fra dimensionsbehov, herunder kørekurver, er plads til 4 stk. DUO2 i stor beplantet helle på den sydlige del af rastepladsen. I venstre side af tilkørselsrampen etableres et overkørselsareal.



Skitser for Køge v. transportcenter
Der ville være behov for ombygning ved fire lokaliteter.

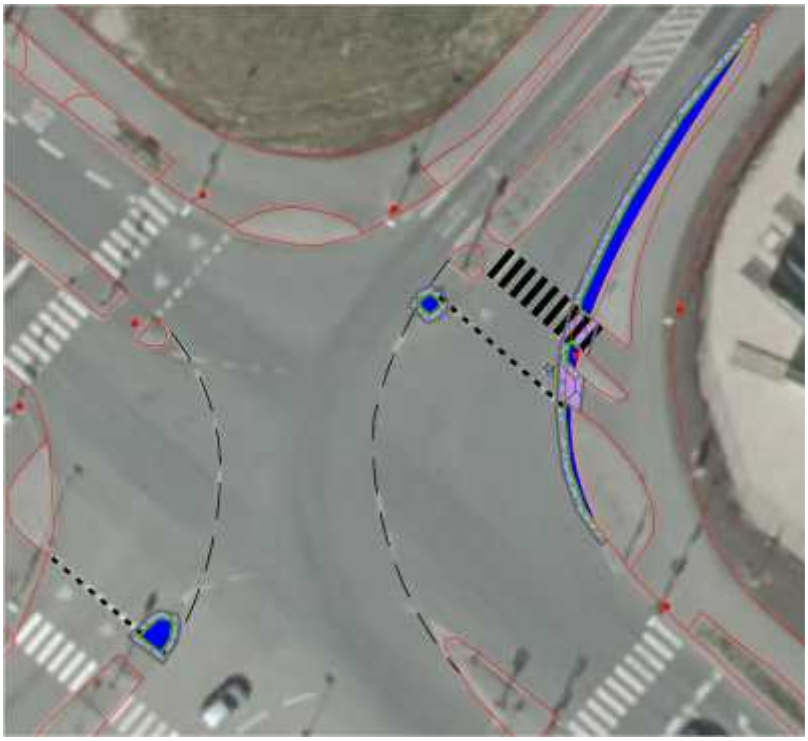
1. TSA 32 Køge, sydligt rampekryds
Kørebanen udvides i nordsiden, og delehelle indsnævres.

2. TSA 32 Køge, nordligt rampekryds
Kørebaneafmærkningen ændres på tilkørselsrampen.



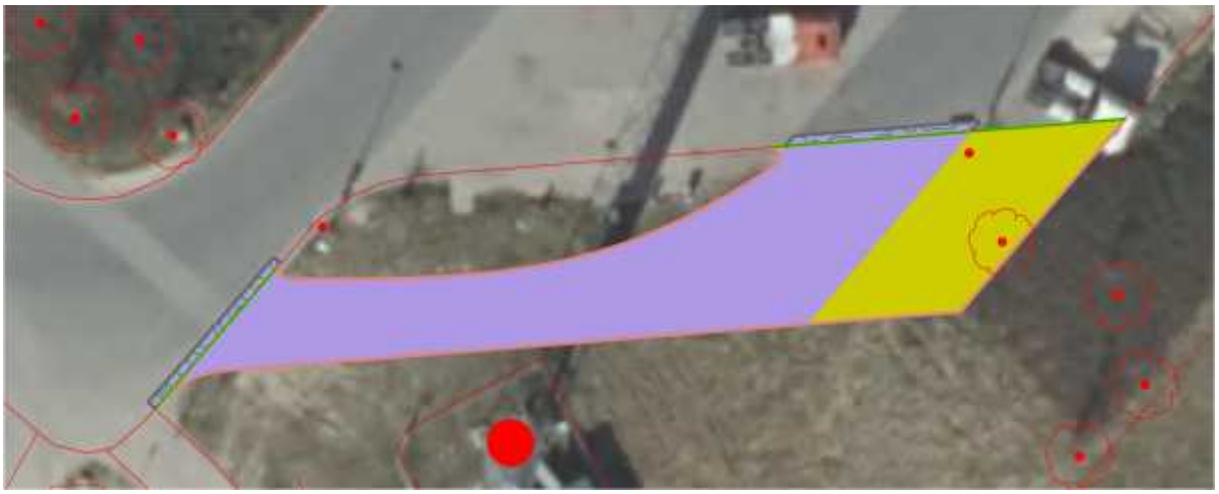
3. Nordhøj/ Centervej/ Lyngvej

Hellespidser fjernes på Lyngvej og Centervej, og kørebanen udvides ved tilslutningskanten i den østlige side af Centervej.



