

Optimering af infrastrukturen ved Limfjordstunnelen



Aalborg Universitet
Det Ingeniør-, Natur- og
Sundhedsvidenskabelige Fakultet
Vej- og trafikteknik

Anders Rue Gregersen
Jeppe Mølgaard Larsen
Niels Boesgaard Jensen
10. semester , 2009

Titel: Optimering af infrastrukturen ved Limfjordstunnelen

Projektperiode: den 1. februar til den 11. juni 2009

Synopsis:

Deltagere:

Anders Rue Gregersen

Jeppe Mølgaard Larsen

Niels Boesgaard Jensen

Vejleder:

Svend Tøfting

Oplagstal: 5

Sideantal: 260

Afsluttet den: d. 11. juni

Krydsningerne af trafik over Limfjorden ved Aalborg har i mange år været genstand for debat, om hvor og hvornår en 3. Limfjordsforbindelse skal etableres. Den endelige beslutning omkring denne problemstilling trækker ud, hvorfor der i denne rapport ses nærmere på, hvad der kan gøres for at forbedre trafikafviklingen indtil en ny forbindelse kan stå klar.

For at forbedre trafiksituationen ved Limfjordstunnelen undersøges forskellige ITS-løsninger, som kan være med til at forbedre trafikafviklingen på motorvejen.

Desuden undersøges bilisternes fleksibilitet mht. at køre uden for perioder med meget trængsel ved tunnelen, for på den måde at afhjælpe problemerne med at afvikle trafikken. Dette undersøges via en spørgeskemaundersøgelse, hvor også bilisternes interesse i information omkring trafiksituationen i Limfjordstunnelen undersøges.

Ved hjælp af trafiksimuleringsprogrammet VIS-SIM findes kapaciteten af trafikanlægget ved Limfjordstunnelen både i den nuværende situation og efter udvidelsen til tre spor fra tunnelen og frem til Motorvejskryds Vendsyssel.

Ud fra undersøgelserne af mulige ITS-løsninger, bilisternes adfærd og kapaciteten er det muligt at vurdere, hvornår trafikintensiteten i spidstimen når kapacitetsgrænsen. I sydgående retning nås grænsen mellem år 2013-2024 alt efter fremskrivningsfaktor. I nordgående retning er kapaciteten opbrugt i perioden mellem år 2017-2036.

Når disse kapacitetsgrænser nås, bør en 3. Limfjordsforbindelse være klar til ibrugtagning.

Forord

Dette afgangsprøjsjekt er udarbejdet af Anders Rue Gregersen, Jeppe Mølgaard Larsen og Niels Boesgaard Jensen på Aalborg Universitet, Vej- og Trafikteknijs 10. semester. Prøjsket er udarbejdet i perioden 1. februar til 11. juni 2009.

Formålet med prøjsket er at undersøge, om det er muligt at forlænge levetiden af Limfjordstunnelen ved hjælp af ITS, eller ved at ændre bilisternes adfærdsmønstre.

I forbindelse med udarbejdelsen af prøjsket, ønsker prøjsktgruppen at rette en tak til Henrik Bak fra ÅF-Hansen & Henneberg, Vejdirektoratet, COWI, Aalborg Kommune samt Svend Tøfting fra Region Nordjylland, for bl.a. data, rapporter og afklaring af forskellige forhold omkring Limfjordstunnelen. Desuden vil vi gerne rette en tak til Region Nordjylland, Miljøcenter Aalborg, Vejcenter Nordjylland, Aalborg Portland, Royal Greenland, NB Ventilation og SystemTeknik for at deltage i spørgeskemaundersøgelsen, der indgår som en del af rapporten.

Læsevejledning

Prøjsket er opdelt i en hovedrapport og en bilagsrapport. Hovedrapporten indeholder analyser, resultater og vurderinger. Bilagsrapporten indeholder bl.a. spørgeskema, besvarelserne og forskellige kort over området ved Limfjordstunnelen. Henvisninger mellem hoved- og bilagsrapporten samt mellem de enkelte afsnit fremgår af teksten.

Figurer og tabeller er nummeret efter kapitlet og henvises med figur- og tabelnummer.

Kildehenvisninger er udført således henvisningerne til litteraturlisten vises som [Forfatter, år]. Litteraturlisten findes bagerst i hovedrapporten og er opdelt i tre type: tidsskrifter, bøger og rapporter samt internetsider. Bagerst i rapporten findes Bilags-CD'en, hvorpå beregninger og data brugt i prøjsket findes. Disse er inddelt efter hvilken del af rapporten beregningerne og dataene tilhører.

Anders Rue, Niels Boesgaard & Jeppe Larsen

English summary

This project '*Optimering af infrastrukturen ved Limfjordstunnelen*' ('Optimizing of the infrastructure at the Limfjordstunnel') describes how the traffic situation can be improved on the Motorway E45 at Aalborg, and it describes in the future the capacity of the motorway will run low, if different traffic growths are taken into account.

During many years it has been debated how and when a third link across the Limfjord should be build. All the while the congestion keeps on growing on the motorway at the tunnel, because the only other link, the bridge over the Limfjord at Aalborg, already is suffering from congestion problems. This link is located in the city as a bridge between Aalborg and Nørresundby.

The Survey

Methods to reduce the congestion on the motorway in the rush hours have been studied trough a survey, which was handed out to employees at companies located in the eastern part of Aalborg. This survey was applied to employees, who are settled to the north of the tunnel and are using the tunnel daily from their home to work.

An analysis of the responses from the survey shows that it is possible to move 6% away from the rush hour between 07:15am and 08:15am in the southbound direction on the Motorway E45. This percentage is willing to hasten or delay the beginning of their trip with more than 30 minutes. In the northbound direction in the afternoon between 03:00pm and 04:00pm 10% are willing to make their trip more than 30 minutes earlier or later.

The same analysis shows that 80% of the drivers, who travel trough the tunnel in the rush hour in either the morning or in the afternoon, are interested in a SMS-service, which will inform them about the current traffic situation at the motorway

at Aalborg. Among the interested drivers 46% are willing to pay as much as 2 Dkr per received SMS.

Intelligent Transport Systems

To make further improvements to the traffic flow on Motorway E45 at Aalborg, the project contains a study of Intelligent Transport Systems (ITS). All over the world ITS has shown that they are able to make safe roads, less congested stretches and a better traffic flow. Some ITS are considered to have a positive effect on the congestion or the capacity of E45 and therefore they are studied and described through out this project.

The ITS studied are listed underneath:

- Ramp metering
- Variable message signs
- Variable speed limits
- Speed detection
- SMS-service

Ramp metering along the E45 is considered to have a positive impact on 0-3% on the capacity of the motorway.

Variable message signs and variable speed limits are already implemented on the motorway at Aalborg, but it is considered more efficient if the speed limits are controlled with a speed detection system. At the moment the average speed is much too fast and the signs are not being respected. Another aspect could be to expand the existing system.

Capacity at the tunnel

The capacity on the road network is calculated by the traffic simulation programme VISSIM in both northbound and southbound direction. After the northbound direction is extended to three lanes the capacity reaches 6.400 vehicles per hour, while it reaches 5.800 vehicles per hour in the southbound direction.

Following results are compared, so that it is possible to get an estimate of when the capacity is reached.

Years, where the limits of capacity is reached for both the northbound and southbound direction.

	2% per year	3% per year	4% per year	5,3% per year	6% per year
<i>Southbound (3 lanes)</i>	2019	2015	2013	2011	2011
<i>-6% traffic</i>	+3 years	+2 years	+1 year	+1 year	+1 year
<i>+3% capacity</i>	+2 years	+1 year	+1 year	+1 year	+1 year
Combined	2024	2018	2015	2013	2013
<i>Northbound (3 lanes)</i>	2029	2022	2018	2015	2014
<i>-10% traffic</i>	+6 years	+3 years	+3 years	+2 years	+2 years
<i>+3% capacity</i>	+1 year	+2 years	+1 year	+1 year	+1 year
Combined	2036	2027	2022	2018	2017

Anders Rue, Niels Boesgaard & Jeppe Larsen

Indholdsfortegnelse

DEL I: INDLEDNING

1	LIMFJORDSTUNNELEN OG DET DANSKE MOTORVEJSNET	7
1.1	LIMFJORDSTUNNELEN	7
1.2	DET STORE H	10

DEL II: NUVÆRENDE SITUATION

2	PROJEKTOMRÅDET VED LIMFJORDSTUNNELEN	13
2.1	MOTORVEJ E45	13
2.2	PROBLEMER PÅ MOTORVEJSNETTET	15
3	DEN TRAFIKALE SITUATION VED LIMFJORDSTUNNELEN	19
3.1	LIMFJORDSKRYDSNINGERNE VED AALBORG	19
3.2	TRAFIKKEN I LIMFJORDSTUNNELEN ÅR 2007	22
3.3	DEN TRAFIKALE UDVIKLING FRA ÅR 2007 TIL 2008	28
3.4	VURDERING AF TRAFIKDATAENE FRA TÆLLESTATIONERNE	31
4	TRAFIKKEN I MYLDRETIDEN VED LIMFJORDSTUNNELEN	33
4.1	QUO VADIS-DATA	33
4.2	INDHENTET TRAFIKDATA	33
4.3	FORDELINGEN AF TRAFIK I SPIDSPERIODERNE I LIMFJORDSTUNNELEN	36
5	HASTIGHEDSFORDELINGEN VED LIMFJORDSTUNNELEN	39
5.1	BENYTTET DATA	39
5.2	HASTIGHEDEN I MORGEN- OG EFTERMIDDAGSTIMERNE	39
6	DET NUVÆRENDE UDSTYR	49
6.1	TRAFIKSTYRINGSANLÆG	49
6.2	AUTOMATIC INCIDENT DETECTION	50
6.3	QUO VADIS	51
6.4	VARIABLE TAVLER	52
6.5	HØJE KØRETØJER	55
6.6	REDNINGSVEJ	55
6.7	PROCEDURE VED HÆNDELSE	56
6.8	VURDERING AF SYSTEMET	57
7	HÆNDELSER I LIMFJORDSTUNNELEN	59
7.1	ULYKKER I LIMFJORDSTUNNELEN	59
7.2	SIKKERHED	59
7.3	UHELD MED OG UDEN VARIABLE SKILTE	63
7.4	PLANLAGTE HÆNDELSER I LIMFJORDSTUNNELEN	65

DEL III: PROBLEMSTILLINGER

8	PROBLEMSTILLINGER	69
8.1	PROBLEMFORMULERING.....	69
8.2	AFGRÆNSNINGER.....	70
8.3	METODE	71

DEL IV: LITTERATURSTUDIE

9	ITS	75
9.1	BAGGRUND.....	75
9.2	TEKNOLOGIER	75
10	RAMPEDOSERING	77
10.1	PRINCIPPER BAG RAMPEDOSERING.....	77
10.2	EFFEKTER AF RAMPEDOSERING.....	78
11	TRAFIKINFORMATIONER	83
11.1	INFORMATION VIA RADIOSIGNAL	83
11.2	INFORMATION VIA MOBILTELEFON.....	85
11.3	VARIABLE INFORMATIONSTAVLER.....	86
12	VARIABLE HASTIGHEDSBEGRÆNSNINGER	91
12.1	FORSKELLIGE SYSTEMER.....	91
12.2	VARIABLE HASTIGHEDSBEGRÆNSNINGER PÅ M25 SYD FOR LONDON	91
13	HASTIGHEDSKONTROL	95
13.1	FLERE VARIANTER.....	95
13.2	HASTIGHEDSKONTROL I STORBRITANNIEN	96
14	IMPLEMENTERING VED LIMFJORDSTUNNELEN.....	99
14.1	RAMPEDOSERING.....	99
14.2	TRAFIKINFORMATIONER	101
14.3	VARIABLE HASTIGHEDSBEGRÆNSNINGER.....	103
14.4	HASTIGHEDSKONTROL.....	104
15	OPSUMMERING PÅ LITTERATURSTUDIET	107

DEL V: SPØRGESKEMAUNDERSØGELSE

16	ANALYSE AF RESPONDENTER.....	111
16.1	UDARBEJDELSE AF SPØRGSMÅL	111
16.2	MÅLGRUPPE	111
16.3	DISTRIBUTION	111
16.4	RESPONDENTER OG POPULATION	112
17	ANALYSE AF BESVARELSER	119
17.1	OPLEVELSE AF DEN NUVÆRENDE SITUATION	119
17.2	MULIGHED OG VILLIGHED TIL AT ÆNDRE ADFÆRD	123
17.3	FORMIDLING AF TRAFIKINFORMATIONER TIL BILISTERNE	130
17.4	OPSUMMERING AF BESVARELSERNE	140

18	FLYTNING AF TRAFIK	143
18.1	RESPONDENTERNES FORDELING I NORDJYLLAND	143
18.2	MULIGHED FOR AT ÆNDRE REJSETIDSPUNKT	145
18.3	POTENTIALE FOR AT FLYTTE TRAFIKKEN	146
18.4	TRAFIK FLYTTET MED INFORMATION	148
18.5	USIKKERHEDER	150

19	OPSUMMERING PÅ SPØRGESKEMAUNDERSØGELSE	151
-----------	---	------------

DEL VI: KAPACITETSANALYSE

20	KAPACITETEN VED LIMFJORDSTUNNELEN	155
20.1	IDEALKAPACITETEN	155
20.2	SERVICENIVEAU	156

21	SCENARIER TIL VISSIM	157
21.1	VISSIM	157
21.2	UDVIDELSE OG OMBYGNINGER	157
21.3	TRAFIKFORDELING	160
21.4	KAPACITETEN I VISSIM	160
21.5	KAPACITETEN I NORDGÅENDE RETNING	162
21.6	KAPACITETEN I SYDGÅENDE RETNING	164
21.7	SAMMENFATNING	166

22	ÆNDRING AF TRAFIKFORDELINGEN I SPIDSTIMERNE	167
22.1	FORUDSÆTNINGER FOR ÆNDRINGEN AF TRAFIKFORDELINGEN	167
22.2	ÆNDRING I SYDGÅENDE RETNING	168
22.3	ÆNDRING I NORDGÅENDE RETNING	169

23	UDNYTTET KAPACITET	171
23.1	MULIGE UDVIKLINGER	171
23.2	FREMTIDIGE TRAFIKSITUATIONER I DEN NORDGÅENDE RETNING	171
23.3	FREMTIDIGE TRAFIKSITUATIONER I DEN SYDGÅENDE RETNING	173
23.4	SAMMENFATNING AF KAPACITETS-UDNYTTTELSEN	175

DEL VII: PERSPEKTIVERING OG KONKLUSION

24	PERSPEKTIVERING	179
25	KONKLUSION	183

DEL VIII: LITTERATURLISTE

26	LITTERATURLISTE	189
-----------	------------------------------	------------

DEL IX: BILAGSRAPPORT

BILAG A: PLACERING AF QUO VADIS-SPOLERNE	199
BILAG B: OVERSIGTSKORT OVER VARIABLE TAVLER	201

BILAG C: INTERVIEW AF TAXACHAUFFØRER.....	203
INTERVIEW AF TAXACHAUFFØRER	203
BILAG D: SPØRGESKEMAUNDERSØGELSE.....	205
GUIDELINES	205
SVARKATEGORIER.....	207
OPSTILLING AF SPØRGSMÅL.....	207
BILAG E: SPØRGESKEMAET	209
BILAG F: PLANCHE	217
BILAG G: BESVARELSERNE	219
BILAG H: UDVIKLINGEN VED LIMFJORDSTUNNELEN	251

DEL

I

Forbindelsen igennem Limfjordstunnelen indgår i det landsdækkende motorvejsnet, og spiller derfor en vigtig rolle for trafikken til og fra Vendsyssel. Der er efterhånden opstået problemer med at afvikle trafikken i morgen- og eftermiddagstimerne, mens en tredje forbindelse over fjorden stadig diskuteres.

Projektlokaliteten beskrives nærmere og de nuværende problematikker i forbindelse med trafikafviklingen opstilles.

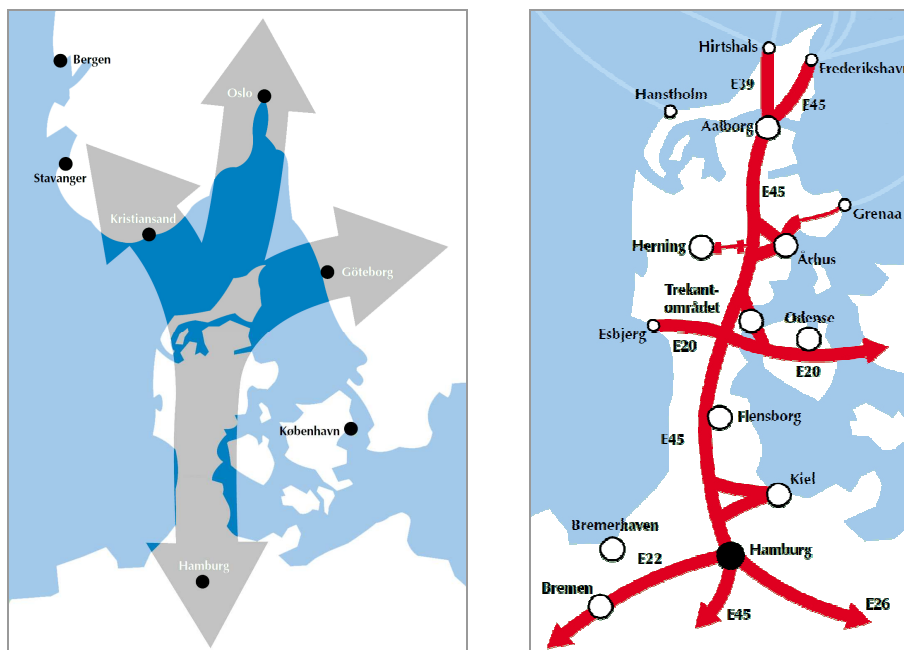
Indledning

¹ Limfjordstunnelen og det danske motorvejsnet

Limfjordstunnelen fungerer som Vendsyssels kobling til det resterende Jylland og er en del af det danske motorvejsnet – det såkaldte *Store H*. I det følgende kapitel vil historien bag Limfjordstunnelen og det danske motorvejsnet blive beskrevet.

1.1 Limfjordstunnelen

Limfjordstunnelen er en del af Motorvej E45, der er den vestlige motorvejsforbindelse i Danmark, som går fra Frederikshavn til Padborg og videre ned igennem Europa som en del af det transeuropæiske motorvejsnet. Derfor fungerer Limfjordstunnelen ikke kun som et regionalt forbindelsesled, men er også en del af en international korridor for den nordiske godstransport. Denne korridor omtales som Nordic Link, jf. figur 1.1, der ikke blot omhandler vejnettet, men også banenettet og færgeruter samt økonomiske og politiske planlægning for at optimere transportkorridoren.



Figur 1.1: Korridoren og vejnettet i Nordic Link [nordiclink.org, 2000].

Tunnelens betydning strækker sig derfor fra det helt lokale, hvor den i år 2000 håndterede op mod 40% af den interne trafik i Aalborg Kommune [aalborgkommune.dk, 2000], til et internationalt plan for godstransporten.

I forbindelse med vedtagelsen af en forbindelse over Femern Bælt vil transportkorridoren gennem Jylland opleve en øget konkurrence. Derfor bør de trafikale knudepunkter som Vejlefjordbroen og Limfjordstunnelen også af den grund sikres en pålidelig trafikafvikling i fremtiden.

Limfjordstunnelen i et historisk perspektiv

Nogle år efter at den nye Limfjordsbro mellem Aalborg og Nørresundby bliver indviet i 1933, erkender en række embedsingeniører i Aalborg-området, at vejnetets kapacitet omkring forbindelse på sigt vil blive opbrugt, hvorfor alternative ruter over fjorden skulle etableres. Disse ingeniører danner en komité i 1950 og arbejder de følgende otte år uden offentlighedens kendskab på fem skitseforslag til en nye Limfjordsforbindelse. De arbejder med sagen efter arbejdstid uden midler til hverken jordbunds- eller trafikanalyser, og processen tog som nævnt otte år og blev fremlagt offentligheden i november 1958.

To af forslagene omhandlede en tunnel – hhv. en midtby-tunnel og en øst-tunnel – men også lav- og højbroer var inde i billedet. Allerede i 1959 nedsættes et arbejdsudvalg, der i samarbejde med en ingeniørvirksomhed skal arbejde videre med forslagene omhandlende en østlig tunnel og østlig højbro. Samtidig blev der foretaget de nødvendige jordbunds- og trafikanalyser, der ikke havde været en del af komitéens skitseforslag.