4. Dieselvej v. indkørsel til parkeringsareal

Der etableres en ny adgang til den østlige del af parkeringsarealet.



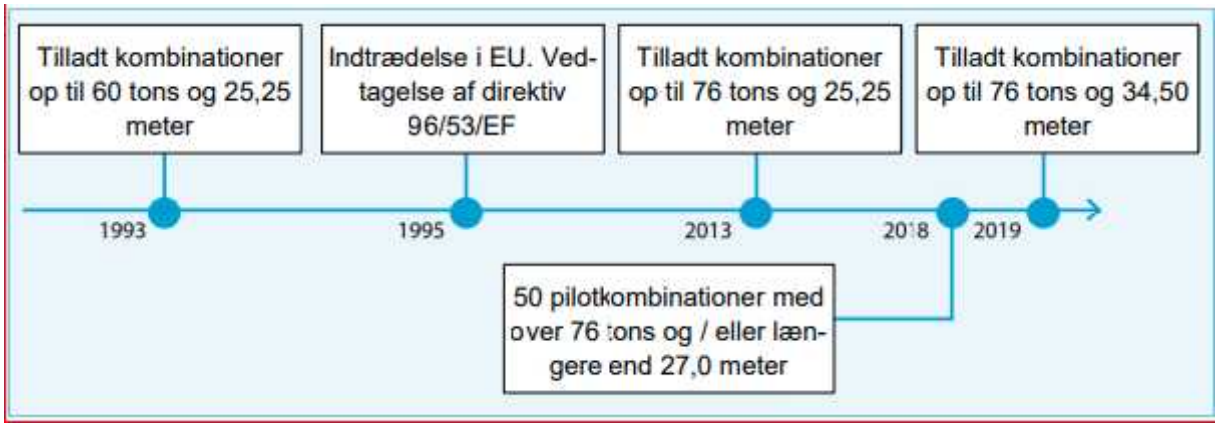
Vejdirektoratet

Bilag 3: Internationale studier

Finland
Finland har en lang tradition for brug af lange køretøjer – især på grund af skovindustrien. I forbindelse med Sveriges og Finlands optagelse i EU, blev der i 1996 vedtaget et EU-direktiv om vægt og dimensioner. Heraf 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. Den såkaldte modulære fremgangsmåde (eller EMS, European Modular System) fremgår af EU-direktivet 96/53, artikel 4, stk. 4, litra b.

I 2013 hævede Finland vægtgrænsen fra 60 t til 76 t uden specielle restriktioner med henvisning til netop direktiv 96/53/EF artikel 4, stk. 4 litra b. Dette blev godkendt af EU, da bestemmelserne om tilladt totalvægt i direktiv 96/53/EF kun angiver vægtgrænsen af et lastet køretøj i international transport. De enkelte medlemslande kan således fastsætte en højere vægtgrænse til national transport.

Efterfølgende fortsatte Finland med flere forsøg med længere vogntog. Det førte til, efter godkendelse i EU, at vogntog på 34,5 meter blev tilladt i 2019 og indarbejdet i den reviderede færdselslov i 2020. Finland er dermed det eneste land[6], der har givet tilladelse til at køre permanent med vogntog med en samlet længde på op til 34,5 ved at bruge typegodkendte køretøjer, der opfylder den modulære fremgangsmåde. De lange vogntog er tilladte på hele vejnettet, medmindre lokal skiltning forbyder kørsel.



Tidslinje i forbindelse med national lovliggørelse af vogntog med andre dimensioner end 96/53/EF i Finland

Andelen af godstransport med vogntog over 60 ton er i Finland i perioden fra 2013 – 2020 steget fra 13 pct. til nu 46 pct af den samlede godstransport. Særlig fire produktgrupper udgør hovedparten af godstransporten:

- Skovprodukter (91 pct. transporteres med vogntog over 60 t)
- Minedrift og mineraler (64 pct. transporteres med vogntog over 60 t)
- Koks og olieprodukter (61 pct. transporteres med vogntog over 60 t)

[6] Kilde: "Government decree amending the decree on the use of vehicles on the road", Ministry of transport and communications in Finland, 2019. Der star: "The draft decree was notified to the Commission under Directive (EU) 2015/1535 of the European Parliament and of the Council. In its observations of 23 November, the Commission stated that the wording of the decree appears to be in compliance with Article 4(4)(b) of Directive 96/53/EC." På baggrund af udgivelsesdatoen af rapporten vurderes årstallet at være 2018 eller 2017.

- Kemiske produkter (51 pct. transporteres med vogntog over 60 t)

Sverige
Sverige kan på mange områder sammenlignes med Finland. Ligesom Finland har Sverige en længere tradition og erfaring med at bruge lange vogntog, der især udspringer fra en betydningsfuld skovindustri. Som Finland har direktivet fra 1996 om vægt og dimensioner gjort det muligt i Sverige at benytte vogntog, der er længere end 18,75 m.

I 1998 hævede Sverige længdebegrænsningen fra 24 meter til 25,25 meter, for at følge kravene i 96/53/EF. Og samtidigt for at leve op til det Europæiske Modulær System (EMS), som muliggør at transportører fra andre lande kan konkurrere på det Svenske marked.

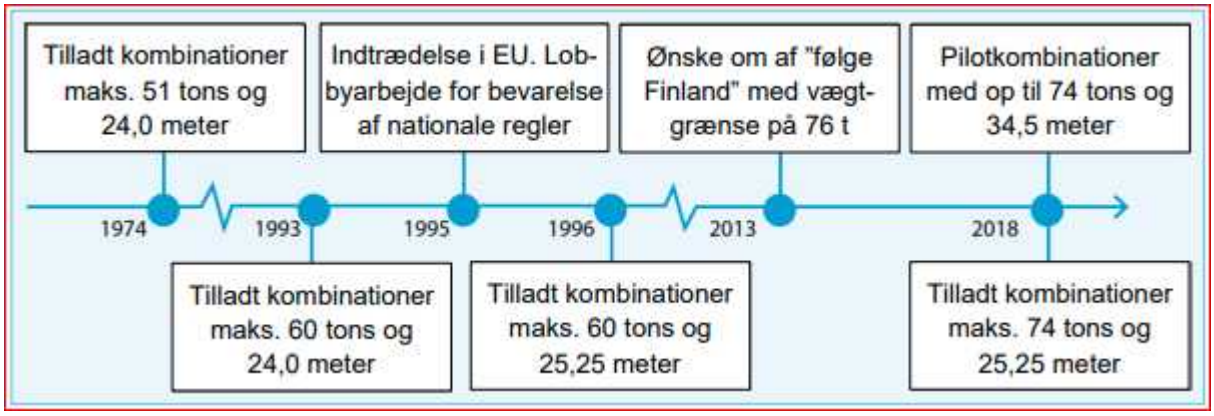
Siden 2007 har Sverige haft forsøgskørsler på udvalgte strækninger med 32 meter lange og 90 ton tunge vogntog til skovindustrien. I den forbindelse er der gennemført en række analyser, test og undersøgelser med sigte på en permanent lovliggørelse i 2020.

Arbejdet med DUO2 er i Sverige dog ikke kommet så langt som oprindeligt planlagt. Således har interesseorganisationer og politiske organisationer i Sverige bedt om supplerede analyser.

Opfattelsen er, at der mangler viden på området. Dette gælder indenfor emnerne trafiksikkerhed, infrastruktur, typekøretøjer og standardisering, monitorering, regulering.

Kilde: https://duo2.nu

Målet er at få disse videnshuller afklaret således der kan tillades permanent brug af køretøjer med en længde på op til 34,5 m i 2030.



Tidslinje i forbindelse med national lovliggørelse af vogntog med andre dimensioner end 96/53/EF i Sverige

I forslag til den svenske trafikforordning kan kommunerne, når ændringerne i trafikforordningen er implementeret, give tilladelse til kørsel med vogntog op til 34,5 meter på de veje, hvor kommunen er vejmyndighed. Det skal ligeledes bemærkes, at meget af tilladelsen til længere vogntog i Sverige er

baseret på, at vogntog bl.a. opfylder de tekniske krav til køretøjer i henhold til forordning 1230/2012/EU.

Det er målet at 80 pct. af godstransporten på vejene i Sverige i 2030 transporteres med lange vogntog. Det betyder at stort set alle trækkere, trailere, link-trailere og dollyer skal være godkendt til at indgå i vogntog op til 34,5 meter og 74 t.

Spanien
I Spanien har det siden 2016 været lovligt at køre med køretøjer med op til 25,25 m og en maksimal samlet vægt på 60 ton. Tilladelsen, som er indarbejdet i den spanske færdselslov, gives i overensstemmelse med EU-direktivet 96/53/EF om anvendelse af den modulære fremgangsmåde. Der er ca. 900 MVT i Spanien.

I 2018 blev der åbnet for test / pilotprojekter, hvor der tillades vogntog med en længde på 31,70 m og en vægtbegrænsning på 70 ton.