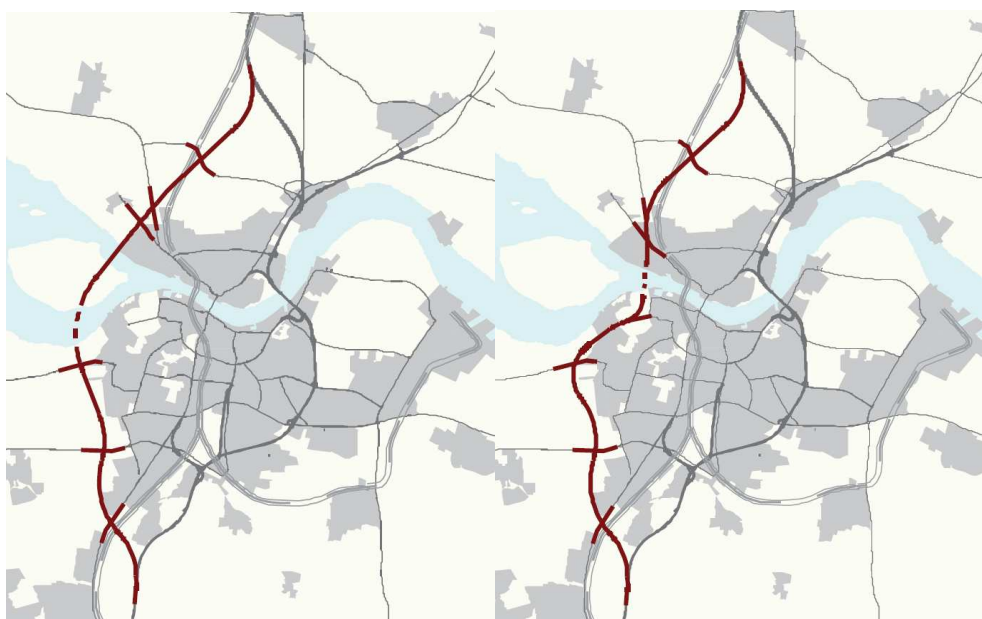
Arbejdsudvalget benyttede de efterfølgende tre år på at beslutte sig for en østlig tunnelløsning. Året efter i 1963 i december måned vedtog regeringen en anlægslov for tunnel- og motorvejsarbejdet ved Aalborg.

Limfjordstunnelen stod færdig i 1969 som en 6-sporet motorvej efter 3½ års byggeri. Trafikanalyserne havde vist, at trafikintensiteten ville vokse til 20-30.000 køretøjer på Limfjordsbroen og 50-60.000 i Limfjordstunnelen i 1980, hvorfor der blev lavet skitseprojekter af en vestlig motorvejsforbindelse som en tredje Limfjordsforbindelse og reserveret arealer til fremtidige vejanlæg. Den fremskrevne trafik for 1980, nås dog først omkring årtusindeskiftet, hvor den fjordkrydsende trafik antager en størrelse af ca. 80.000 køretøjer, jf. *Afsnit 3.1 - Limfjordskrydsningerne ved Aalborg*. [Dansk Vejtidskrift, 1968]

En tredje Limfjordsforbindelse

Diskussionen omkring en tredje Limfjordsforbindelse har snart været i 40 år og tog sin begyndelse allerede før Limfjordstunnelen var færdigbygget. Der blev som tidligere nævnt reserveret arealer til en motorvejsforbindelse vest om Aalborg, men op gennem 1990'erne blev der lavet skitseprojekter for i alt ni forskellige linieføringer. [Dansk Vejtidskrift, 1994a]

I 2003 vedtog Nordjyllands Amt og Aalborg Byråd, at den tredje Limfjordsforbindelse skulle etableres som en vestlig motorvejsforbindelse over Egholm – den såkaldte Egholmlinie, jf. figur 1.2. Dette skete efter en omfattende proces, hvor de forskellige linieføringer havde været til offentlig debat.



Figur 1.2: To af løsningerne for en vestforbindelse, der blev undersøgt i VVM-redegørelserne. (tv.) Egholmlinien (th.) Lindholmlinien [Nordjyllands Amt et al., 2003].

Tre år senere i 2006 underkendte Naturklagenævnet VVM-redegørelsen, der lå til grund for udvælgelsen, da det mentes, at en række forhold ikke var vurderet tilstrækkeligt - heriblandt Egholmliens påvirkning af naturen på Egholm.

En ny VVM-redegørelse blev udarbejdet i 2006 og skulle lægge til grund for et regionplantillæg, men denne blev ligeledes underkendt grundet manglende redegørelser for dyrearter på Egholm, der er omfattet af EU's habitatdirektiv.

Derved opnåede regionplantillægget ikke godkendelse inden amtets nedlæggelse den 1. januar 2007, hvorefter ansvaret for udarbejdelsen af endnu en VVM-redegørelse en periode forblev ukendt. [vejdirektoratet.dk, 2008a]

Den seneste udvikling i sagen skete med regeringens trafikinvesteringsplan fra december 2008 *Bæredygtig transport – bedre infrastruktur* [trm.dk, 2008]. Gennem en bred aftale i folketinget i starten af 2009 blev der ud af planens 94 mia. kr., der skal benyttes inden år 2020, afsat 10 mio. kr. til Vejdirektoratet, der har fået ansvaret tildelt, til at færdiggøre en VVM-redegørelse for Egholmlinien.

1.2 *Det store H*

Allerede i 1936 fremviste tre danske ingeniørvirksomheder en ambitiøs plan for et samlet dansk motorvejsnet med broer over både Storebælt og Øresund. Planen var stærkt inspireret af de tyske planer for deres Autobahn-projekt.

Med etableringen af Limfjordstunnelen i 1969 begyndte næsten 30 års anlægsarbejder med *Det store H* for alvor. Vejdirektoratet var blevet oprettet i 1949 og benyttede det efterfølgende årti til at udarbejde en vejplan for hovedlandevejsnettet i Danmark. Samtidig blev planerne for motorvejsudbygningerne efter modellen for *Det store H* færdiggjort i 1962, jf. figur 1.3.



Figur 1.3: Korridorerne til motorvejene i *Det store H*.

1960'erne blev efterfølgende brugt med forberedelser til de massive anlægsopgaver motorvejsudbygningen skulle medføre. Forberedelserne omfattede blandt andet formuleringer af anlægslove, oprettelse af motorvejskontorer og selve projekteringen af motorvejene.

Med vejloven af 1963 overtager staten motorvejene og bliver derved vejbestyrer på de kommende motorvejsudbygninger. Dette sker i en erkendelse af, at amterne, der fungerede som vejbestyrere på hovedlandevejsnettet, ofte havde lokale og regiona-

le formål med projekterne. Samtidig herskede der en egen praksis i de enkelte amter, der gjorde det svært, at opretholde ensartede vejstandarder. [Jørgensen, 2001]

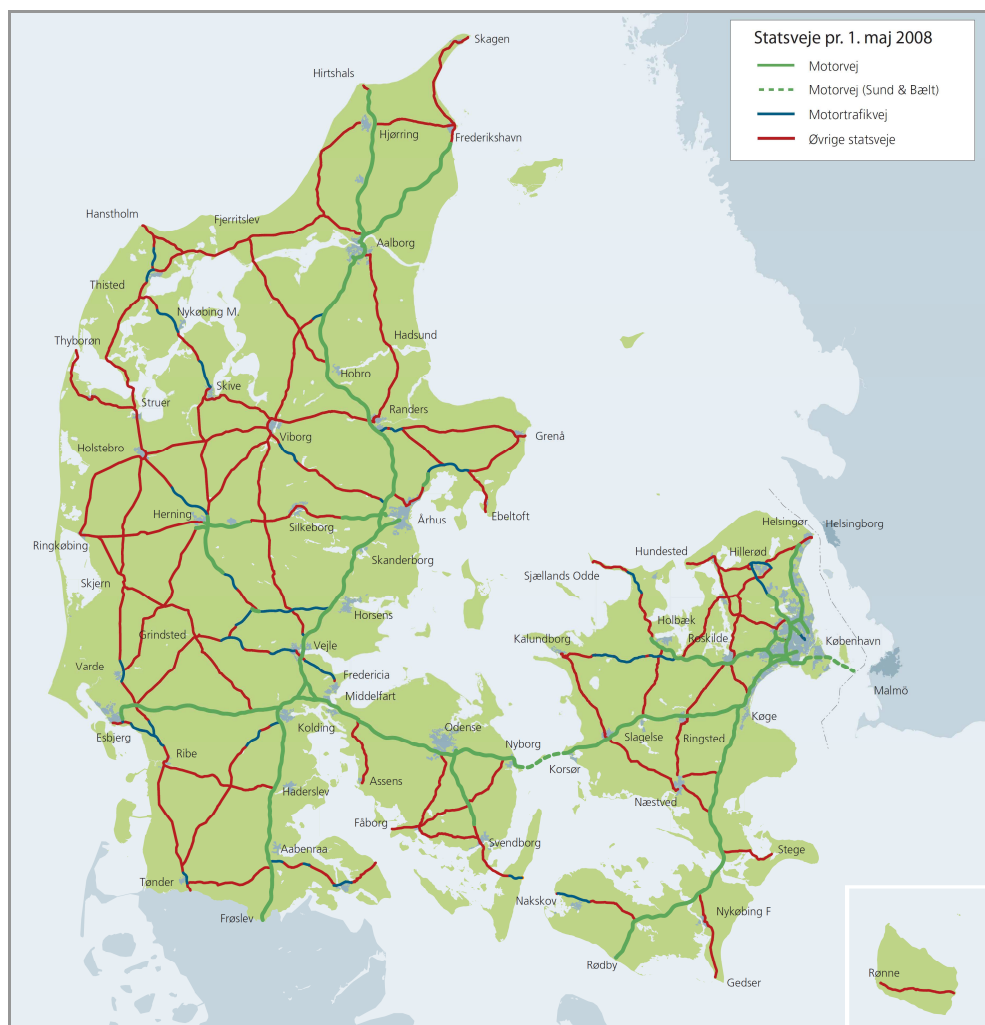
Færdiggørelsen af *Det store H*

Det store H gennemlevede flere ændringer fra de oprindelige planer til den endelige anlæggelse. I 1970'erne kom oliekrisen, der i første omgang satte en stopper for motorvejsbyggeri i Danmark, bl.a. fordi prognoserne for den fremtidige biltrafik var stagnerende. Samtidig blev *Det store H* reduceret til *Det lille H*, hvilket betød at den jyske motorvej skulle stoppe ved Århus

Planerne for *Det store H* blev genoptaget efter Folketingets anlægslov for Storebæltsforbindelsen i 1986, hvor en række folketingsmedlemmer - den såkaldt jyske motorvejsmafia - for deres stemme til Storebæltsbroen krævede en motorvej mellem Århus og Aalborg, samt et højklasset vejnet i Vendsyssel.

Der blev foretaget undersøgelser af forskellige alternativer af et fremtidigt vejnet med motortrafikveje og firsporede motorveje i Vendsyssel af Vejdirektoratet, Nordjyllands Amt samt flere af kommunerne i Vendsyssel. Ønsket hos de lokale myndigheder i Vendsyssel var en motorvejsløsning, og beregning viste da også, at et vejnet af motortrafikveje på sigt skulle udbygges til motorveje, hvilket ville forøge den samlede anlægspris med 20% i forhold til at anlægge vejnettet som firsporede motorveje fra starten. Argumenterne var mange for motorvejsløsningen, der endeligt blev vedtaget i Folketinget i 1988 som to motorvejsstrækninger fra Aalborg til hhv. Hirtshals og Frederikshavn. [Vejdirektoratet, 1990]

Vejdirektoratet fejrede *Det store H* som færdigudbygget i 1994, da motorvejstrækningen mellem Randers og Århus stod færdig. Dette til trods for at Storebæltsforbindelsen først fire år senere blev åbnet for biltrafik. Senere er flere motorvejsstrækninger blevet koblet til *Det store H* - heriblandt de to strækninger i Vendsyssel, strækningen mellem Esbjerg og Kolding, samt motorvejene omkring Herning, der senere skal udbygges til Århus via Silkeborg. Det nuværende statsvejnet i Danmark ses af figur 1.4. [Jørgensen, 2001]



Figur 1.4: Det danske statsvejnet pr. 1. maj 2008 [vejdirektoratet.dk, 2008b].

Kommende udbygninger

I september 2008 blev der indgået en aftale mellem regeringen, Dansk Folkeparti og oppositionen – på nær Enhedslisten – om en dansk betalt forbindelse over Femern Bælt, der i lighed med Storebælts- og Øresundsforbindelsen i sidste ende skal være brugerfinansieret.

Femern-forbindelsen bliver med stor sandsynlighed en ca. 20km lang skrånstagsbro, der skal bygges mellem Rødby på Lolland og Puttgarden i Tyskland. Som planen er nu skal forundersøgelserne – heriblandt en VVM-redegørelse – påbegyndes i 2009 og afsluttes i 2012, hvorefter anlægsarbejdet kan begynde. En endelig ibrugtagning er foreløbig planlagt at skulle ske i 2018.

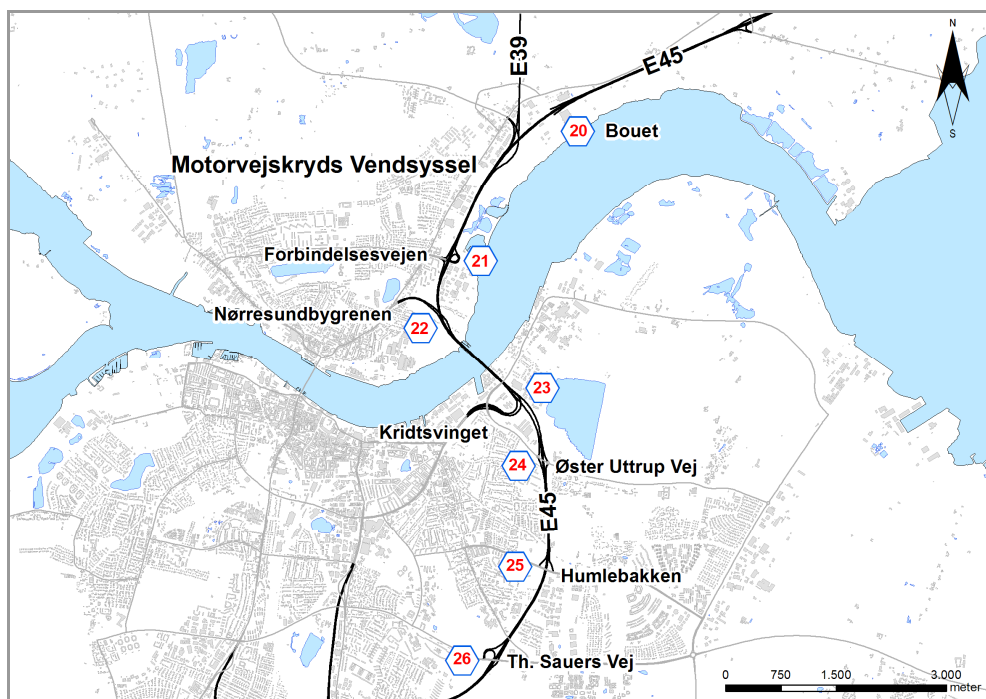
En anden mulig broforbindelse, der de sidste par år har været stærkt debatteret, er over Kattegat mellem Jylland og Sjælland. En sådan forbindelse vil givetvis har stor indflydelse på *Det store H's* trafikafvikling.

2 Projektområdet ved Limfjordstunnelen

I nærværende projekt vil der blive arbejdet med trafikforholdene på Motorvej E45 ved Aalborg omkring Limfjordstunnelen. Projektområdet vil blive beskrevet yderligere i følgende kapitel.

2.1 Motorvej E45

Limfjordstunnelen er den mest belastede del af Motorvej E45 ved Aalborg og genstand for næsten daglige kødannelser. Motorvejsstrækningen har en lang række til- og frakørsler, der ligger med få kilometers afstand, jf. figur 2.1.



Figur 2.1: Placeringen af til- og frakørsler på Motorvej E45 ved Aalborg.

Disse mange til- og frakørsler kan være medvirkende til en masse uheldsmæssige flettemanøvrer, der specielt i de mest trafikbelastede perioder kan øge risikoen for kødannelse og farlige situationer.

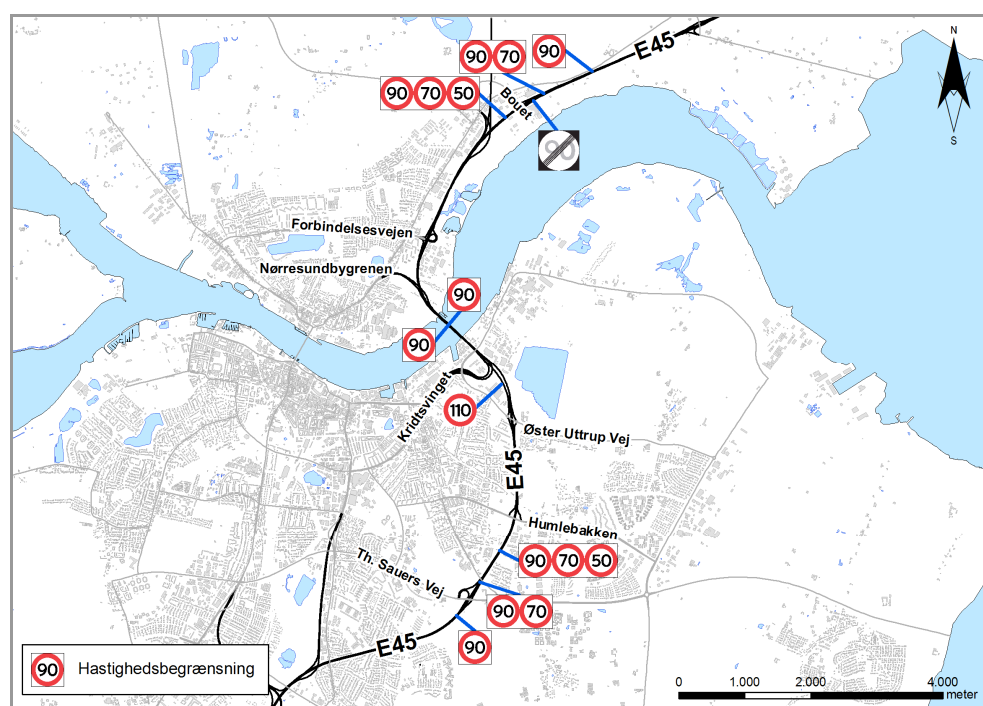
Kørespor

Limfjordstunnelen blev etableret med tre kørespor i hver retning, men Motorvej E45 er først de senere år blevet udvidet til at have tre kørespor i sydgående retning fra Motorvejskryds Vendsyssel og frem til Kridtsvinget, hvor motorvejen fortsætter med to kørespor, jf. figur 2.1.

I nordgående retning er det blevet vedtaget, at E45 udvides på strækningen fra Limfjordstunnelen til Motorvejskryds Vendsyssel fra to til tre spor. Denne udvidelse ventes klar i løbet af år 2012.

Hastighedsgrænserne ved Limfjordstunnelen

Motorvej E45 er tildelt en hastighedsbegrænsning i nordgående retning på 110km/t fra syd for Aalborg til frakørsel 26 - Th. Sauers Vej, jf. figur 2.1, hvor hastighedsbegrænsningen bliver 90km/t. Herefter styres hastighedsbegrænsningen af trafikintensiteten vha. variable hastighedstavler hen til Limfjordstunnelen, der kan variere mellem 50km/t, 70km/t og 90km/t, jf. figur 2.2. Det samme gør sig gældende i sydgående retning, hvor de variable hastighedstavler starter ved afkørslen til Bouet, jf. figur 2.2.



Figur 2.2: De gældende hastighedsgrænser på E45 ved Aalborg. Angivelse med flere hastighedsbegrænsninger betyder, at det er en variable hastighedstavle der har mulighed for at viser forskellige hastighedsbegrænsninger. Disse tavler forløber helt ind til Limfjordstunnelen fra både nord- og sydgående retning.

I sydgående retning ophæves hastighedsbegrænsningen allerede efter Kridtsvinget, hvor der skiltes op til 110km/t. Denne begrænsning fortsætter til syd for Støvring lidt over 20km syd for Aalborg.

I nordgående retning nord for Limfjordstunnelen forbliver hastighedsbegrænsningen på 90km/t indtil frakørsel 20 - Bouet, hvor hastighedsbegrænsningen hæves til 130km/t, jf. figur 2.2.

2.2 *Problemer på motorvejsnettet*

Mange af de trafikale problemer ved Limfjordstunnelen kunne afhjælpes med en 3. Limfjordsforbindelse enten vest om Aalborg eller i form af et ekstra tunnelrør ved de nuværende. Beslutningen om en ny forbindelse lader dog som tidligere beskrevet vente på sig.

Manglende kapacitet

Limfjordstunnelen og -broen er eneste alternativer til krydsning af Limfjorden i bil ved Aalborg. Ved Limfjordstunnelen sker der kødannelse i myldretiden om morgenen og eftermiddagen, mens trafikintensiteten stiger støt år efter år. Limfjordsbroens og det omkringliggende vejnets kapacitet er opbrugt for flere år siden, så det er ikke muligt at flytte trafik fra tunnelen og over på broen, ved begyndende kødannelse på Motorvej E45.

De manglende alternativer til krydsning af Limfjorden ses tydeligt ved færdselsuheld i eller ved Limfjordstunnelen, hvor det ene tunnelrør må lukkes, og al trafikken ledes i gennem det ene rør med dertilhørende trafiksammenbrud både ved Limfjordstunnelen og -broen.

Alternativet til en fysisk udbygning som f.eks. en tredje limfjordsforbindelse til bilisterne, der kan øge kapaciteten for Limfjordsnittet, kunne være at flytte bilisternes rejsetidspunkt væk fra spidstimen eller spidskvarteret, således trafikintensiteten i de mest trafikbelastede perioder bliver bedre fordelt. Til dette kan anvendes ITS-baserede tiltag, som påvirker bilisternes adfærd f.eks. til og fra arbejdet eller i løbet af dagen.

Andre ITS-baserede tiltag kunne medvirke til forbedringer i trafikafviklingen. Nogle sådanne er allerede implementeret i form af f.eks. variable hastighedstavler på E45 og trafik kort på internettet, der viser den øjeblikkelige trafikale situation på bl.a. motorvejsnettet ved Aalborg. Men begge systemer er af ældre dato og kræver givetvis en opgradering for at effekten bliver tilstrækkelig.

ITS-baserede tiltag - såvel nye som eksisterende - vil blive gennemgået og analyseret i nærværende projekt med henblik på at forbedre trafikafviklingen i myldretiden ved Limfjordstunnelen.

Kridtsvinget

Tilkørsel 23 - Kridtsvinget - kobles på Motorvej E45 kort før Limfjordstunnelen i nordgående retning. I denne forbindelse er der en konflikt i fletningen mellem køresporene fra Kridtsvinget og fra Motorvej E45 i nordgående retning syd for Limfjordstunnelen, da det langsomme inderste spor i Kridtsvinget skal flette med det hurtige yderste spor på E45 kort for tunnelen. Dette skaber en dårligere trafikafvikling ved Limfjordstunnelen. Kridtsvinget belastes i spidsperioderne om eftermiddagen i nordgående retning af en mængde køretøjer tilsvarende de to spor på E45. Det er altså en stor mængde trafik, der skal flette sammen fra i alt fire spor til tre.

Denne vejtekniske problemstilling behandles ikke i nærværende projekt, men relevante løsninger kunne være at lade Kridtsvinget flette med motorvejen fra den modsatte side, således der skal flettes i det inderste spor på E45. Dette vil også forbedre forholdene for bilisterne fra Kridtsvinget, der har i sinde at benytte frakørslen Nørresundbygrenden lige nord for Limfjordstunnelen, jf. figur 2.1.

DEL

II

Limfjordstunnelen er en del af et større trafikanlæg, som har stor betydning for trafikken til og fra Vendsyssel. Derfor vil trafikken gennem tunnelen blive analyseret, for at finde ud af hvor stor trafikintensiteten er i morgen- og eftermiddagstimerne. Desuden undersøges bilisternes hastighed ved tunnelen og hvordan denne er i forhold til hastighedsbegrænsningen.

Yderligere undersøges uheldene, der er sket i tunnelen for at belyse, hvilke typer uheld der er typiske for strækningen i Limfjordstunnelen og frem mod denne.

Endelig er det nuværende udstyr i tunnelen undersøgt, for at danne et overblik over hvordan forskellige situationer håndteres, og hvordan det evt. kan gøres anderledes end i dag.

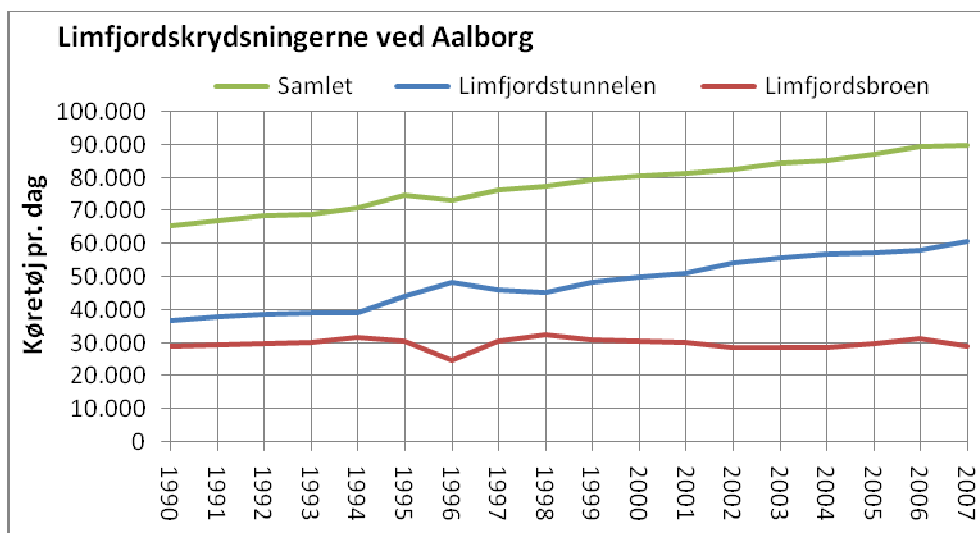
Nuværende situation

3 Den trafikale situation ved Limfjordstunnelen

Den krydsende trafik over eller under Limfjorden ved Aalborg har været stigende de sidste mange år til trods for, at kapaciteten i både Limfjordstunnelen og på Limfjordsbroen i spidstimerne for længst har set ud til at være opbrugt. I det følgende vil trafiksituationen omkring Limfjordskrydsningerne blive beskrevet yderligere med specielt fokus på Limfjordstunnelen. Desuden beskrives den trafikale udvikling i tunnelen.

3.1 Limfjordskrydsningerne ved Aalborg

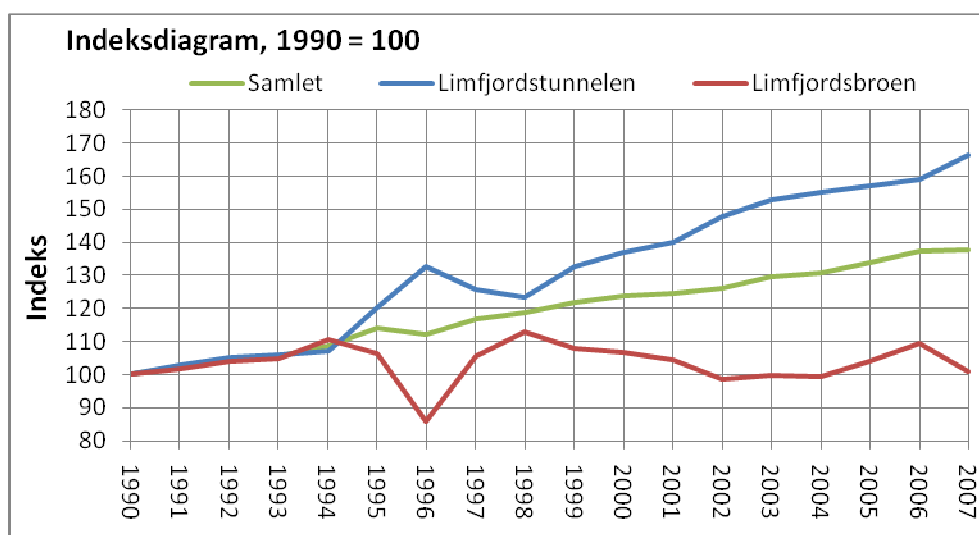
Limfjordstunnelen er ikke ene om at håndtere den fjordkrydsende trafik ved Aalborg, da også en betydelig del benytter Limfjordsbroen. De foregående 20 år har mellem 30 og 40% af den fjordkrydsende trafik været på broen, men andelen er dog faldet løbende, da årsdøgntrafikken på Limfjordsbroen er stagneret, mens den i tunnelen er jævnt stigende, jf. figur 3.1.



Figur 3.1: Udviklingen i årsdøgntrafikken i Limfjordssnittet ved Aalborg [statistikbanken.dk, 2009].

Af figur 3.1 ses nogle uregelmæssigheder omkring år 1996 og 1998. Disse skyldes vedligeholdelsesarbejde på hhv. broen og tunnelen, som betød en flytning af trafikken.

Den samlede årsdøgntrafik, der belaster enten Limfjordsbroen eller -tunnelen, er steget med 1,9% om året i perioden 1990-2007. Den stigning er som nævnt næsten udelukkende sket i trafikken i gennem tunnelen, der tegner sig for en samlet stigning på 66%, mens broens årsdøgntrafik i 2007 ligger på samme niveau som i 1997, jf. figur 3.2. Tilsammen er der sket en stigning i årsdøgntrafikken på Limfjordskrydsningerne ved Aalborg på 38%.



Figur 3.2: Den procentvise stigning i årsdøgntrafikken i Limfjordssnittet ved Aalborg [statistikbanken.dk, 2009].

Da trafikmængden på broen ikke er steget i perioden, kunne det indikere, at kapaciteten på vejnettet i forbindelse med broen er fuldt udnyttet.

Årsdøgntrafikken i Limfjordstunnelen er steget med 3% p.a. i perioden 1990-2007. Denne værdi varierer en smule fra år til år, men betegnes som værende konstant over perioden. I afsnit 3.2 – Trafikken i Limfjordstunnelen år 2007 vil, der blevet lavet en analyse af trafikken i Limfjordstunnelen i år 2007.

Trafiktypen i Limfjordssnittet

I forbindelse med planlægningen af Limfjordstunnelen blev der foretaget en trafikanalyse, der viste at den fjordkrydsende trafik i 1960'erne bestod af [Dansk Vejtidskrift, 1968]:

- 60% by-til-by-trafik (intern trafik i og mellem Aalborg og Nørresundby)
- 30% land-til-by-trafik (til hhv. Nørresundby og Aalborg)
- 10% gennemkørende trafik (gennem Nørresundby og Aalborg)

Den trafikale situation ved Limfjordstunnelen

Samme analyse blev foretaget i forbindelse med udarbejdelsen af den første VVM-redegørelse for den 3. Limfjordsforbindelse i marts 2003 [Nordjyllands Amt et al., 2003]. Denne viste, at tendensen ikke er ændret meget:

- 49% var intern trafik i daværende Aalborg Kommune
- 37% var trafik fra Vendsyssel til daværende Aalborg Kommune syd for fjorden
- 6% var trafik fra Himmerland til daværende Aalborg Kommune nord for fjorden
- 8% var gennemkørende trafik i daværende Aalborg Kommune

Undersøgelsen til VVM-redegørelsen havde sin oprindelse til en rapport fra år 2000, der beskriver den trafikale udvikling i Aalborg-området [aalborgkommune.dk, 2000]. Heri beskrives trafikfordelingen på de to krydsninger i Aalborg, jf. tabel 3.1.

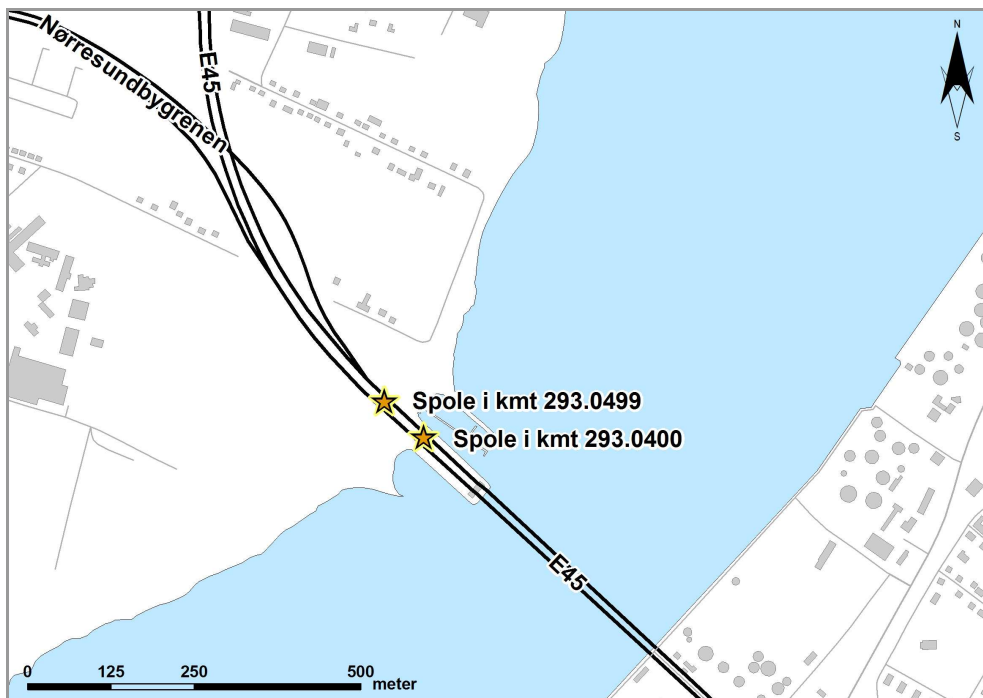
Tabel 3.1: Fordelingen af trafikken på hverdage fordelt på de to Limfjordskrydsninger ved Aalborg.

Registreret trafikfordeling på hverdage	Limfjordsbroen	Limfjordstunnelen
<i>Intern trafik i daværende Aalborg Kommune</i>	50%	40%
<i>Oplandstrafik til daværende Aalborg Kommune</i>	43%	48%
<i>Gennemkørende trafik i daværende Aalborg Kommune</i>	7%	12%

Limfjordskrydsningerne håndterer således en stor mængde intern trafik fra Aalborg Kommune i hverdagen. Limfjordstunnelen får derfor en høj status for den lokale trafik, såvel som den regionale. Den gennemkørende trafik repræsenteres formentlig i høj grad af godstransporten, der benytter Limfjordstunnelen som en del af den tidligere benævnte korridor, Nordic Link.

3.2 **Trafikken i Limfjordstunnelen år 2007**

I nærværende projekt analyseres trafikken i spidstimerne i hverdagssituationen. Til dette anvendes Vejdirektoratets permanente tællestationer langs motorvejen ved Limfjordstunnelen. Dataene er samlet fra tællestationerne, der har spoler i kmt 293.0499 og kmt 293.0400 og som foretager målinger på samme strækning syd for frakørsel 22 - Nørresundbygrenen - i nordgående retning og efter tilkørselen i sydgående retning. Tællestationerne indsamler derfor data fra begge kørselsretninger.

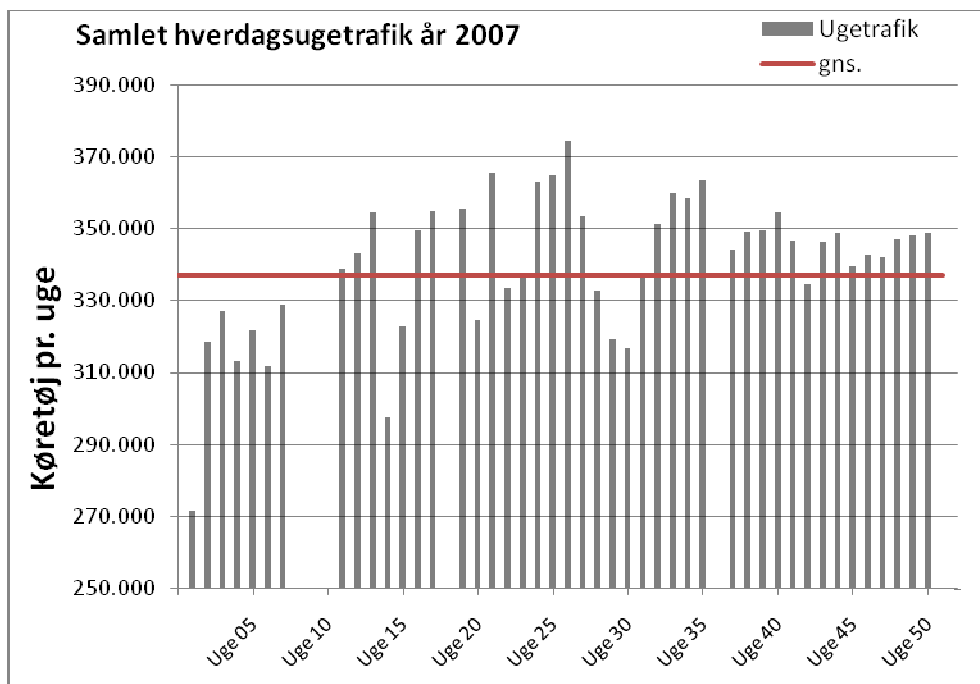


Figur 3.3: Placering af de to af Vejdirektoratets spoler, der leverer data til nærværende projekts analyse af trafikken Limfjordstunnelen.

Dataene blev indhentet for år 2007 og 2008, men målingerne fra 2008 har været højt mangelfulde og helt ubrugelige med hensyn til målingerne i nordgående retning. Derfor er benyttet data fra år 2007 i følgende analyse.

Den ugentlige trafik

Trafikken ændrer sig markant hen over året, hvilket også gør sig gældende for trafikken i gennem Limfjordstunnelen. På figur 3.4 ses hverdagstrafikken i løbet af 2007 delt op på ugerne. Nogle uger er sorteret fra pga. mangelfulde målinger, desuden er uge 52 ikke vist i diagrammet, da denne ligger markant lavere med godt 200.000 ktj./uge.

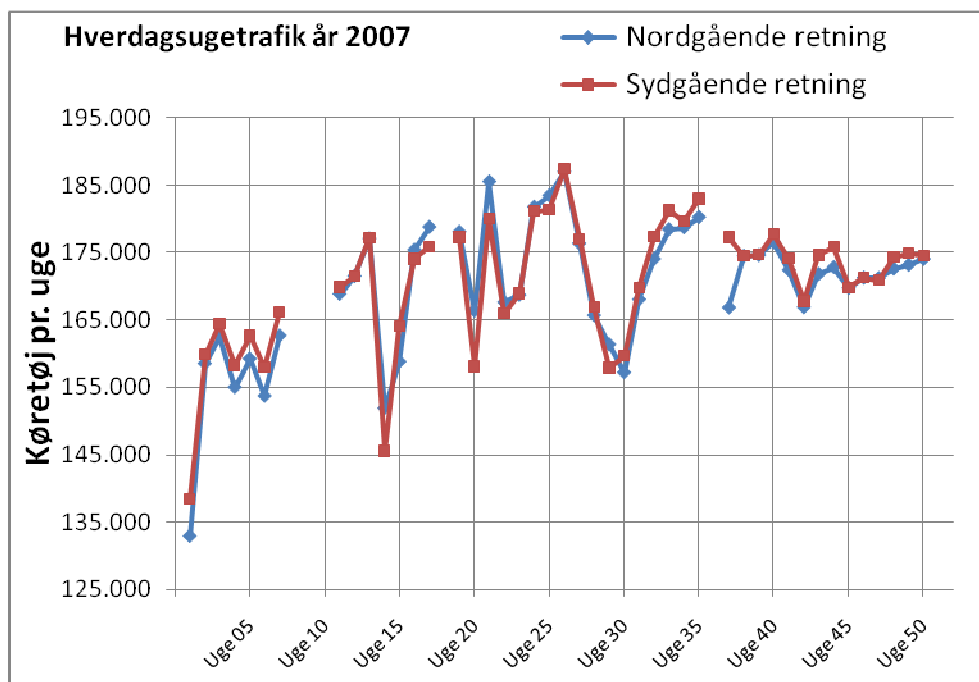


Figur 3.4: Den samlede ugentlige trafik på hverdagene i gennem Limfjordstunnelen i år 2007.