Sammensætningen af vogntog skal, i henhold til direktiv 96/53/EF, følge det modulære princip. Køretøjerne skal derfor være typegodkendte køretøjer jf. forordning 1230/2012/EU med enkelte undtagelser, som især relaterer sig til, at landet er mere kuperet end de nordeuropæiske lande. Fx er kravet til trækkræft øget fra 5 kiloWatt (kW) til 6 kW for stigninger med 5 pct. og en længde på mindst 1 km.

Der er pt. to speditionsfirmaer, der har tilladelse til at køre med DUO2 i Spanien.

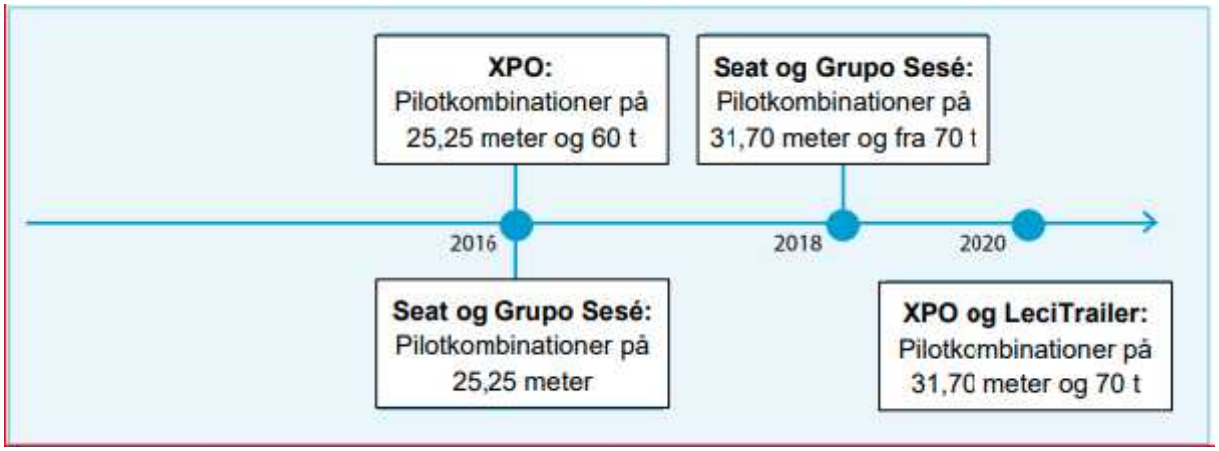
I Spanien er det op til operatøren at udpege en egnet delstrækning, herunder verificering af, at køretøjet har mulighed for at færdes indenfor det eksisterende vejnet.

Siden 2018 er der således kørt med længere vogntog på almindelige veje i Spanien, og test m.v. pågår fortsat.

Kilde: www.packagingbirmingham.com/news/xpo-logistics-introduces-its-first-duo-trailer-in-spain

Det har ikke været muligt at få oplyst en tidsplan for hvornår man evt. vil give en permanent tilladelse og i hvilket omfang. Eksempelvis udvalgte strækninger eller hele det overordnede vejnet i Spanien.

Derudover pågår der en dialog med Portugal om mulighed for grænseoverskridende transport med vogntog på 25,25 m. Portugal tillader i dag vogntog på 25,25 m med en vægtgrænse på 60 ton til primært skovindustrien.



Tidslinje i forbindelse med national lovliggørelse af vogntog med andre dimensioner end 96/53/EF i Spanien

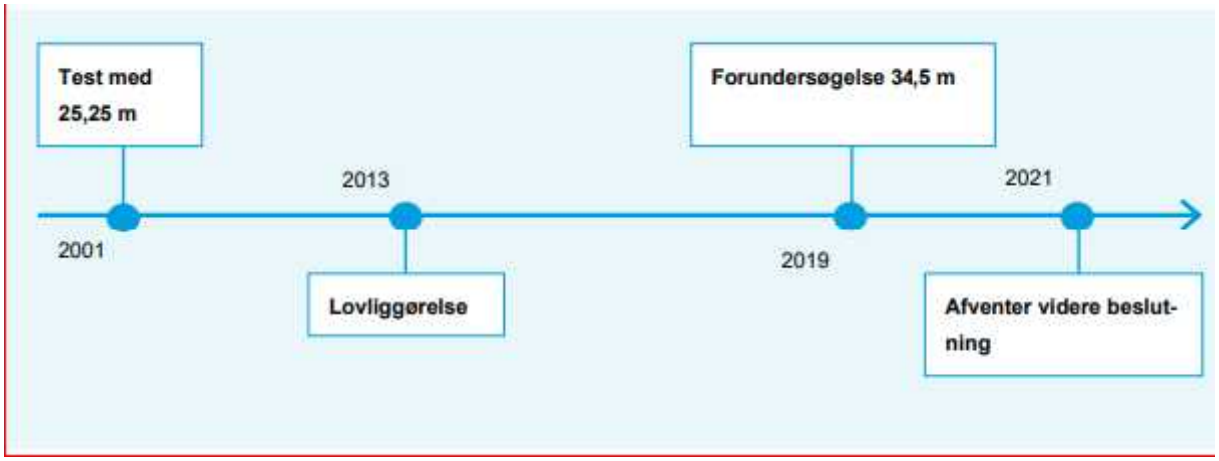
Holland

I 2001 startede Holland med de første pilotprojekter med 25,25 m vogntog med henblik på en permanent tilladelse. Også med henblik på grænseoverskridende godstransport mellem Belgien og Holland. I 2013 blev kørsel med 25,25 m vogntog lovliggjort på det Hollandske vejnet under forudsætning af, at sammensætningen af vogntogene var i henhold til 96/53/EF, og dermed brug af typegodkendte køretøjer. I takt med øget godstransport på vejene, miljøkrav og mangel på chauffører øgedes ønsket om muligheden for at indsætte længere vogntog.

Kørsel med 25,25 m tillades kun på et udvalgt vejnet. Operatører kan i praksis også anmode om at køre på andre delstrækninger, idet RDW (Færdselsstyrelsens hollandske pendant) anmodes om at undersøge muligheden for hvilke evt. tiltag, der skal til. Dette svarer lidt til den danske virksomhedsordning for MVT.

I 2019 besluttede man at gennemføre en række undersøgelser – især risikovurderinger – med henblik på de risici kørsel med længere vogntog indebærer. Undersøgelserne er primært baseret på et litteraturstudie samt teoretisk gennemgang af en planlagt teststrækning ved Rotterdam. Som forudsætning tages udgangspunkt i typegodkendte køretøjer. Risikovurderingen forholder sig derfor primært til konsekvenserne for infrastrukturen og kun sekundært til køretøjskrav.

Den endelige rapport er blevet udgivet i maj 2021. Det er på baggrund af konklusionerne usikkert, om man fortsætter med et pilotprojekt samt i givet fald, hvornår eller om de hollandske myndigheder vurderer behov for mere detaljerede undersøgelser.



Tidslinje i forbindelse med national lovliggørelse af vogntog med andre dimensioner end 96/53/EF i Holland

Tyskland

Som nævnt indledningsvis har man ikke undersøgt DUO2 i Tyskland. Der er dog foretaget mange undersøgelser af almindelige MVT, som er relevante at betragte i relation til DUO2.

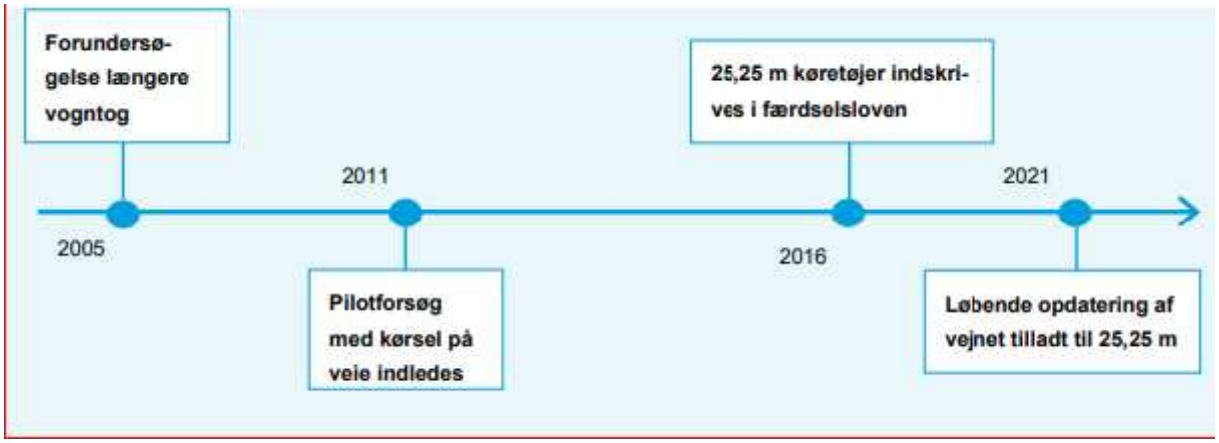
I 2005 blev der nedsat en arbejdsgruppe i det tyske forskningsinstitut, BASt (Bundesanstalt für Strassenwesen), der i første omgang skulle undersøge og forholde sig til en forøgelse af vægtgrænsen til 60 ton. Arbejdet blev afrapporteret i 2006 med den konklusion, at en forøgelse af vægtgrænsen ville få store konsekvenser for især broer, og man derfor skulle fastholde gældende vægtgrænse.