Uregelmæssighederne omkring ugerne 14 og 15 skyldes påskeferie, mens ugerne 20, 22 og 23 det pågældende år indeholdte hhv. Kr. Himmelfartsdag, 2. pinsedag og Grundlovsdag.

Den gennemsnitlige trafik om ugen, der benytter Limfjordstunnelen i løbet af hverdagene, lå i 2007 på ca. 337.000 ktj., jf. figur 3.4.

Trafikken i gennem tunnelen forekommer symmetrisk på hver kørselsretning, figur 3.5. Fordelingen mellem de nord- og sydgående spor var i 2007 på ca. 168.000 ktj./uge hhv. 169.000 ktj./uge.



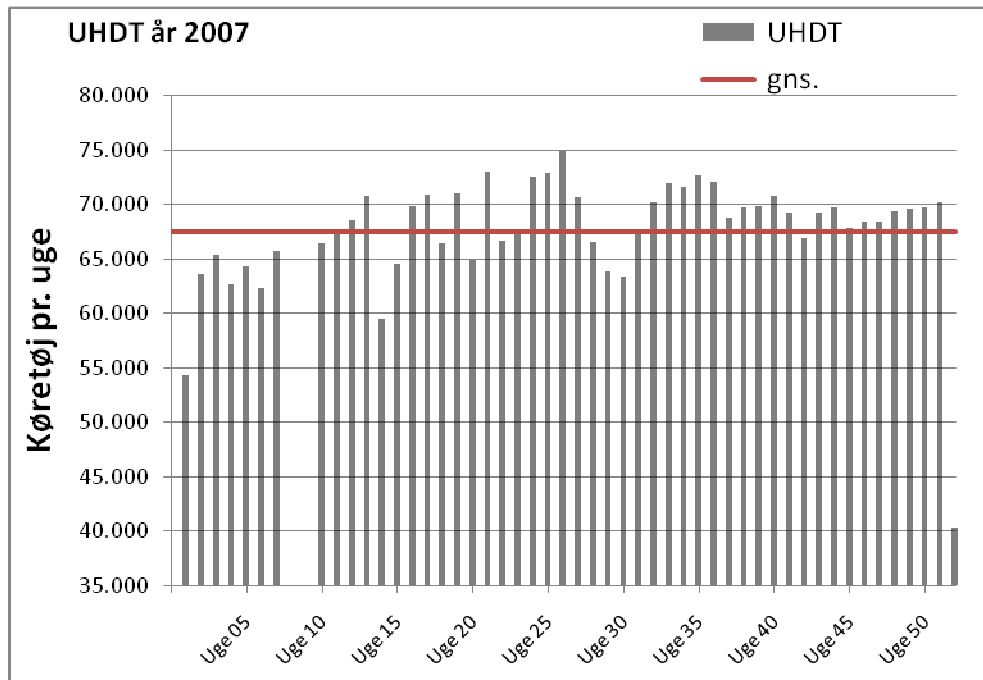
Figur 3.5: Trafikkens ugentlige fordeling på kørselsretning på hverdage i år 2007.

I 2007 var motorvejsbroen til frakørsel 22 under ombygning, hvorfor denne frakørsel var lukket indtil efteråret uge 42 samme år. Dette kan muligvis give et forvrænget billede af trafikken i den nordgående retning, men det må anses som sandsynligt, at bilister, der ville benytte Nørresundbygrenden, i stedet benyttede den efterfølgende frakørsel 21, der ligger ca. 1.000m længere nordpå.

Den daglige trafik

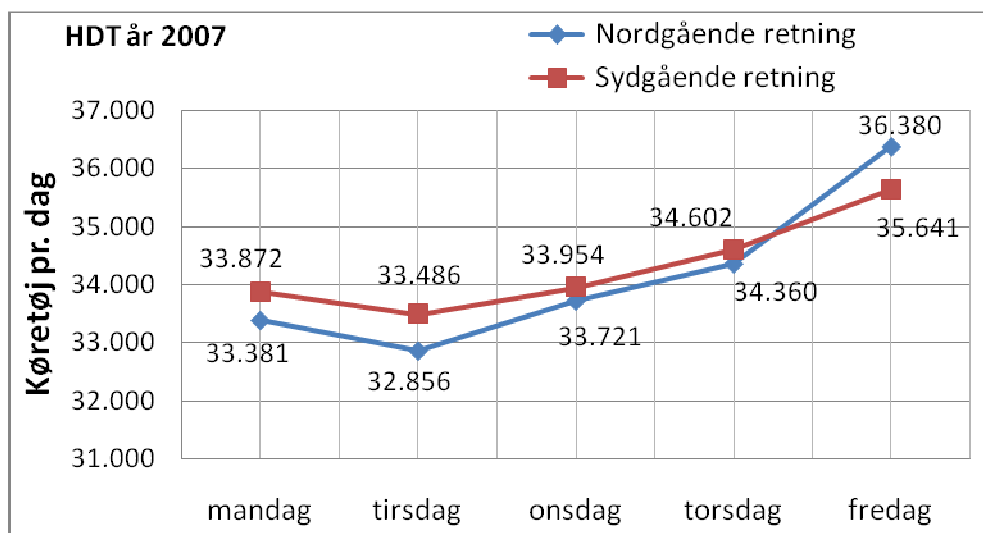
Trafikmængderne vist som ugehverdagsdøgntrafik (UHDT) ses af figur 3.6. Den gennemsnitlige værdi for trafikmængden, der benytter Limfjordstunnelen på hverdage i løbet af året bliver ca. 67.500 ktj. pr. dag.

Den trafikale situation ved Limfjordstunnelen



Figur 3.6: Ugehverdagsdøgntrafikken igennem Limfjordstunnelen i år 2007.

For nærværende projekt er det den almindelige hverdagssituation, der analyseres på, hvorfor hverdagsdøgntrafikken (HDT) er den virkelige interessante. HDT adskiller sig fra UHDT ved ikke at medtage sommermånederne (juni, juli og august), desuden er helligdage og ferie-ugerne frasorteret - i lighed med dage med betydelige datamangler. Figur 3.7 viser HDT fordelt på ugens hverdage samt kørselsretning.



Figur 3.7: Den gennemsnitlige trafikfordeling i Limfjordstunnelen på ugens hverdage i år 2007.

Trafikmængden øges gradvist fra mandag til fredag, hvor fredag viser sig at være den mest trafikbelastet dag i Limfjordstunnelen med en trafikmængde på ca.

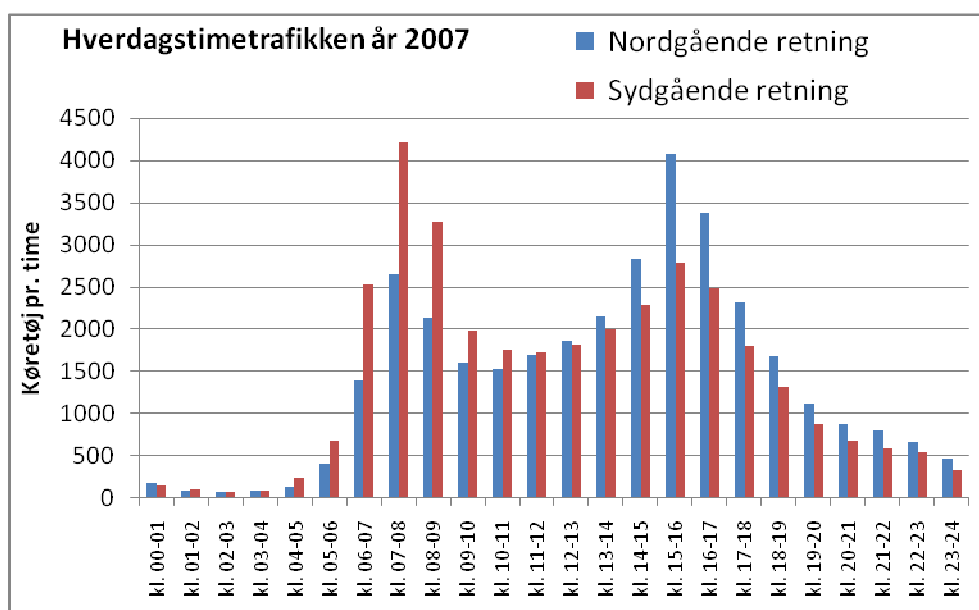
72.000 ktj. Den gennemsnitlige trafikmængde - og altså det reelle tal for HDT - ligger på 68.450 ktj./dag i år 2007. Det ses ligeledes af figur 3.7, at den sydgående trafikmængde er mellem 0,5 og 1,5% større end den modsatte retning de første fire dage i ugen. Til gengæld vender billedet om fredagen, hvor trafikbelastningen er ca. 2% større i nordgående retning.

Grunden til, at det sydgående spor er mere trafikbelastet end det nordgående de første fire dage af ugen, kan skyldes, at en tredjedel af trafikken i sydgående retning består af morgentrafik, jf. figur 3.9, hvor bilisterne kører den hurtigste og mest direkte vej til arbejde. Derimod forløber en tredjedel af al trafikken i nordgående retning i eftermiddagstimerne, hvor det kan tænkes, at hjemturen fra arbejde bliver suppleret med indkøbsture eller lignende til Aalborg by, hvorfor nogle vil vælge at benytte Limfjordsbroen til hjemturen i stedet for tunnelen.

Fredagen viser en anden tendens, hvilket kan have en sammenhæng med at trafikmængden også er højere om fredagen, hvilket kan skyldes, at weekendaktiviteterne allerede er begyndt at sætte præg på trafikken. At den nordgående trafik er højere end den sydgående om fredagen kan derfor skyldes weekendture mv. fra den større population syd for Limfjorden.

Spidstimerne i Limfjordstunnelen

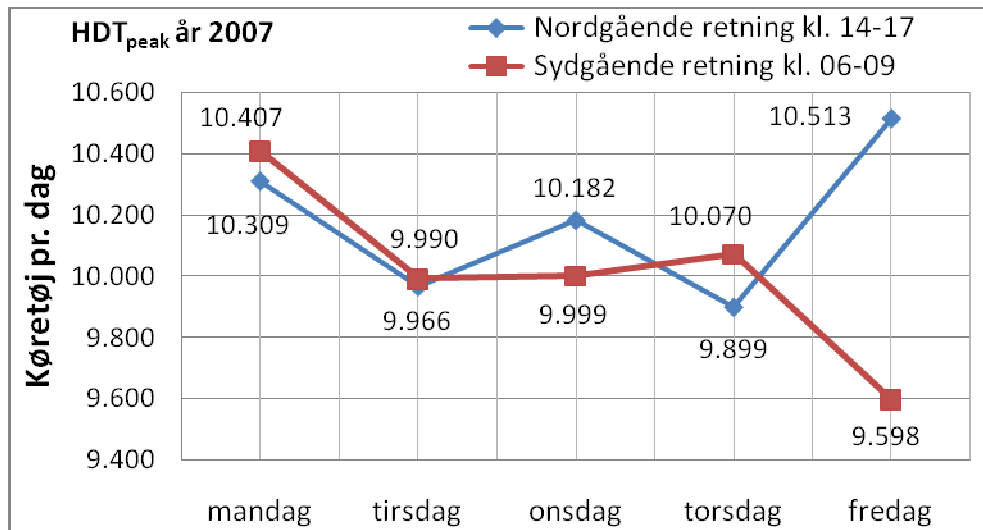
Den største trafikbelastning i Limfjordstunnelen sker i morgen- og eftermiddagstimerne mellem hhv. kl. 06-09 i sydgående retning og kl. 14-17 i nordgående retning, jf. figur 3.8.



Figur 3.8: Trafikkens fordeling hen over hverdagsdøgnet i Limfjordstunnelen i 2007.

Den trafikale situation ved Limfjordstunnelen

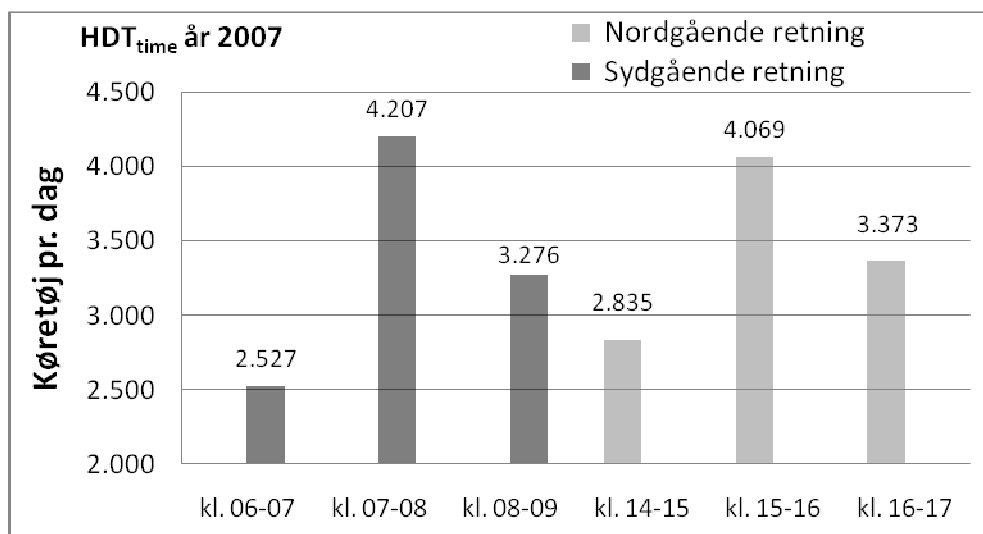
Der passerer i gennemsnit ca. 10.000 ktj./dag i gennem Limfjordstunnelen i de to perioder hver dag, jf. figur 3.9. Dette svarer til omkring 30% af den totale trafikmængde, der afvikles i hverdagen i gennem tunnelen.



Figur 3.9: Hverdagsdøgnetrafikken i Limfjordstunnelen i spidstimerne i hverdagen i år 2007.

Morgen- og eftermiddagstrafikken er stort set identisk og afspejler et billede af, at trafikken primært er bolig-arbejdsrelateret. Fredagene skiller sig markant ud ved, at der er 1.000 ktj. flere, der kører nord på om eftermiddagen end sydpå om morgenen.

De enkelte timer i myldretiden tager sig ud således, at 40% af trafikken i hver periode falder i hhv. timerne kl. 07-08 og kl. 15-16, jf. figur 3.10. De største trafikmængder i Limfjordstunnelen er altså mellem kl. 07 og kl. 08 om morgenen i sydgående retning samt mellem kl. 15 og kl. 16 i nordgående.



Figur 3.10: Trafikken i spidsperioderne i gennem Limfjordstunnelen i år 2007.

Da trafikdataene er hentet hjem på timebasis per hele time er det ikke tydeligt, hvor den reelle spidstime, -halvtime eller -kvarter ligger på døgnet. Denne problemstilling vil blive yderligere belyst i *Kapitel 4 – Trafikken i myldretiden ved Limfjordstunnelen*, hvor data fra projektet Quo Vadis analyseres og benyttes til af fordele trafikken i spidsperioderne i mindre intervaller. Disse data er på minutbasis, hvilket giver et mere nuanceret billede af trafikken i spidsperioderne.

En sammenfatning af den trafikale situation i år 2007 i Limfjordstunnelen kan ses af tabel 3.2.

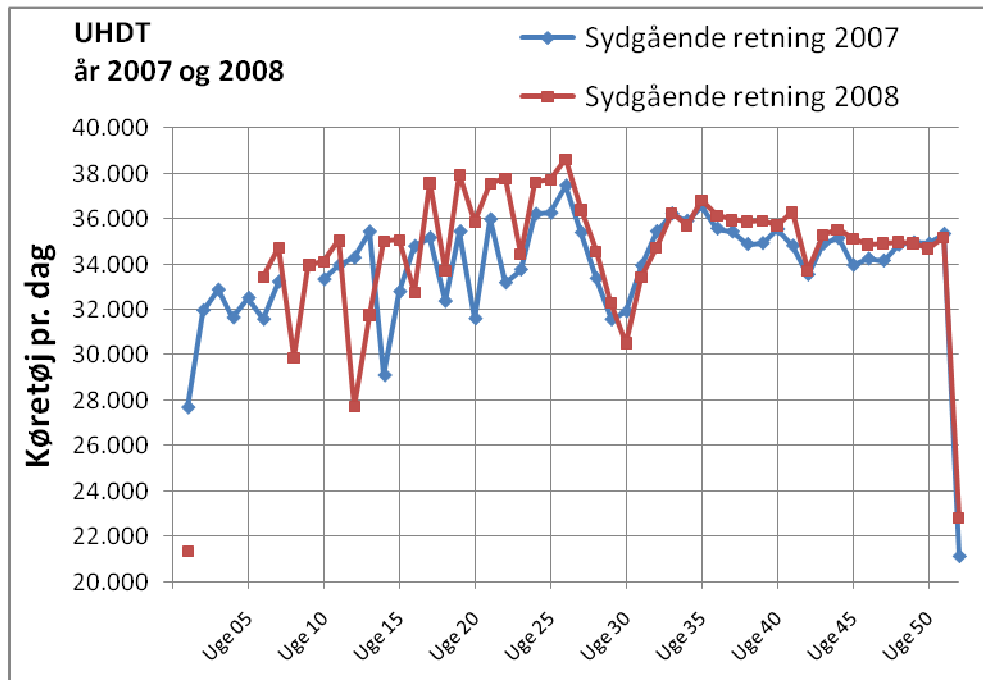
Tabel 3.2: Sammenfatning af trafiksituationen i 2007 - målt af Vejdirektoratets målestation i kmt 293.0499. Værdierne er afrundet til nærmeste hundrede.

Retning år 2007	ÅDT [ktj./dag]	UHDT [ktj./dag]	HDT [ktj./dag]	HDT_{peak} [ktj./dag]
<i>Nordgående</i>	30.300	33.700	34.100	10.000
<i>Sydgående</i>	30.700	33.800	34.300	10.200
<i>Samlet</i>	61.000	67.500	68.400	20.200

3.3 ***Den trafikale udvikling fra år 2007 til 2008***

Da dataene fra det nordgående spor fra 2008 er yderst mangelfuld undersøges den trafikale udvikling kun for det sydgående spor for efterfølgende at danne basis for et estimat på en samlet udvikling.

Den trafikale belastning for de to år for 2007 og 2008 følger hinanden ganske godt fra måned til måned, jf. figur 3.11.

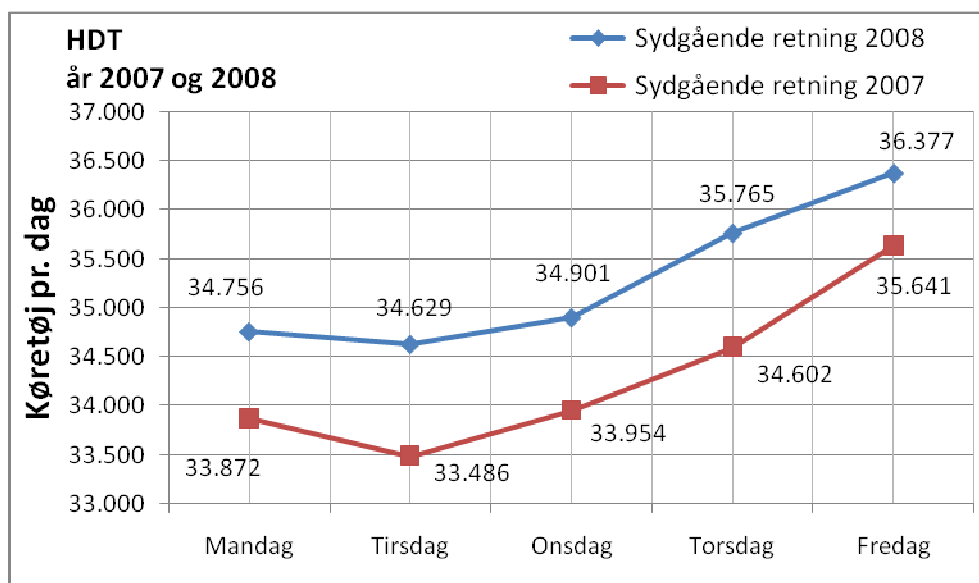


Figur 3.11: Ugehverdagsdøgntrafikken i sydgående retning i Limfjordstunnelen i år 2007 og 2008.

Omkring uge 12 til 15 sker en række uregelmæssigheder, hvilket skyldes påskens placering de pågældende år. I år 2007 lå påsken i uge 12 og 13, mens den i 2008 lå i uge 14 og 15. Der er ligeledes et stort spring i uge 1 set over de to år. Dette skyldes, at den 31. januar 2007, der altid er trafikfattig, faldt på en søndag, hvorimod den året efter ligger en mandag og derfor medregnes i UHDT dette år. Den gennemsnitlige stigning i trafikken i hverdage i det sydlige spor lå på 1,7% fra 2007 til 2008.

Ses der bort fra ugerne 1 og 52, der skaber uregelmæssigheder pga. julens og nytårets placering, bliver stigningen i stedet på 2,1%, hvilket er mere retvisende for den reelle trafikudvikling på hverdage hen over året.

Ved sammenligning af hverdagsdøgntrafikken (HDT) ses ligeledes en overensstemmelse over de to år, jf. figur 3.12, hvorfor dataene for år 2007 virker troværdige. Den procentvise stigning på de forskellige hverdage ligger på mellem 2,5% og 3,5% med et gennemsnit på 2,8%.



Figur 3.12: Hverdagsdøgntrafikken i sydgående retning i Limfjordstunnelen i år 2007 og 2008.

Hvis det antages, at det nordlige spor i Limfjordstunnelen følger det sydlige spors udvikling mht. trafikbelastning vil den samlede HDT i 2008 have været 70.400 ktj./dag.

Udviklingen fra år 2007 til 2008

Den procentvise stigning i trafikken er forskellig alt efter, hvilken situation, der analyseres. Dette fremgår af tabel 3.3, der sammenfatter de trafikale stigninger fra år 2007 til 2008 i Limfjordstunnelen.

Tabel 3.3: Den procentvise stigning i trafikken i Limfjordstunnelen i forskellige situationer fra år 2007 til 2008.

	ÅDT	UHDT	HDT	HDT _{peak, kl.06-09}
Sydgående retning	+1,9%	+2,1%	+2,8%	+5,3%

Den procentvise stigning i sydgående retning på 1,9% i årsdøgntrafikken fra år 2007 til 2008, er lavere end den generelle stigning på 3% om året, der har været i perioden 1990-2007 i Limfjordstunnelen. Vejdirektoratet har i sin rapport over statsvejnettets tilstand og udvikling registreret en afmatning i trafikvæksten i både første og andet kvartal af 2008, hvor stigning lå på hhv. 1,3% og 2,0%. Stigningen på det samlede danske vejnet lå til sammenligning i 2007 på 3,2% [vejdirektoratet.dk, 2008b].

Afmatningen kunne skyldes den begyndende globale finansielle krise i begyndelsen af 2008, hvilket Vejdirektoratet også påpeger. Dette er formentlig den samme tendens, der gør sig gældende i Limfjordstunnelen.

Trafikken i det nordgående spor estimeres ud fra de procentvise stigninger, der er sket i det sydgående, jf. tabel 3.4.

Tabel 3.4: Trafikken i Limfjordstunnelen i år 2008. Afrundet til nærmeste hundrede.

Retning År 2008	ÅDT [ktj./dag]	UHDT [ktj./dag]	HDT [ktj./dag]
<i>Sydgående retning</i>	31.300	35.000	35.300
<i>Nordgående retning</i>	30.900*	34.900*	35.100*
<i>Samlet</i>	62.200*	69.900*	70.400*

** trafikmængden er estimeret på baggrund af den trafikale udvikling i det sydgående spor i Limfjordstunnel*

3.4 **Vurdering af trafikdataene fra tællestationerne**

Dataene fra 2007 er som tidligere nævnt behæftet med en usikkerhed, da Nørresundbygrenen det meste af året var lukket i nordgående retning pga. af en genopbygning af motorvejsbroen. Effekten er svær at se ud fra grafen for ugetrafikken i hverdagene, jf. figur 3.4 og figur 3.5, og øjensynligt er trafikken ikke ændret markant fra uge 41 til 43. Der sker et naturligt fald i trafikmængden i uge 42, da denne uge er skolernes efterårsferie, men det nordgående spor følger den ugentlige udvikling for det sydlige spor over hele perioden, så det kunne tyde på at effekten af broarbejdet ikke har været markant.

De mange ligheder mellem trafikken i 2007 og 2008 i det sydlige spor i Limfjordstunnelen tyder på, at dataene er troværdige og kan benyttes til yderligere analyser og fremskrivninger. Alternativt kan der være en systematisk fejl i spolerne, men dette er der intet belæg for er gældende.

4 Trafikken i myldretiden ved Limfjordstunnelen

Trafikken i hverdagens spidsperioder beskrives yderligere ved hjælp af trafikdata fra Quo Vadis-projektet, hvor spoler registrerer trafikken på minutbasis - både med hensyn til type og hastighed. Der er indhentet yderligere data fra et startende projekt med videodetektering i Limfjordstunnelen for at kunne verificere Quo Vadis-dataenes fordeling af trafikken i spidsperioderne.

4.1 Quo Vadis-data

Trafikdataene fra Vejdirektoratet er målt på timebasis, men trængselsperioden i Limfjordstunnelen knytter sig nødvendigvis ikke til en hel time. Derfor er der blevet indhentet data fra spoler til Quo Vadis, der måler trafikken på minutbasis, både i forhold til trafikmængde, -type og middelhastighed.

Trafikdataene fra Quo Vadis-spolerne ligger kun lagret nogle få dage inden de bliver slettet igen. Derfor har det været nødvendig til nærværende projekt, at få ingeniørfirmaet ÅF - Hansen & Henneberg, der har adgang til Quo Vadis-dataene, til at lave daglige udtræk fra systemet for perioden fra den 24. marts til den 26. april 2009.

Quo Vadis-dataene benyttes i nærværende projekt til at bestemme fordelingen af trafikken i myldretiden i Limfjordstunnelen, mens der vil blive benyttet trafikdata fra Vejdirektoratets spoler til bestemmelse af trafikintensiteten i myldretiden om morgenen og eftermiddagen - både til analyser og simuleringer.

Til projektet er der blevet indhentet trafikdata fra flere kilder for at kontrollere rigtigheden af den fremskrevne trafik.

4.2 Indhentet trafikdata

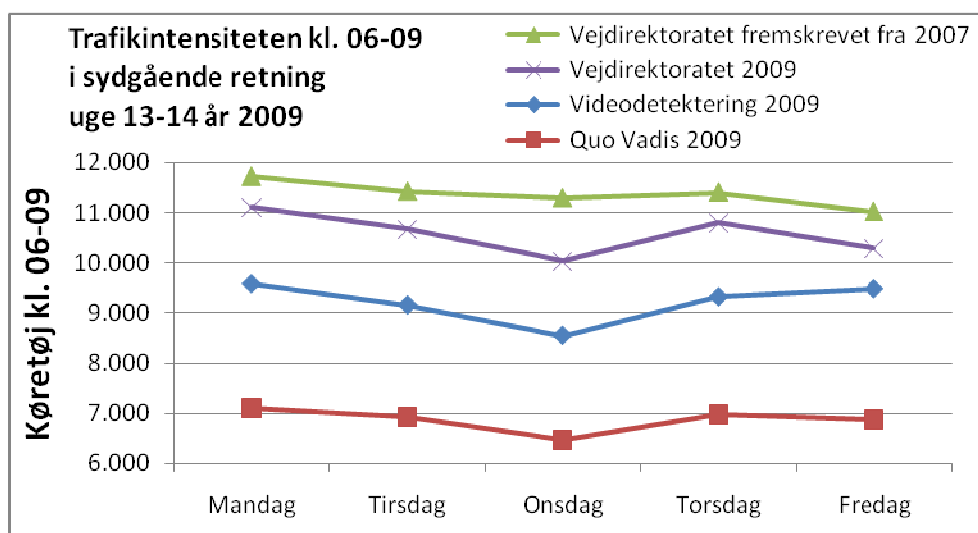
Dataene fra Quo Vadis har vist sig ikke, at stemme overens med de forventede trafikmængder en fremskrivning af Vejdirektoratets målinger giver. Derfor er der indhentet trafikdata fra et forsøg med nummerpladedetektering i Limfjordstunnelen, der er i sin opstartsfasen. Disse data er dog heller ikke nødvendigvis den fulde

sandhed, da systemet stadig kan være behæftet med opstartsproblemer. Det har til nærværende projekt kun været muligt at indhente data fra videodetekteringen for den sydgående kørselsretning på kvartersbasis.

Al data til kontrollen er fra hverdage i uge 13 og uge 14 i 2009 for perioden kl. 06-09 i sydgående retning.

Tidligere i nærværende projekt er der blevet beskrevet en fremskrivningsfaktor på 5,3% p.a. for morgentrafikken mellem kl. 06 og kl. 09. Denne fremskrivning benyttes til at fremskrive Vejdirektoratets data fra uge 13 i 2007, således fremskrivningen kan medgå i en sammenligning med trafikdatene fra andre målemetoder.

Alle fire målinger giver forskellige resultater for trafikken i år 2009, jf. figur 4.1.



Figur 4.1: Trafikintensiteten i sydgående retning i Limfjordstunnelen målt i uge 13 og 14 år 2009 med forskellige systemer. Mængderne fra Vejdirektoratet er begge fra uge 13 hhv. år 2007 og 2009. Trafikmængden fra år 2007 er fremskrevet med 5,3% p.a.

Målinger, jf. figur 4.1, er - som beskrevet tidligere - fra hverdage i uge 13 og uge 14 i år 2009. Det har ikke været muligt at finde en sammenhængende uge, hvor der ikke har været store unøjagtigheder pga. helligdage, vejarbejde eller andre hændelser, der er det valgt at benytte hverdage fra to på hinanden efterfølgende uger:

- mandag d. 30. marts
- tirsdag d. 31. marts
- onsdag d. 25. marts
- torsdag d. 26. marts
- fredag d. 27. marts

Onsdag d. 25 marts 2009 var der en hændelse i det østlige tunnelrør, der gjorde, at al trafikken blev ledt gennem det vestlige rør. Dette er givetvis grunden til den lavere trafikmængde for de tre målinger om onsdagen, jf. figur 4.1.

Forskelle på dataene

Fremskrivningen af Vejdirektoratets trafikdata er sket med 5,3% p.a., hvilket er trafikstigningen fra 2007 til 2008 i den sydgående retning i perioden kl. 06-09, jf. *Afsnit 3.3 - Den trafikale udvikling fra år 2007 til 2008*. Dette er nødvendigvis ikke en repræsentativ fremskrivning, men det må antages, at den trafikale stigning i spidsperioderne er højere end den gennemsnitlige stigning i årsdøgntrafikken, der siden 1990 har ligget på ca. 3% p.a. Der er blevet indhentet yderligere data fra Vejdirektoratets spoler for uge 13 år 2009. Disse trafikmængder ligger ca. 7% under de fremskrevne, jf. tabel 4.1, hvilket kunne skyldes, at den trafikale udvikling i år 2009, grundet den globale finanskrisen, ikke er steget i samme grad som tidligere.

Fremskrivningen af Vejdirektoratets målinger fra 2007 giver den største trafikintensitet i hverdagen af de fire målinger. Videotekteringen ligger 19% under, mens dataene fra Quo Vadis ligger 40% under i morgentimerne, jf. tabel 4.1.

Tabel 4.1: Forskellene på målinger af trafikdata i perioden mellem kl. 06 og kl. 09 på hverdage i uge 13 og 14 år 2009.

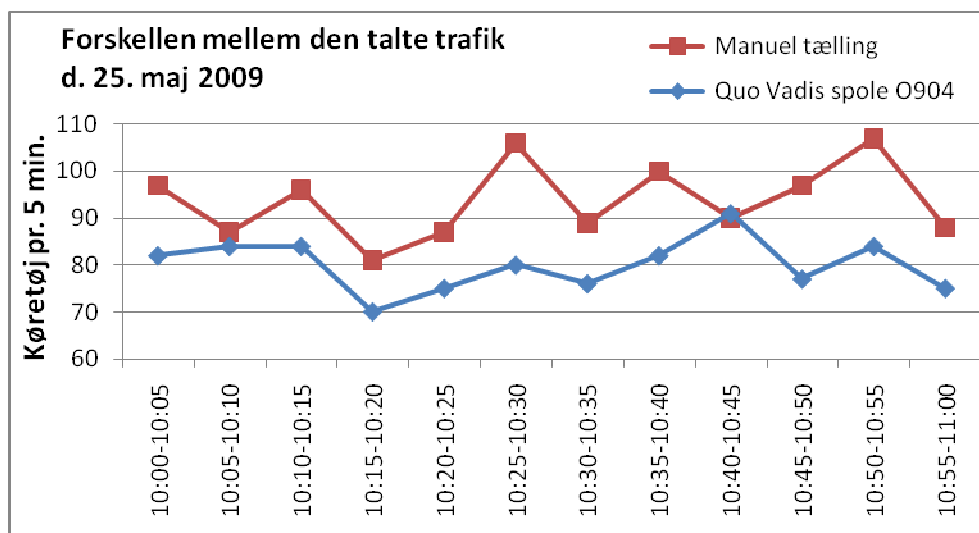
Uge 13-14 år 2009		Vejdirektoratet 2007 fremskrevet med 5,3% p.a.
	Trafikmængde kl. 06 til kl. 09	gns. 11.379 ktj.
<i>Quo Vadis 2009</i>	gns. 6.873 ktj.	-40%
<i>Videotektering 2009</i>	gns. 9.212 ktj.	-19%
<i>Vejdirektoratet 2009</i>	gns. 10.577 ktj.	-7%

De store forskelle mellem målingerne for uge 13 år 2009 skaber usikkerhed omkring den reelle trafiksituation ved Limfjordstunnelen. Videotekteringen er i en opstartsfase, der endnu ikke er fejlfri, men det virker mest sandsynligt, at systemet overser en nummerplade - f.eks. på en personbil bag en lastbil - end at den registrerer flere, end der reelt er.

Efterkontrol med manuelle tællinger

Efterfølgende er Quo Vadis-dataene blevet kontrolleret yderligere ved en manuel tælling, der blev foretaget den 25. maj 2009 fra kl. 10 til kl. 11. Denne kontrol viste en afvigelse på 15% set over hele timen, jf. figur 4.2. Afvigelsen er mindre end den målte mellem Vejdirektoratets spoler og Quo Vadis-spolerne fra 2009 i perioden kl. 06-09, der lå på 35%. Dette kunne skyldes, at Quo Vadis-spolerne har proble-

mer med at måle trafikdata ved tætkørende trafik i myldretiden. En anden forklaring kunne være, at Vejdirektoratets spoler ligeledes er behæftet med fejlmålinger.



Figur 4.2: Forskellen mellem trafikdata fra Quo Vadis og manuelle tællinger foretaget den 25. maj 2009 i perioden kl. 10-11 i nordgående retning syd for Limfjordstunnelen.

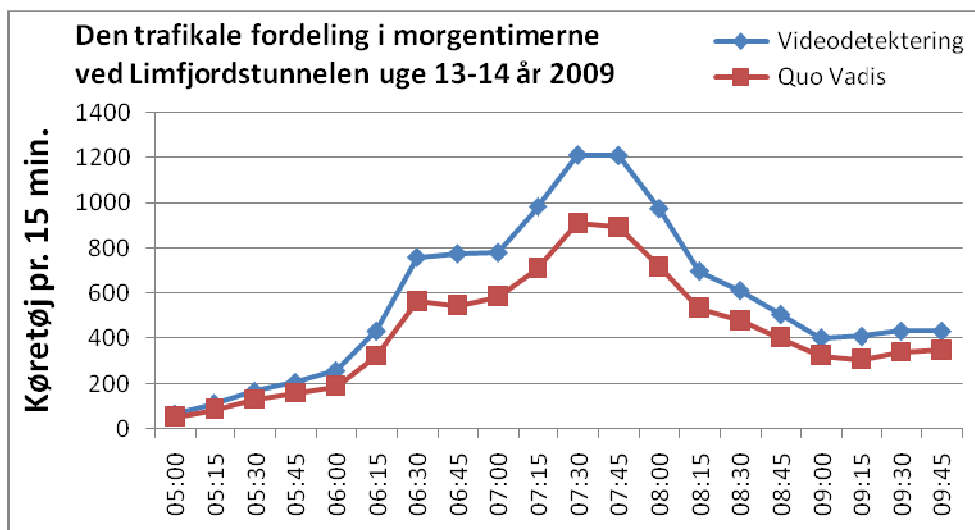
Benyttede data til beskrivelse af myldretiden ved Limfjordstunnelen

Umiddelbart ser det ud til at den benyttede fremskrivningsfaktor på 5,3% p.a. er for høj i forhold til de indhentede trafikdata for uge 13 i 2009, jf. figur 4.1. Alligevel benyttes denne fremskrivningsfaktor videre i projektet til fremskrivning af trafikken ved Limfjordstunnelen i morgen- og eftermiddagstimerne.

Til beskrivelse af myldretiden ses som i foregående afsnit på situationen i år 2007 ud fra Vejdirektoratets målinger, da disse data er et gennemsnit af hverdagsdøgntrafikken over hele året og ikke blot et udsnit fra en uge.

4.3 *Fordelingen af trafik i spidsperioderne i Limfjordstunnelen*

Dataene fra Quo Vadis benyttes i nærværende projekt til at fordele Vejdirektoratets timetrafik i intervaller af fem min. Til trods for Quo Vadis-spolernes manglende trafikmålinger viser en sammenligning med videodetekteringen, at fordelingen i timen er sandsynlig, jf. figur 4.3.



Figur 4.3: Fordelingen af trafik på kvartersbasis i sydgående retning ved Limfjordstunnelen.

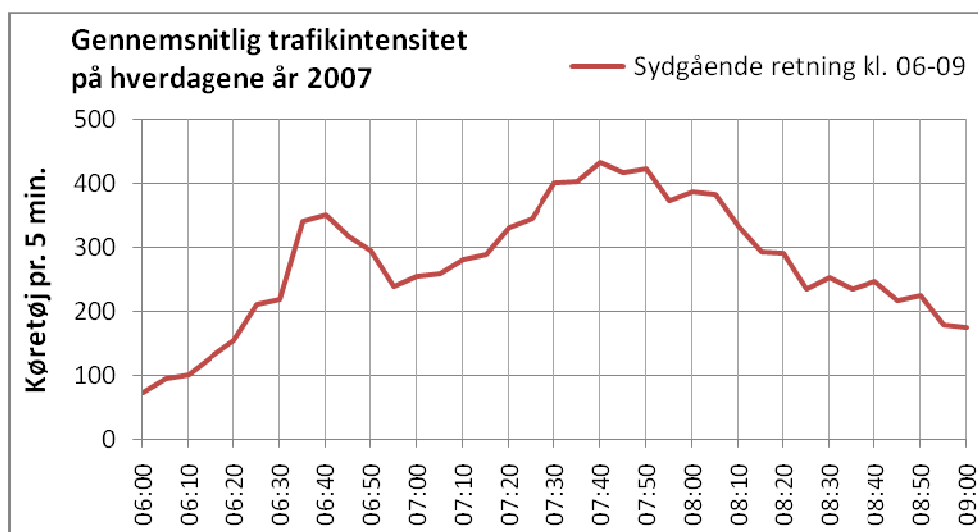
Tendensen på figur 4.3 lader til at være, at forskellen mellem videodetekterings og Quo Vadis-spolernes målinger øges jo større trafikintensiteten bliver. Dette kunne være et incitament for at Quo Vadis-spolernes målinger bliver ringere jo større trafikintensiteten bliver på E45 ved Limfjordstunnelen.

Derfor benyttes kun Quo Vadis-dataenes fordeling af trafikken i 2009 til at beskrive morgen- og eftermiddagssituationen ved Limfjordstunnelen i 2007.

For morgentimerne benyttes spole V937, jf. Bilag A: Placering af Quo Vadis-spolerne, der er placeret umiddelbart nord for Limfjordstunnelen, mens at eftermiddagstimerne beskrives ved to spoler. Den ene er spole O008, der dækker de to nordgående spor fra Kridtsvinget, og den anden er spole O922, der dækker de to nordgående spoler på Motorvej E45 umiddelbart syd for Limfjordstunnelen og Kridtsvingets tilkobling til motorvejen.