I 2006 konkluderedes det endvidere, at de længere køretøjer – forudsat der er tale om typegodkendte køretøjer – ikke ville have en signifikant negativ indvirkning på trafiksikkerheden og fremkommeligheden på hovedvejnettet. Studiet fra 2006 og dennes konklusioner udløste et nyt studie, der havde til formål at analysere forskellige vogntogskombinationers køregenskaber. Studiet konkluderer, at der var behov for en mere detaljeret markundersøgelse af køregenskaber og indvirkninger på infrastrukturen.

I 2011 anmodede det tyske Transportministerium (BMVBS)[7] BASt om at iværksætte en række pilotprojekter med 25,25 m vogntog og en samlet vægt på 40 ton samt 44 ton. Forsøget blev gennemført over 5 år og resulterede i en tilladelse til at bruge 25,25 m køretøjer jf. færdselsloven. De tilladte vogntogskombinationer opfylder alle kriterierne i direktiv 96/53/EF om modulær fremgangsmåde og er således baseret på typegodkendte køretøjer, som overholder kravene i forordning 1230/2012/EU.

Studiet resulterede i, at eventuelle nye strækninger skal analyseres med henblik på infrastrukturen inden disse frigives. Det tyske transportministerium udgiver derfor med mellemrum et opdateret strækningskatalog, der viser hvor kørsel med 25,25 m vogntog er tilladt. Dette svarer til den danske bekendtgørelse om vejnet, hvor MVT er tilladt.

[7] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

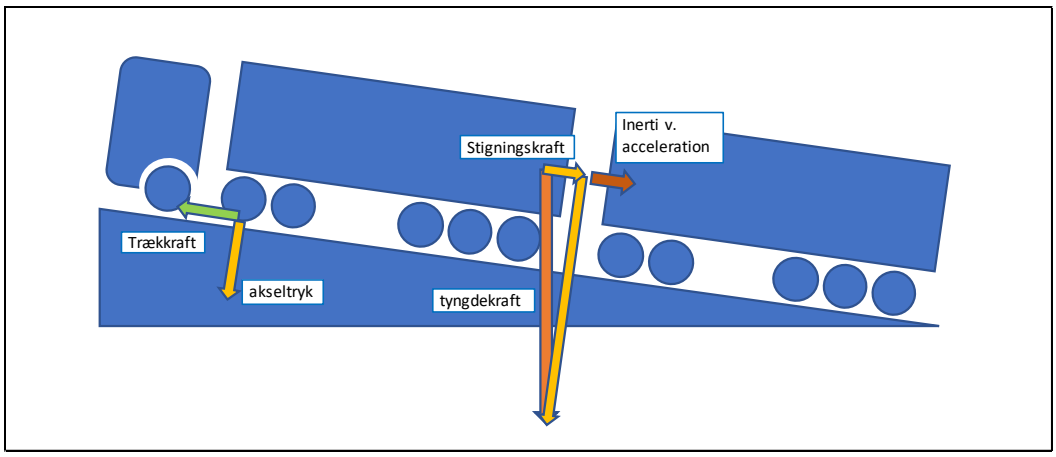


Tidslinje i forbindelse med national lovliggørelse af vogntog med andre dimensioner end 96/53/EF i Tyskland

Vejdirektoratet

Bilag 4: Igangsætning på stigning med DUO-vogntog

68 ton vogntogsvægt) med tre-akslet trækkende køretøj og 20% af vogntogsvægten på drivende hjul



Indsæt værdier i felter med blå tekst.
De primære resultater vises i felter med fed tekst