Trafikken i morgenmyldretiden

Trafikken i sydgående retning ved Limfjordstunnelen danner to spidsperioder i morgentimerne. Den første ligger placeret i en 20 minutters periode med spids kl. 06:40, jf. figur 4.4. Denne spidsperiode skyldes formentlig håndværkere og andre timelønnede, der skal møde på bygge- eller arbejdspladser kl. 07 et sted i Aalborg-området.

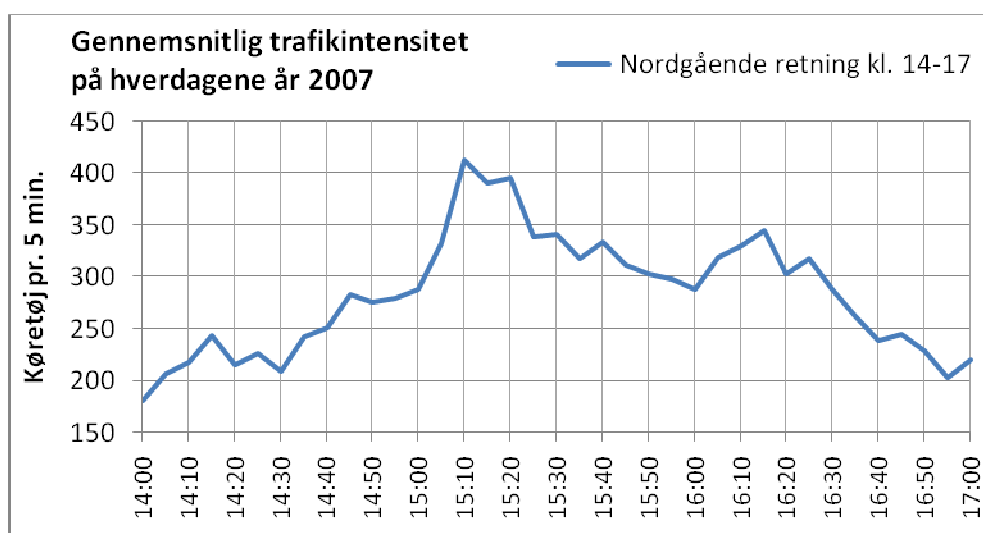


Figur 4.4: Trafikintensiteten i morgentimerne i 2007 i sydgående retning fra Vejdirektoratets målinger fordelt på intervaller af fem min. efter Quo Vadis-dataene.

Den efterfølgende spidsperiode er mere spredt ud og dækker mere end en halv time fra kl. 07:25 til kl. 08:05, jf. figur 4.4. I denne periode passerer hovedparten af de folk, der møder på arbejde mellem kl. 08:00 og kl. 08:30 i Aalborg-området.

Trafikken i eftermiddagsmyldretiden

Trafikken i nordgående retning danner en spidsperiode i eftermiddagstimerne omkring kl. 15 og yderligere en mindre kl. 16:15, jf. figur 4.5. Den første - og kraftigste - varer 25 min. fra kl. 15:00 til kl. 15:25, men topper reelt set blot 10 min. fra kl. 15:10 til kl. 15:20.



Figur 4.5: Trafikintensiteten i eftermiddagstimerne i 2007 i nordgående retning fra Vejdirektoratets målinger fordelt på intervaller af fem min. efter Quo Vadis-dataene fra spole 0008 og 0922.

5 Hastighedsfordelingen ved Limfjordstunnelen

Ved Limfjordstunnelen er hastigheden påvirket af både trængslen i spidsperioderne, mange flettemanøvrer i forbindelse med til- og frakørsler samt de variable hastighedstavler, der aktiveres ved hændelser ved tunnelen eller begyndende kødannelse. Derfor varierer hastigheden ikke kun over døgnet, men også langs motorvejen.

5.1 *Benyttet data*

Til bestemmelse af hastigheden på Motorvej E45 ved Limfjordstunnelen benyttes dataene fra Quo Vadis-spolerne. Til analyserne er der sammensat en hverdagsuge for morgentrafikken i sydgående retning og en anden hverdagsuge for eftermiddagstrafikken i nordgående retning, hvor der ikke har været hændelser ved Limfjordstunnelen - begge fra foråret 2009. Desuden analyseres hastighederne på enkelte dage, hvor der har været en hændelse ved tunnelen, der har aktiveret de variable hastighedstavler.

5.2 *Hastigheden i morgen- og eftermiddagstimerne*

Hastigheden i både nord- og sydgående kørselsretning på motorvejen ved Limfjordstunnelen varierer både over døgnet, men også de forskellige spor imellem. Variationen sker som følge af den varierende trafikintensitet, der belaster E45 i løbet af dagen. Desuden opnår trængslen nogle hverdage en størrelse, der gør, at de variable hastighedstavler aktiveres og nedskilte hastigheden på strækningerne frem til Limfjordstunnelen fra både nord og syd. Derfor beskrives spidsperioderne i det følgende ikke blot i situationer, hvor hastigheden er nedskiltet, men også i spidsperioder, hvor hastighedsbegrænsningen er forblevet 90km/t.

Aktivering af de variable hastighedstavler

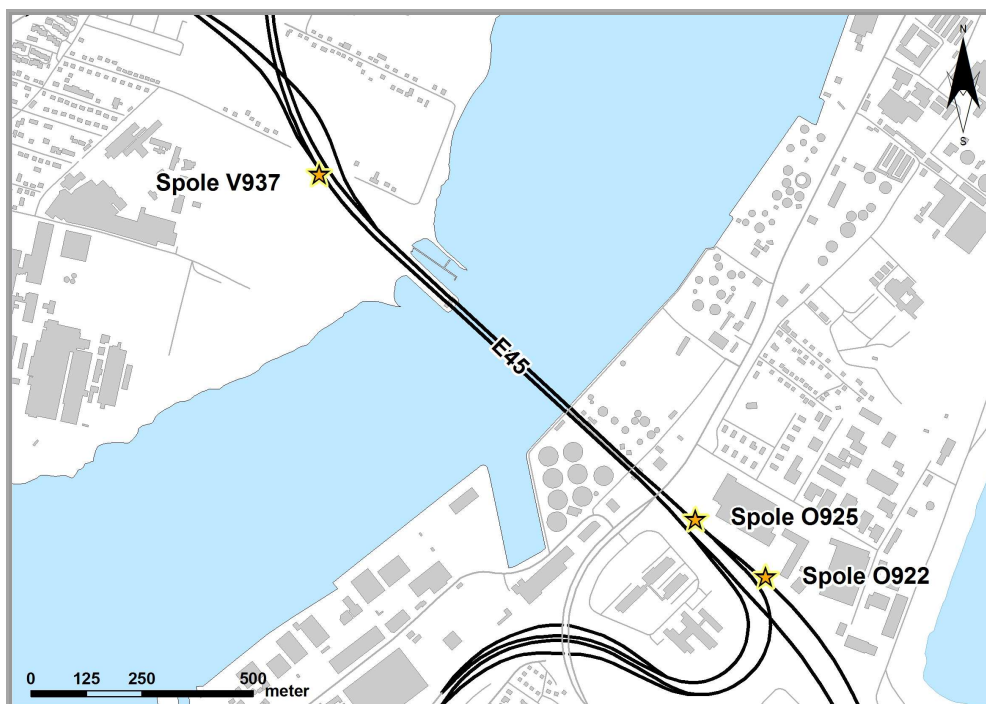
De enkelte hverdage ligner ikke nødvendigvis hinanden, og det er ikke hver morgen eller eftermiddag, at de variable hastighedstavler kommer i funktion. Dette

viser en log-fil, der er blevet stillet til rådighed af Vejdirektoratet for perioden den 22. marts til 30. april 2009, jf. Bilags-CD'en. I denne log-fil er de variable hastighedstavlers visninger opgjort for perioden. I perioden var der 26 hverdage - fraregnet helligdage. På 14 af disse hverdage blev hastigheden nedskiltet i morgentimerne mellem kl. 07 og kl. 09 i sydgående retning. I nordgående retning blev de variable hastighedstavler aktiveret ni gange i eftermiddagsperioden kl. 14-17.

Spolerne ved Limfjordstunnelen

Til undersøgelse af hastigheden ved Limfjordstunnelen er valgt de Quo Vadis-spoler, der ligger nærmest Limfjordstunnelen. Desværre giver spole O925 ingen data, hvorfor der er benyttet data fra spole O922, jf. figur 5.1. Denne spole medtager ikke trafikmængden, der kommer fra Kridtsvinget, men er bedste alternativ for den nordgående trafik syd for Limfjordstunnelen. Spolen dækker begge nordgående spor. Spolernes nummerering henviser til deres placering på Motorvej E45, hvorfor O925 ligger i det østlige spor i kmt 292.0500.

I den sydgående retning hentes data fra spole V937, der ligger nærmest Limfjordstunnelen. Denne spole dækker alle tre sydgående spor.



Figur 5.1: De benyttede Quo Vadis-spolders relative placering ved Limfjordstunnelen. Spolernes bogstavbetegnelse henviser til placering i østlig (O) eller vestlig (V) kørebane. Talbetegnelser henviser til kilometrerne, hvor de er placeret på E45.

Hastighedsprofilen i morgentimerne *uden* hændelser i tunnelen

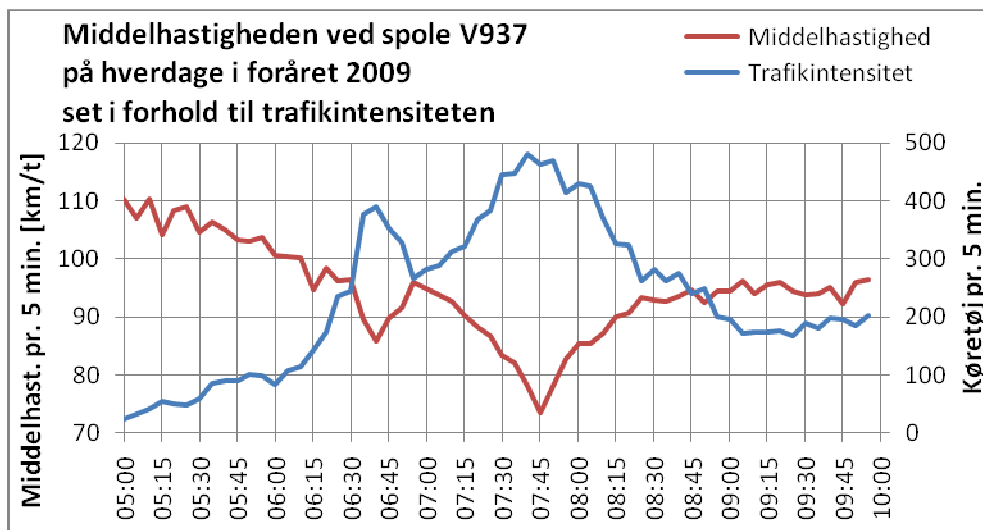
Der er to forskellige situationer, der analyseres mht. hastigheden for morgentrafikken. Den første er i hverdagsituationen, hvor de variable hastighedstavler *ikke* har været aktiveret pga. hændelser ved Limfjordstunnelen. Derfor har der været en hastighedsbegrænsning på 90km/t i den pågældende situation ved spole V937 nord for tunnelen.

Middelhastighederne er fra V937 fra følgende hverdage:

- Mandag d. 30. marts 2009
- Tirsdag d. 31. marts 2009
- Onsdag d. 1. april 2009
- Torsdag d. 23. april 2009
- Fredag d. 27. marts 2009

Det har ikke været mulig ud fra dataene fra foråret 2009, at finde en sammenhængende hverdagsuge, hvor der ikke enten har været helligedage, vejarbejde eller andre hændelser, der har påvirket målingerne. Derfor er der blevet sammensat en hverdags uge af hverdage fra forskellige uger.

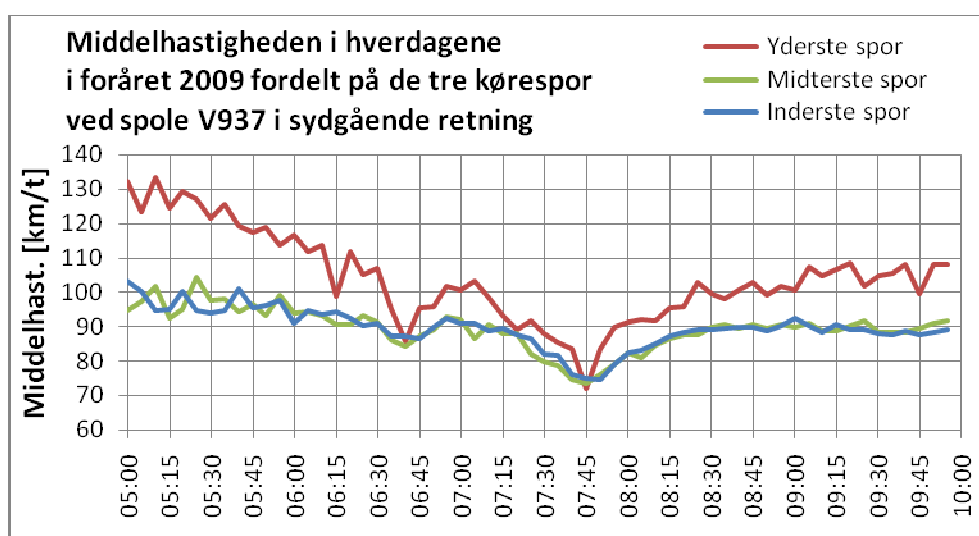
I situationen uden hændelser ses det, at middelhastigheden i de tre sydgående spor optræder som funktion af trafikintensiteten, jf. figur 5.2. Omkring spidsperioderne kl. 06:40 og 07:45 ses markante fald i middelhastigheden, der når under 75km/t, hvor det går langsomt.



Figur 5.2: Middelhastigheden målt i intervaller af fem min. i sydgående retning ved spole V937 fra fem hverdage (man.-fre.) i perioden d. 23. marts til 24. april 2009, hvor de variable hastighedstavler ikke var aktiveret. Trafikintensiteten er en fremskrivning på 5,3% p.a. af HDT fra 2007 fordelt på intervaller af fem min. efter Quo Vadis-dataene.

Efter den sidste spidsperiode ses det, at middelhastigheden over de tre spor, efter kl. 08:30 og frem, stabiliseres og holdes omkring de 95km/t, jf. figur 5.2.

Middelhastigheden i de enkelte spor varierer. Bilisterne i det yderste spor kører konsekvent over hastighedsgrænsen på de 90km/t, jf. figur 5.3. Det er samtidig det yderste spor, der er mest følsom for trængslen mht. middelhastigheden. Det inderste spor benyttes formentlig primært af bilister, der skal benytte frakørsel 23 - Kridtsvinget - syd for Limfjordstunnelen, da sporet her bliver en del af frakørslen. Det midterste spor fortsætter efter tunnelen som det inderste spor på motorvejen, der bliver to-sporet i sydgående retning, hvorfor både person- og lastbiler, som skal videre syd på, vælger at blive liggende i det midterste spor igennem Limfjordstunnelen. Dette er givetvis grunden til, at der sker en harmonisering af middelhastigheden på disse to spor, jf. figur 5.3.



Figur 5.3: Middelhastigheden målt i intervaller af fem min. i de tre spor i sydgående retning nord for Limfjordstunnelen i hverdage.

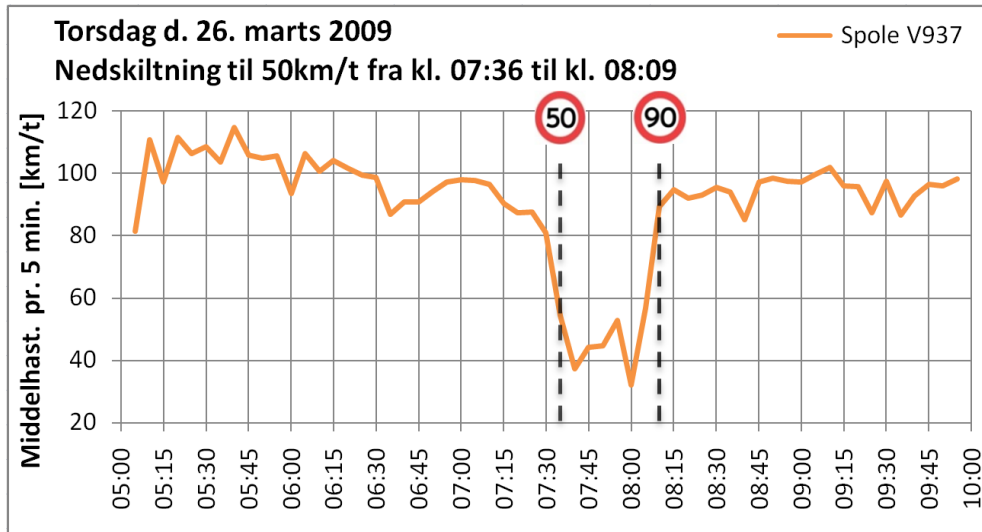
Efter spidsperioden omkring kl. 07:45, ses en stabilisering i middelhastigheden på alle tre spor. Det inderste og midterste ligger med en middelhastighed på 90km/t, hvilket kunne skyldes lastbilerne, mens det yderste spor igen bliver et overhalingsspor, hvor hastigheden er ligge på 105-110km/t i gennemsnit, jf. figur 5.3. Lastbilerne må på de danske motorveje højst køre 80km/t, men mange har en fartbegrænsning på 90km/t, hvilket en del af lastbilchaufførerne udnytter.

Hastighedsprofiler i morgentimerne med hændelser i tunnelen

De morgener, der rammes af hændelser eller større trængselsproblemer, nedskiltes de variable hastighedstavler til 50km/t ved Limfjordstunnelen. En sådan dag var den 26. marts 2009, hvor der var indført en hastighedsbegrænsning på 50km/t ved tunnelen fra kl. 07:36 til kl. 08:09.

Hastighedsfordelingen ved Limfjordstunnelen

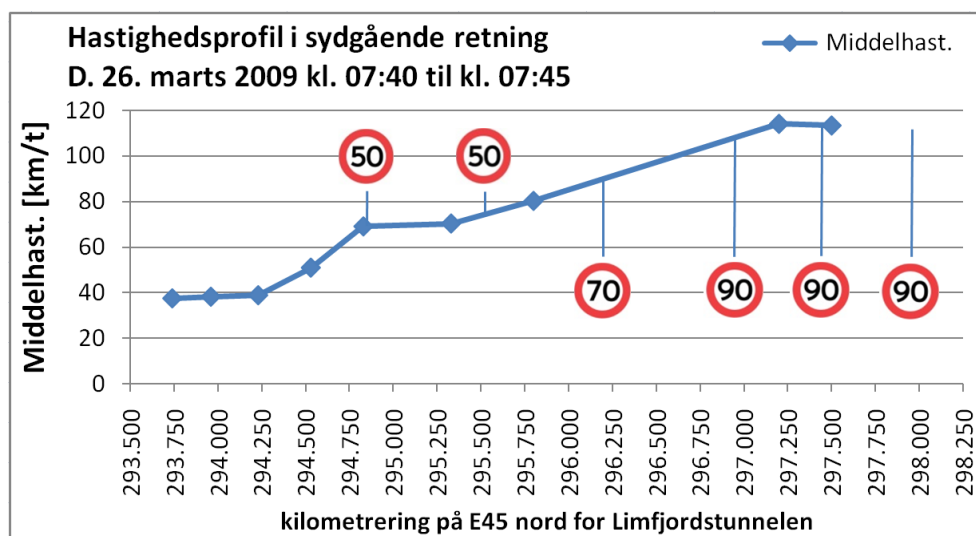
Middelhastigheden falder markant kort inden hastighedsbegrænsningen indtræder og forbliver på ca. 40km/t indtil kl. 08:00, hvor hastigheden igen stiger, jf. figur 5.4. Først efter middelhastigheden er nået 90km/t opskiltes de variable hastighedsskilte til 90km/t. Dette kan skyldes, at trængslen er blevet tilpas mindre, hvorfor bilisterne igen vælger at overskride hastighedsbegrænsningen. Det kan dog også skyldes at tiderne er behæftet med en hvis usikkerhed, da det ikke er kendt om logfilen og dataene fra Quo Vadis kører efter synkroniserede ure.



Figur 5.4: Middelhastigheden ved spole V937 nord for Limfjordstunnelen i sydgående retning d. 26. marts 2009, hvor der var indført hastighedsbegrænsning på 50km/t fra kl. 07:36 til kl. 08:09.

Der er placeret flere Quo Vadis-spoler nord for Limfjordstunnelen i sydgående retning. Disse er benyttet til at lave et hastighedsprofil for strækningen mod Limfjordstunnelen. Middelhastighederne er alle fra perioden fra kl. 07:40 til kl. 07:45 og altså ca. fem min. efter nedskiltningen d. 26. marts blev aktiveret, jf. figur 5.5, hvor seks af syv variable hastighedsskiltes placering og visning er medtaget.

Middelhastigheden ligger ca. 20km/t over den skilte på det meste af strækningen. De variable hastighedstavler virker angiveligt som en opfordring til at sænke hastigheden og ikke som en hastighedsgrænse. Derfor sænker bilisterne først hastigheden - populært sagt - når de ser starten på kødannelsen. Hastigheden når derfor først ned på den skilte hastighed på 50km/t ca. én kilometer efter bilisterne bliver præsenteret for det første skilt, jf. figur 5.5. Efterfølgende ligger middelhastigheden sig på ca. 40km/t, hvilket må antages at skyldes kødannelse før Limfjordstunnelen.



Figur 5.5: Middelhastigheden på E45 i sydgående retning nord for Limfjordstunnelen torsdag d. 26. marts 2009 fra kl. 07:40 til kl. 07:45. Kørselsretningen er mod kilometeringen. Tunnelen starter ca. i kmt 293.0300, der ligger uden for figuren.

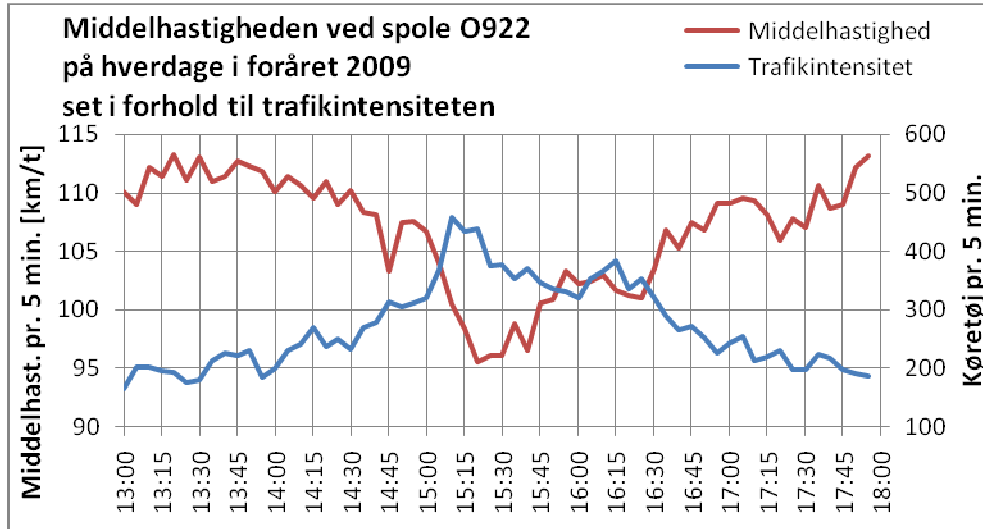
Hastighedsprofilet i eftermiddagstimerne *uden* hændelse i tunnelen

Eftermiddagssituationen er i lighed med om morgenen stærkt påvirket af trængslen ved Limfjordstunnelen, derfor analyseres både situationer med og uden trængsel eller hændelser, der aktiverer de variable hastighedstavler. Middelhastighederne til eftermiddagssituationen uden hændelser i tunnelen er fra spole O922, jf. figur 5.1, fra perioden:

- Mandag d. 30. marts 2009
- Tirsdag d. 31. marts 2009
- Onsdag d. 25. marts 2009
- Torsdag d. 26. marts 2009
- Fredag d. 27. marts 2009

I lighed med morgentimerne afhænger middelhastigheden i høj grad af trafikintensiteten.

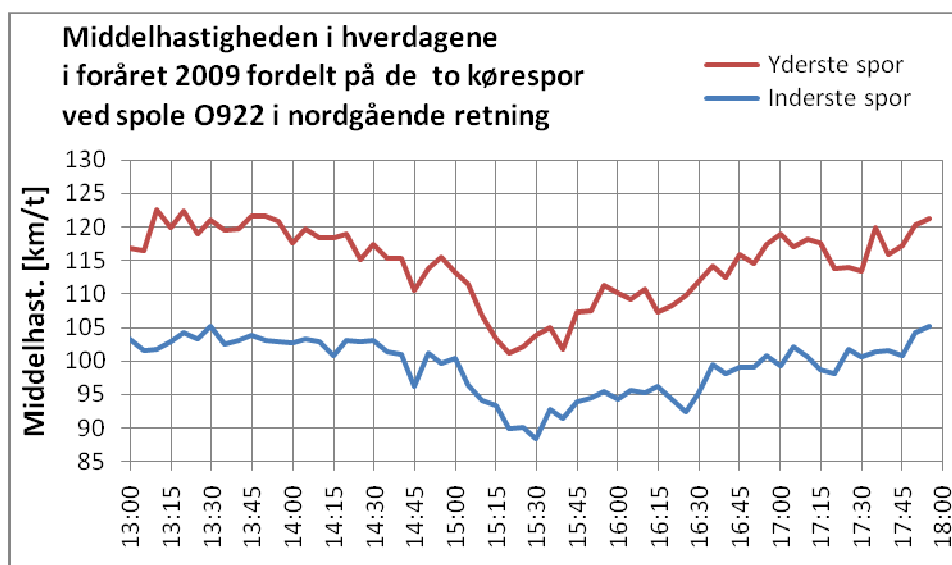
Middelhastigheden ligger ved lav trafikintensitet på over 110km/t, jf. figur 5.6, til trods for, at hastighedsgrænsen er 90km/t. Det viser sig at på dage, hvor der ikke har været trængselsproblemer, holdes den gennemsnitlige hastighed i eftermiddagstimerne over 95km/t. Dette kunne skyldes motorvejens vertikale forløb i nordgående retning syd for Limfjordstunnelen, der har en betydelig hældning ned mod tunnelen.



Figur 5.6: Middelhastigheden målt i intervaller af fem min. i nordgående retning ved spole O922 fra fem hverdage (man.-fre.) i perioden d. 25. marts til 30. marts 2009, hvor de variable hastighedstavler ikke var aktiveret. Trafikintensiteten er en fremskrivning på 5,3% p.a. af HDT fra 2007 fordelt på intervaller af fem min. efter Quo Vadis-dataene.

Opdeles middelhastigheden på de to spor, ses det at middelhastigheden i det inderste ligger på over 100km/t, mens det yderste spor kommer op på ca. 120km/t i perioder med mindre trængsel, jf. figur 5.7. Middelhastigheden i det inderste spor, hvor den tunge trafik fortrinsvist vil placere sig, ligger altså 10km/t over den tilladte hastighed for personbilerne. Kun omkring kl. 15:15, hvor trængslen er størst kommer hastighederne ned omkring de tilladte 90km/t i det inderste spor, jf. figur 5.7.

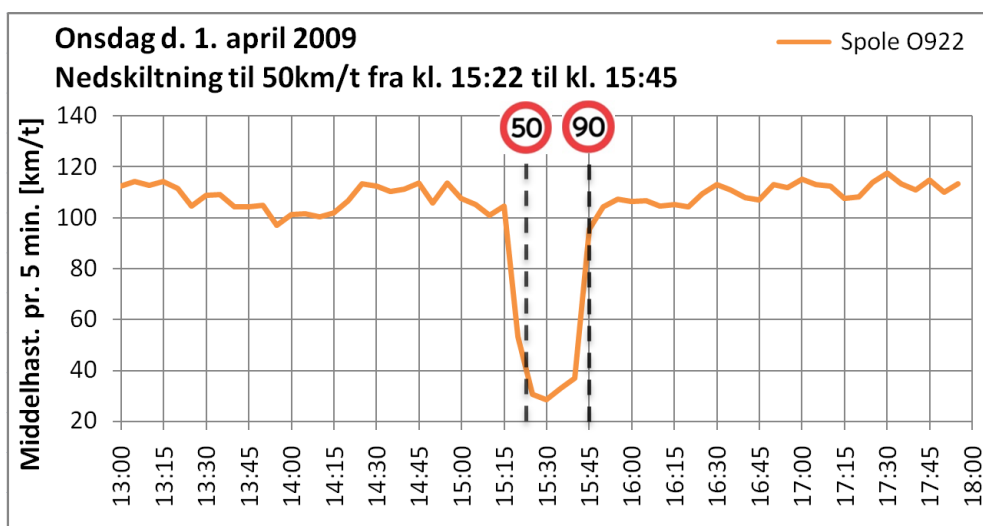
Der er en stort set konstant forskel på middelhastighederne i de to nordgående spor på ca. 15-25km/t i eftermiddagstimerne.



Figur 5.7: Middelhastigheden målt i intervaller af fem min. i de to spor i nordgående retning syd for Limfjordstunnelen i hverdagene.

Hastighedsprofilen i eftermiddagstimerne med hændelse i tunnelen

Om eftermiddagen onsdag d. 1. april blev hastighedsbegrænsningen ved Limfjordstunnelen skiltet ned til 50km/t. I perioden op til nedskiltning er middelhastigheden på ca. 110km/t, jf. figur 5.8, som ligeledes gjorde sig gældende på hverdage uden større trængsel, jf. figur 5.6.



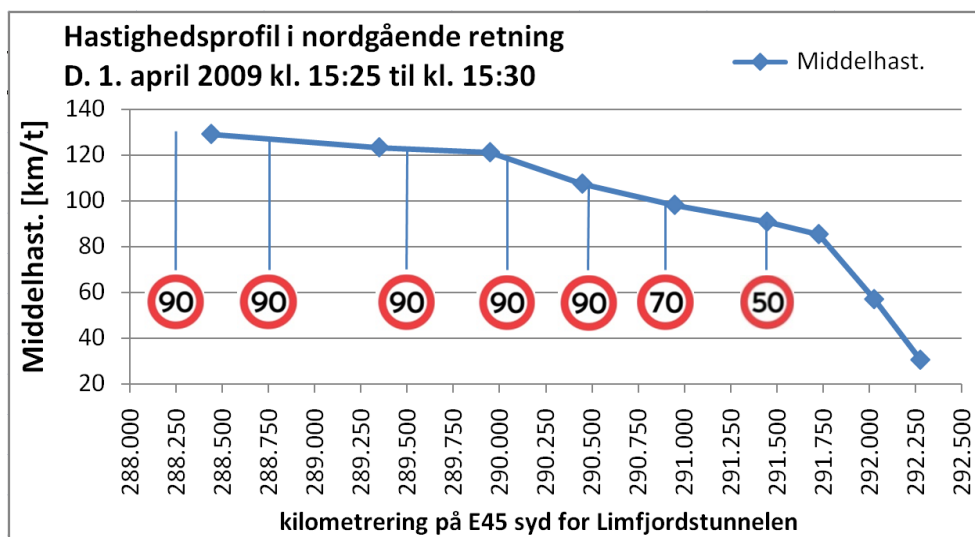
Figur 5.8: Middelhastigheden ved spole O922 syd for Limfjordstunnelen i nordgående retning d. 1. april 2009, hvor der var indført hastighedsbegrænsning på 50km/t fra kl. 15:22 til kl. 15:45.

De variable hastighedstavler skilte først med 50km/t efter middelhastigheden er under, hvorfor middelhastigheden må skyldes kødannelse grundet trængsel ved Limfjordstunnelen. Trængslen får middelhastigheden til at falde fra ca. 100km/t til

Hastighedsfordelingen ved Limfjordstunnelen

ca. 30km/t på 10 min. fra kl. 15:15 til kl. 15:25. I samme stil øges middelhastigheden eftersom trængslen fortager fra kl. 15:40 til kl. 15:45, hvor middelhastigheden igen når ca. 110km/t, jf. figur 5.8.

Der er placeret syv variable hastighedstavler syd for Limfjordstunnelen i nordgående retning. Deres visning d. 1. april 2009 i perioden kl. 15:25-15:30 er angivet på figur 5.9 sammen med den pågældende middelhastighed fra Quo Vadis-spolerne.



Figur 5.9: Middelhastigheden på E45 i nordgående retning syd for Limfjordstunnelen torsdag d. 1. april 2009 fra kl. 15:25 til kl. 15:30. Kørselsretningen er med kilometreringen. Tunnelen starter ca. i kmt 292.0800, der ligger uden for figuren.

Middelhastigheden ligger langt over de viste hastighedsgrænser, dog falder den støt i takt med, at hastighedsbegrænsningen bliver 70km/t og 50km/t ned mod Limfjordstunnelen, der starter i ca. kmt 292.0800, jf. figur 5.9. Den gennemsnitlige hastighed på det danske motorvejsnet med en hastighedsbegrænsning på 110km/t lå marts og april måned i både i 2008 og 2009 er på ligger på 117-118km/t for person- og varebiler [vejdirektoratet.dk, 2009], derfor virker en middelhastighed på ca. 130km/t inden og under hastighedsbegrænsningen på 90km/t, som meget høj. Dette kunne tyde på en fejl på Quo Vadis-spolernes hastighedsmålinger, men uden yderligere referencer til hastigheden på motorvejsnettet ved Aalborg, arbejdes der i nærværende projekt videre med dataene.

Først efter den fjerde variable hastighedstavle, der viser en hastighedsbegrænsning på 90km/t, sænkes hastigheden til under 120km/t. Samtidig er middelhastigheden stadig på 90km/t, når bilisterne bliver præsenteret for en hastighedsbegrænsning på 50km/t. Dette viser - som situationen om morgenen d. 26. marts - at bilisterne først sænker hastigheden, når de kan se kødannelsen.

Hvis hastighedsmålingerne fra Quo Vadis-dataene er rigtige, virker det til, at trafikanterne blot bruger hastighedsbegrænsningerne som en vejledning, som de kan vælge at følge. Det er en dårlig tendens, at hastighedsbegrænsningerne opfattes som vejledende, men det kan skyldes, at trafikanterne ikke mener, at de 90km/t er en passende hastighed på motorvejen, når trafikintensiteten er lav. Derfor ignorerer bilisterne skiltningen, hvilket de overfører til situationen i myldretiden, hvor skiltningen har sin berettigelse. Denne tendens gør sig både gældende i nord- og sydgående retning. Det bør derfor overvejes om hastigheden skal skiltes op uden for myldretiden til 110km/t frem til tunnelen, eller om der skal indføres en form for hastighedskontrol ved Limfjordstunnelen.

6 Det nuværende udstyr

Trafikafviklingen ved Limfjordstunnelen styres af politiet, der overvåger hele strækningen fra Th. Sauers Vej i syd til Vodskov i nord vha. videokameraer og spoler i vejen. Derved får politiet løbende oplysninger om trafikken og kan foretage de nødvendige foranstaltninger, hvis dette skulle være nødvendigt. Desuden er der et kontrolrum ude ved Limfjordstunnelen, hvorfra strækningen også overvåges. Denne overvågning er dog rettet mod selve driften af tunnelen og systemerne til styring af trafikken, men kan i nødstilfælde benyttes som backup for politiet, hvis forbindelsen til politistationen skulle gå ned. I det følgende vil de forskellige trafikstyringssystemer blive gennemgået.

6.1 Trafikstyringsanlæg

Ved Limfjordstunnelen er der installeret et trafikreguleringssystem, som gør det muligt at styre trafikken gennem tunnelen. Systemet giver mulighed for følgende foranstaltninger [Vejdirektoratet, 2008]:

- Hastighedsbegrænsning
- Lukning af enkelte vejbaner
- Lukning af tunnelrør
- Overledning af trafik mellem tunnelrør

Systemet med bomme og tavler over kørebanerne, jf. figur 6.1, strækker sig en km nord og syd for tunnelen og skal oplyse og guide bilisterne udenom evt. lukkede kørebaner eller lede trafikken over i det modsatte tunnelrør. Skiltene over hver enkelt kørebane angiver om kørebanen er åben eller lukket for trafik. Systemet virker også i den modsatte retning, således at bilisterne, der er blevet ledt over i den modsatte rør, også får informationer om hvilke kørebaner, der er åbne i deres retning.

Ved overledning af trafikken fra det ene tunnelrør til det andet er kørebanen i midten af røret lukket for al trafik og hastigheden reduceres til 50km/t. Dette gøres af sikkerhedsmæssige årsager, da risikoen for et uheld mellem modkørende bliver reduceret. Hvis der skete en hændelse, når der i forvejen kun er ét tunnelrør tilgæn-

geligt for trafikken, skal trafikken i stedet ledes over Limfjordsbroen, med de trafikproblemer det giver til følge.



Figur 6.1: Trafikstyring ved Limfjordstunnelen, set fra syd [Vejdirektoratet, 2008].

6.2 *Automatic Incident Detection*

I år 2004 blev der installeret et nyt system til at overvåge trafikken i Limfjordstunnelen. Det nye system – kaldet Automatic Incident Detection (AID) – benytter sig af videoovervågning til at registrere langsomtkørende og standsede køretøjer i tunnelen og på motorvejen omkring Limfjordstunnelen, hvor der ikke er nødspor.

Systemet består af godt 60 kameraer, som følger trafikken døgnet rundt i Limfjordstunnelen. Antallet af kameraer er steget siden systemet blev implementeret i 2004, hvor AID-systemet kun bestod af 37 kameraer [Dansk Vejtidskrift, 2004]. Optagelserne fra kameraerne optages og gemmes i tre døgn, hvorefter de automatisk overskrives med nye optagelser [Vejdirektoratet, 2008].

Da AID-systemet blev etableret, var der stor fokus på, at systemet skulle være pålideligt, og følgende krav blev opstillet for systemet:

- Responstiden for detektering af standsede køretøjer skal være mindre end 10 sekunder
- Antallet af falske alarmer fra standsede køretøjer skal være mindre end én pr. døgn for hele tunnelen
- Antallet af manglende detektering af standsede køretøjer skal være mindre end én pr. fem mio. passerede køretøjer pr. detektor

Efter systemet blev sat i drift i 2004, var der en del problemer med fejlalarmer, som bl.a. skyldes skygger fra drivende skyer. Disse problemer er blevet løst, bl.a. ved at skifte fra detektering i sort/hvid til farver. [Dansk Vejtidskrift, 2004]

I tilfælde af, at der registreres langsomtkørende eller standsede køretøjer i tunnelen, sender systemet en alarm direkte til Aalborg Politi. Her bliver politiet præsenteret for et direkte billede af situationen sammen med alarmen, hvorefter de kan foretage de nødvendige foranstaltninger.

Systemet kan, udover at genkende langsomtkørende og standsede køretøjer, også genkende nummerplaner på køretøjerne gennem Limfjordstunnelen. Dette bruges bl.a. i forbindelse med overvågning af farligt gods, som transporteres gennem tunnelen.

6.3 *Quo Vadis*

I 1991 startede Quo Vadis projektet, som betyder "Hvor går du hen?". Dette var et projekt, som skulle give den fjordkrydsende trafik et bedre udgangspunkt til at vælge rute over Limfjorden. Systemet bestod af spoler i vejkrøds og på motorvejen, som registrerede trafikken og hvordan den blev afviklet. Disse informationer blev derefter formidlet videre til trafikanterne via skilte ved 14 indfaldsveje i Aalborg og Nørresundby. På skiltene fremgik den aktuelle ventetid, der er forbundet med at krydse Limfjorden enten via tunnelen eller broen, jf. figur 6.2 [Dansk Vejtidskrift, 1994c].



Figur 6.2: Angivelse af ventetid vha. Quo Vadis [itsdanmark.dk, 2006].

Formålet med systemet var at give trafikanterne en mulighed for at vælge en anden rute inden de f.eks. kører ned på motorvejen og opdagede, at der var kø. På den måde kunne kapaciteten på tværs af fjorden udnyttes bedre, og trafikanterne får mulighed for at vælge den forbindelse med mindst ventetid. Desuden skulle der indsamles viden om, hvordan trafikanterne reagerer på de variable tavler, og hvordan disse kunne forbedres. [Dansk Vejtidskrift, 1994c]

Quo Vadis-tavlerne er siden blevet fjernet igen, da de ikke længere virkede, men spolerne måler stadig trafikmængden, hastigheden og køretøjstypen. I dag benyttes dataene til at vise den nuværende øjeblikssituation på www.trafikken.dk, hvor det er muligt at få et overblik over den aktuelle trafikale situation på udvalgte strækninger i Aalborg. Her kan ses på hvilke stækninger der er kø eller tæt trafik, og hvor flyder trafikken fornuftigt. Desuden benyttes dataene fra spolerne på motorvejen også til at regulere hastigheden omkring Limfjordstunnelen samt advare trafikanterne om kø ved hjælp af variable tavler.