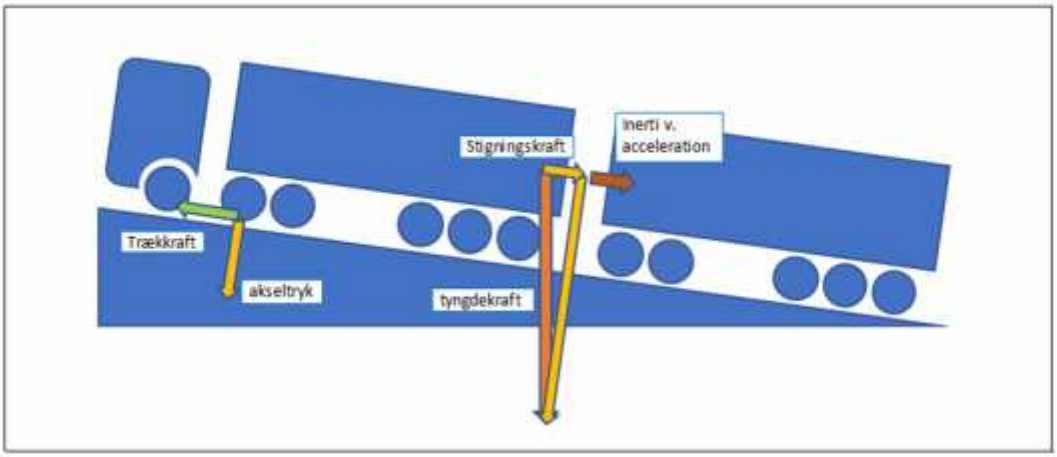
Vogntog			
Totalvægt	**68**	tons	68000 kg
Samlet akseltryk på trækkende aksler	**13,6**	tons	13600 kg
Længde af vogntog	**34**	m	34 m
Max. motoreffekt	500	hK	368000 W
Max. motormoment	2150	Nm	2150 Nm
Virkningsgrad, drivline	0,9		0,90
Udveksling i 1. gear	14	:1	14
Udveksling i bagtøj	3	:1	3
Tid til geaskift	2	sek	2 s
Rulleradius på trækkende hjul	512	mm	0,512 m
Rullemodstandskoefficient	0,7	%	0,007
Middel-hastighed på stigning	9	km/t	2,50 m/s
Omdrejningstal ved 9 km/t	1958	o/min.	

Vej			
Stigning	60	‰	0,06 rad
Friktion mellem hjul og vej	0,60		0,60
Vejbredde	7	m	7 m

Opnåelig acceleration		
På vandret vej	**0,11**	**G**	1,11 m/s^2
På stigning	**0,05**	**G**	0,52 m/s^2

Tidsforbrug til rydning af kryds		
På vandret vej	**10,61**	**sek**	10,61 s
På stigning	**14,57**	**sek**	14,57 s

70 ton vogntogsvægt) med tre-akslet trækkende køretøj og 20% af vogntogsvægten på drivende hjul



Indsæt værdier i felter med blå tekst.
De primære resultater vises i felter med fed tekst

Vogntog		
Totalvægt	**70** tons	70000 kg
Samlet akseltryk på trækkende aksler	**14** tons	14000 kg
Længde af vogntog	**34** m	34 m
Max. motoreffekt	500 hK	368000 W
Max. motormoment	2150 Nm	2150 Nm
Virkningsgrad, drivline	0,9	0,90
Udveksling i 1. gear	14 :1	14
Udveksling i bagtøj	3 :1	3
Tid til geaskift	2 sek	2 s
Rulleradius på trækkende hjul	512 mm	0,512 m
Rullemodstandskoefficient	0,7 %	0,007
Middel-hastighed på stigning	9 km/t	2,50 m/s
Omdrejningstal ved 9 km/t	1958 o/min.	

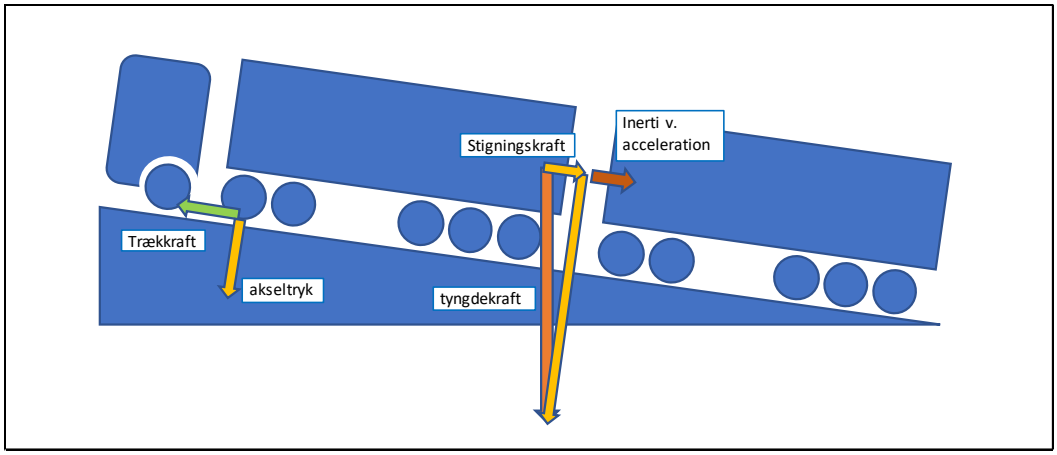
Vej		
Stigning	60 ‰	0,06 rad
Friktion mellem hjul og vej	0,60	0,60
Vejbredde	7 m	7 m

Opnåelig acceleration		
På vandret vej	**0,11 G**	1,11 m/s²
På stigning	**0,05 G**	0,52 m/s²

Tidsforbrug til rydning af kryds		
På vandret vej	**10,61 sek**	10,61 s
På stigning	**14,57 sek**	14,57 s

Vejdirektoratet

70 ton vogntogsvægt) med tre-akslet trækkende køretøj og størst mulige akseltryk (19 ton) på drivende hjul



Indsæt værdier i felter med blå tekst.
De primære resultater vises i felter med fed tekst

Vogntog			
Totalvægt	**70**	tons	70000 kg
Samlet akseltryk på trækkende aksler	**19**	tons	19000 kg
Længde af vogntog	**34**	m	34 m
Max. motoreffekt	500	hK	368000 W
Max. motormoment	2150	Nm	2150 Nm
Virkningsgrad, drivline	0,9		0,90
Udveksling i 1. gear	14	:1	14
Udveksling i bagtøj	3	:1	3
Tid til geaskift	2	sek	2 s
Rulleradius på trækkende hjul	512	mm	0,512 m
Rullemodstandskoefficient	0,7	%	0,007
Middel-hastighed på stigning	9	km/t	2,50 m/s
Omdrejningstal ved 9 km/t	1958	o/min.	

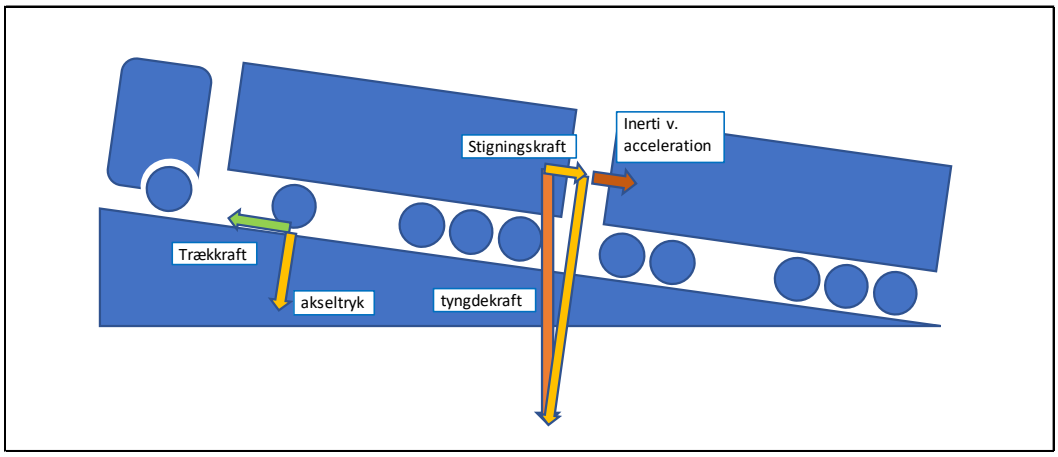
Vej			
Stigning	60	‰	0,06 rad
Friktion mellem hjul og vej	0,60		0,60
Vejbredde	7	m	7 m

Opnåelig acceleration		
På vandret vej	**0,16 G**	1,53 m/s^2
På stigning	**0,10 G**	0,94 m/s^2

Tidsforbrug til rydning af kryds		
På vandret vej	**9,33 sek**	9,33 s
På stigning	**11,35 sek**	11,35 s

Vejdirektoratet

60 ton vogntogsvægt) og to-akslet trækkende køretøj



Indsæt værdier i felter med blå tekst.
De primære resultater vises i felter med fed tekst

Vogntog				
Totalvægt	**60**	tons	60000	kg
Samlet akseltryk på trækkende aksler	**11,5**	tons	11500	kg
Længde af vogntog	**25,25**	m	25,25	m
Max. motoreffekt	500	hK	368000	W
Max. motormoment	2150	Nm	2150	Nm
Virkningsgrad, drivline	0,9		0,90	
Udveksling i 1. gear	14	:1	14	
Udveksling i bagtøj	3	:1	3	
Tid til geaskift	2	sek	2	s
Rulleradius på trækkende hjul	512	mm	0,512	m
Rullemodstandskoefficient	0,7	%	0,007	
Middel-hastighed på stigning	9	km/t	2,50	m/s
Omdrejningstal ved 9 km/t	1958	o/min.		

Vej				
Stigning	60	‰	0,06	rad
Friktion mellem hjul og vej	0,60		0,60	
Vejbredde	7	m	7	m

Opnåelig acceleration			
På vandret vej	**0,11**	**G**	1,06 m/s^2
På stigning	**0,05**	**G**	0,47 m/s^2

Tidsforbrug til rydning af kryds				
På vandret vej	**9,81**	**sek**	9,81	s
På stigning	**13,71**	**sek**	13,71	s