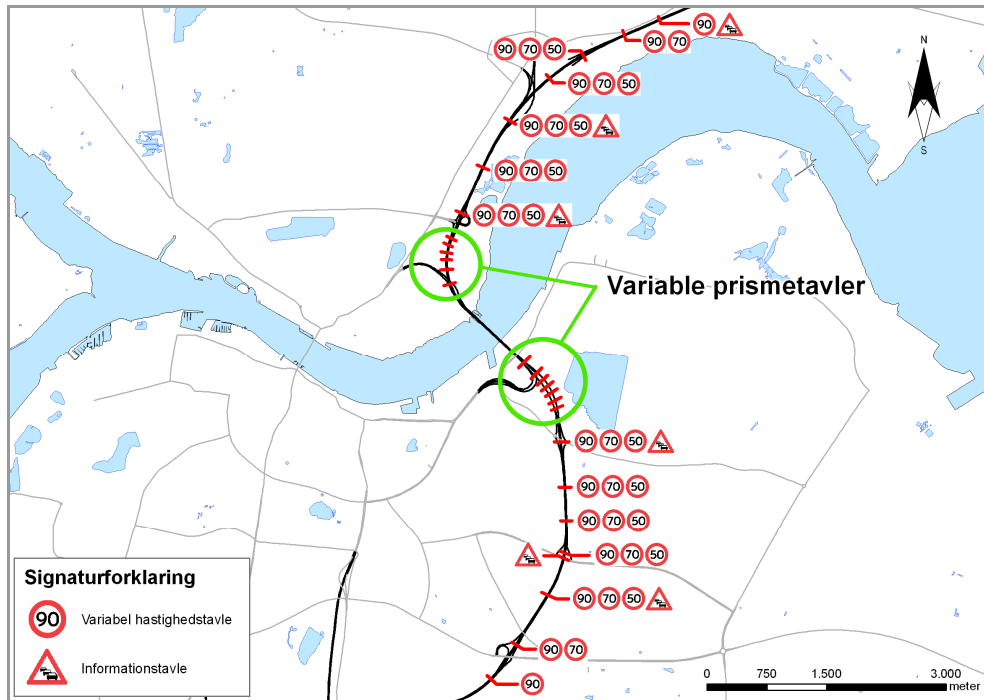
6.4 *Variable tavler*

I 1996 blev der etableret et køvarslings- og hastighedsreguleringssystem ved Limfjordstunnelen. Systemet virker ved kontinuerligt at analysere trafikdata fra spoler på motorvejen omkring Limfjordstunnelen, for at undersøge om enten hastigheden eller belastningsgraden når et kritisk niveau.

De variable hastighedstavler omkring Limfjordstunnelen består af to forskellige typer tavler. Prismetavler og lysende variable tavler, jf. figur 6.3. Prismetavlerne står alle inden for én km af Limfjordstunnelen, mens de variable tavler med lys, angiver hastigheden længere væk, jf. figur 6.4 eller *Bilag B: Oversigtskort over variable tavler* for større kort.



Figur 6.3: Variabel prismetavle (th.) og variabel tavle med lys (tv.).



Figur 6.4: Placering af de variable tavler omkring Limfjordstunnelen på Motorvej E45. Både prismetavler, variable informationstavler og variable hastighedstavler med deres muligheder for hastighedsbegrænsninger.

De variable tavler med lys, kan vise følgende hastigheder: 90km/t, 70km/t og 50km/t samt "ophævelse af hastighedsbegrænsning" [Dansk Vejtidskrift, 1996]. De er altså ikke i stand til at vise trecifrede hastighedsbegrænsninger.

Systemet styrer automatisk hvilke hastighedsbegrænsninger, der skal være på strækningen, men politiet kan overstyre systemet, hvis dette er nødvendigt [Vejdirektoratet, 2008].

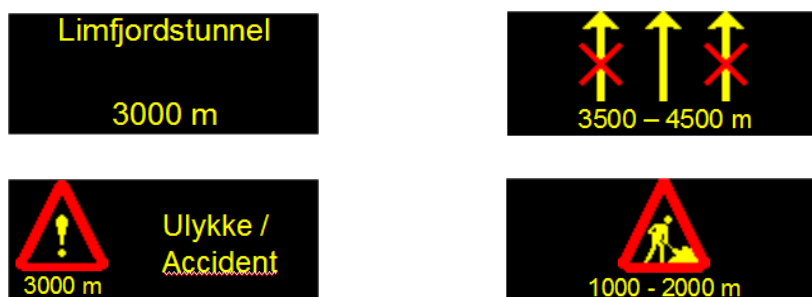
Hvis systemet registrerer en hastighed lavere end 40km/t, bliver de variable tavler sat til 50km/t på den delstrækning, som målingen er foretaget på. Der er endvidere indbygget en logik i systemet, som forhindrer, at hastighedsbegrænsningen nedsættes med mere end 20km/t pr. gang, og der ikke opstår spring i hastighedsbegrænsningen på hver delstrækning. Dette giver en mere flydende afvikling af trafikken.

Hvis trafikdataene viser, at der er kø på strækningen varsles trafikanterne vha. variable tavler over motorvejen og samtidig sættes hastighedsbegrænsningen til 50km/t, jf. figur 6.5.



Figur 6.5: Køvarsling på Motorvej E45 frem mod Limfjordstunnelen.

Frem mod Limfjordstunnelen er der også opsat tre informationstavler. Disse er opsat på E39 og E45 i retning mod tunnelen. De informerer trafikanterne om trafik-situationen ved tunnelen vha. de i alt fem muligheder som fremgår af hhv. figur 6.5 og figur 6.6.



Figur 6.6: Visning på informationstavlerne før Limfjordstunnelen [Vejdirektoratet, 2008].

Tavlen i øverste venstre hjørne af figur 6.6 er den normale tavle, der vises, når trafikken afvikles uden problemer. De nederste to informationstavler styres direkte fra politiet i Aalborg. Tavlerne blev etableret i 2004 og har mulighed for at vise information og grafik i farverne gul, rød og grøn.

Alle disse forskellige variable tavler er en del af et større system, der styres centralt fra politiet. Systemet strækker sig over en strækning på ca. 10km. Det starter nord for Limfjordstunnelen på hhv. Hirtshals- og Frederikshavnsmotorvejen ca. 5km før Limfjordstunnelen. Syd for Limfjordstunnelen begynder de variable tavler omkring 4km før tunnelen.

De variable tavler er kun etableret frem mod Limfjordstunnelen og ikke væk fra den igen.

6.5 *Høje køretøjer*

For køretøjer, der køre med for højt læs, er der advarselstavler, som skal få chaufføren til enten at køre væk fra motorvejen ved den sidste afkørsel eller stoppe køretøjet i siden af vejen inden det kommer til tunnelen. Højden af Limfjordstunnelen er 4,47m [Vejdirektoratet, 2008], og det sker med jævne mellemrum, at den påkøres, jf. afsnit 7.2 Sikkerhed. Systemet er meget enkelt og fungerer vha. en infrarød stråle, som går over vejen. Når et køretøj med for højt læs bryder strålen udløses en alarm. Denne alarm aktivere en tavleportal over motorvejen, som giver bilisten besked til enten at stoppe eller forlade motorvejen [Vejdirektoratet, 2008], jf. figur 6.7.



Figur 6.7: Advarselstavle til køretøjer med for højt læs.

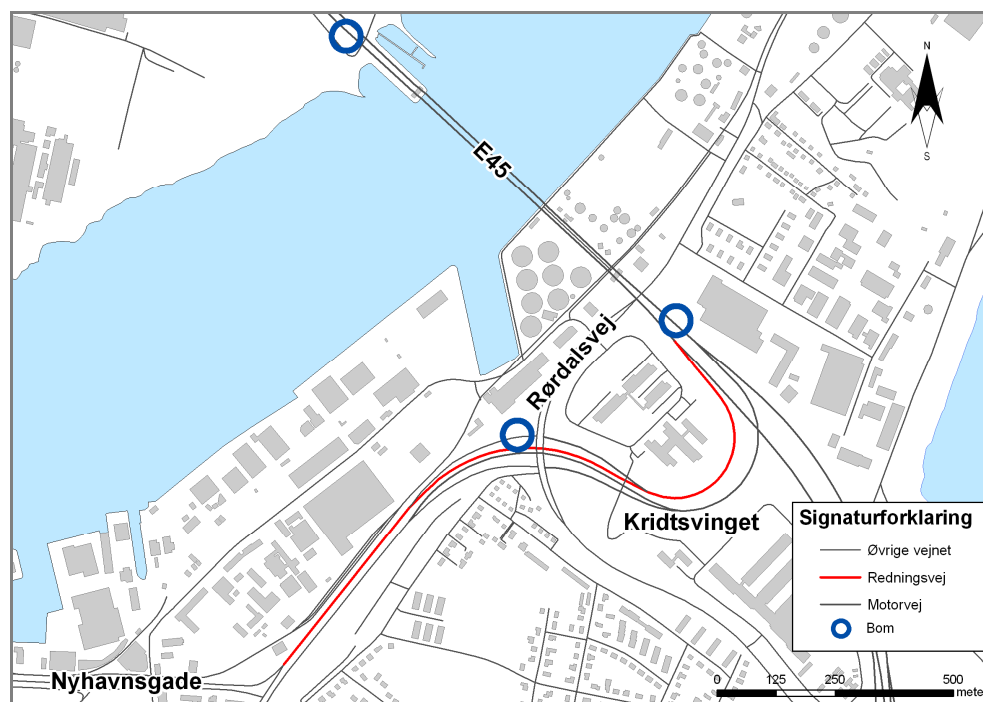
Disse tavler er opsat umiddelbart før sidste afkørsel før tunnelen både nord og syd for tunnelen. Desuden er der opsat endnu en tavle lige før tunnelen, hvor bilisten får besked på at stoppe. Disse alarmer går ikke til politiet. Det er først når en eftergivende bjælke ved tunnelindkørslen bliver påkørt at alarmen går til politiet, som derefter kan rykke ud.

Lastbilchauffører ignorerer til tider advarslerne om at de har for højt læs, og forsøger at snige sig gennem tunnelen, senest hvor en specialtransport sænkede blok-vognen for at komme under bjælken der angiver højden i tunnelen, for derefter at hæve vognen igen gennem tunnelen. Dette resulterede i en alvorlig ulykke hvor en anden lastbil blev totalskadet.

6.6 *Redningsvej*

Hvis der er sket en større ulykke i Limfjordstunnelen, er der mulighed for at få redningskøretøjerne ned til tunnelen via en redningsvej. Denne findes på den sydlige side af fjorden, og giver adgang til begge rør.

Ved en større ulykke, hvor begge rør afspærres for trafik, oprettes der en redningsvej fra Nyhavnsgade via Kridtsvinget til Limfjordstunnelen, jf. figur 6.8. Efter tunnelen er afspærret for trafik, tømmes Kridtsvinget ind mod Aalborg for trafik. Denne vej benyttes derefter til redningsvej for politi, ambulancer og brandvæsenet. Redningskøretøjerne kører dermed frem til tunnelen mod den normale trafikretning. Derfor er det også nødvendigt at afspærre rampen mod Aalborg-centrum ved Rørdalsvej således, at der ikke kommer modkørende trafikanter på redningsvejen..



Figur 6.8: Redningsvejen til Limfjordstunnelen gennem Kridtsvinget.

Ved Rørdalsvej og Nyhavnsgade er der desuden opsat master med blå blink, for at signalere til redningskøretøjerne at redningsvejen er åben, og der er lukket for modkørende trafik på denne.

6.7 Procedure ved hændelse

I tilfælde af en hændelse i Limfjordstunnelen sendes der en alarm direkte til politiet i Aalborg. Her bliver den vagthavende præsenteret for alarmen på en computer-skærm samt et direkte videobillede af hændelsen, der har udløst alarmen. Derefter skal betjenten vurdere situationen og igangsætte de nødvendige foranstaltninger alt efter typen og omfanget af hændelsen. [Vejdirektoratet, 2008]

Da den vagthavende ved politiet har flere arbejdsopgaver i løbet af vagten, skal antallet af fejlalarmer holdes på et minimum. Desuden er der flere forskellige betjente, der har ansvaret for systemet, hvorfor det samtidigt skal være simpelt og let forståeligt [Dansk Vejtidskrift, 2004].

Ved politiet har de følgende muligheder for at styre og dirigere trafikken:

- Ændre hastighedsbegrænsningen
- Lukke enkelte eller flere vejbaner gennem Limfjordstunnelen
- Lede trafikken over i det modsatte rør
- Lukke hele Limfjordstunnelen for trafik

Omkring Limfjordstunnelen er der opstillet variable tavler, som bruges til at advare bilisterne om køer og i så fald tilpasse hastighedsbegrænsningen til dette.

Ved en hændelse i selve tunnelen har politiet mulighed for at lukke for den eller de berørte spor, så der er mulighed for at afhjælpe det givne problem. Hvis alle tre spor i røret er berørte af hændelsen, kan politiet også lede trafikken over i det modsatte rør. I sådanne tilfælde er der normalt ét spor i hver retning med en hastighedsbegrænsning på 50km/t. Hvis hændelsen sker i myldretiden er der to spor i den mest belastede retning.

Desuden er der mulighed for at lukke hele Limfjordstunnelen af for trafik, hvis hændelsen er meget alvorlig. I den forbindelse åbnes redningsvejen til Limfjordstunnelen således redningskøretøjer hurtigt kan komme frem.

6.8 *Vurdering af systemet*

Systemerne til styring af trafikken ved Limfjordstunnelen er omfattende, og overvåger konstant trafikken. Disse systemer giver derefter alarmer til Aalborg Politi, hvor alarmen vurderes og der igangsættes de nødvendige foranstaltninger. Da alarmerne går direkte til politiet, skal antallet af fejlalarmer være minimal, så de ikke bruger unødvendigt meget tid på det.

Ved andre tunneler i Europa sidder de ansvarlige ude ved tunnelen, og har adgang til samtlige systemer, der findes i tunnelen [aatrust.com, 2000]. Ved Limfjordstunnelen er opgaverne fordelt mellem politiet og en ansat ved Vejdirektoratet, som står for driften af tunnelen. Politiet står for alle foranstaltninger, der har at gøre med trafikken, såsom hastighedsbegrænsning, lukning af vejbaner eller hele tunnelen. Vejdirektoratets mand ved tunnelen har mulighed for at styre ventilationssystemet i tunnelen samt systemet af pumper, der holder tunnel fri for vand.

Ved Limfjordstunnelen er der heller ikke et beredskab til at hjælpe bilister, der har motorstop eller er havareret i tunnelen. Andre steder i Europa findes der redningsmandskab ved selve tunnelen, som kan fjerne biler fra vejbanen [aatrust.com, 2000]. I Limfjordstunnelen skal Falck eller Dansk Autohjælp kæmpe sig vej gennem trafikken, og omkring tunnelen, hvor der ikke er et nødspor, er dette ikke en optimal løsning. I tilfælde af en større alvorlig hændelse benyttes redningsvejen til

Limfjordstunnelen, hvilket øget tilgængeligheden for redningsmandskabet betydeligt. I myldretiden kunne Falck eller Dansk Autohjælp måske have en bil holdende ude ved tunnelen, så de hurtigt og effektivt kunne fjerne havarerede køretøjer, således at trafikken påvirkes mindst muligt.

I nogle situationer kan det være en fordel, hvis det er den samme person, der styrede hele systemet omkring Limfjordstunnelen. Ved et større uheld i tunnelen, hvor der både er brand og havarerede køretøjer, der lækker giftig væske, vil det være en fordel mht. kommunikation og selve redningsarbejdet, at det enten var den samme person, der stod for det hele eller, at de hvert fald var samme sted.

En anden mulig forbedring i forhold til i dag er den daglige styring af trafikken i myldretiden. Hvis det er de samme personer, der styrede trafikken i Limfjordstunnelen hver dag, vil de opnå en større ekspertise således, at de anbefalede foranstaltninger som computeren foreslår ikke altid følges blindt. Det er måske ikke altid den rette løsning computeren anbefaler, f.eks. mht. hastighedsgrænserne frem mod tunnelen.

7 Hændelser i Limfjordstunnelen

I Limfjordstunnelen opstår der med jævne mellemrum en hændelse, som påvirker trafikafviklingen. Disse hændelser kan opdeles i to grupper: Planlagte hændelser som vedligeholdelse og anlægsarbejde samt uforudsete hændelser som uheld, motorstop, ekstremt vejr og skader på vejnettet.

7.1 *Ulykker i Limfjordstunnelen*

Limfjordstunnelen overvåges af ca. 60 videokameraer i et såkaldt AID-system (Automatic Incident Detection), jf. afsnit 6.2 Automatic Incident Detection. Dette system er i stand til at detektere, hvis et køretøj holder stille, eller hvis det kører meget langsomt. En sådan hændelse udløser en alarm ved politiet, som derefter kan iværksætte forskellige forhold alt efter, hvad der er årsagen til alarmen. Politiets kendskab til ulykker i Limfjordstunnelen er derfor meget højt, da næsten alle hændelser bliver registreret.

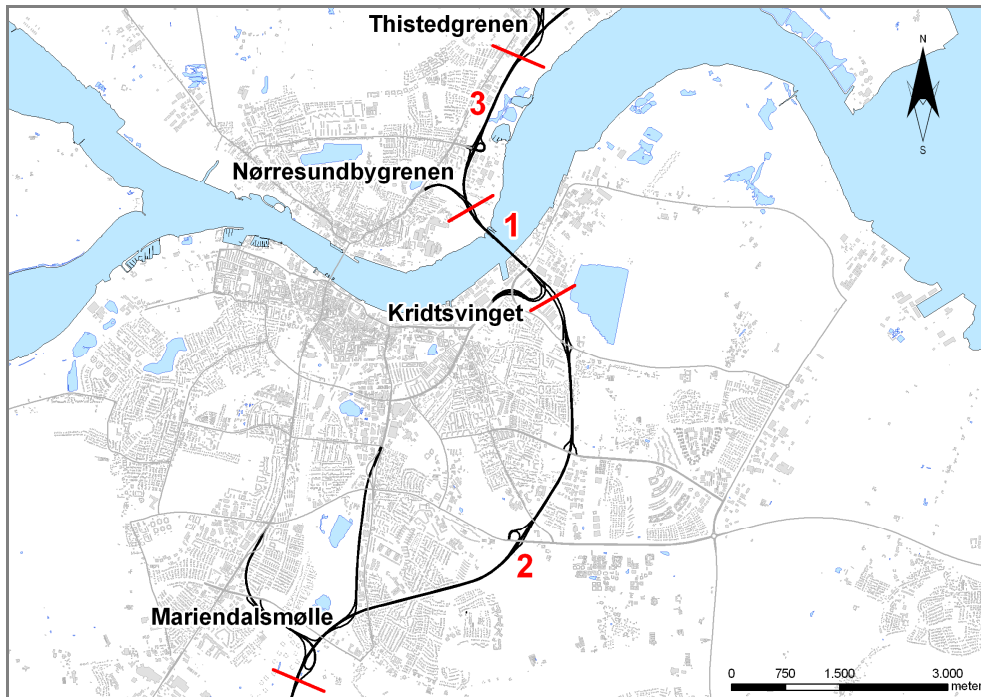
Før AID-systemet blev installeret, fik politiet først en alarm, når et alarmskab blev åbnet i tunnelen, for at den nødstedte kunne komme til enten nødtelefonen eller brandslukkeren i skabet. Dette system gjorde, at politiet allerede dengang havde et relativt højt kendskab til ulykkerne i tunnelen. [Dansk Vejtidskrift, 2004]

7.2 *Sikkerhed*

Trafiksikkerhedssituationen ved og i Limfjordstunnelen er vanskelig at sammenligne med andre vejstrækninger i Danmark, da kendskabet til ulykker sket ved tunnelen er meget højt pga. AID-systemet, som registrerer alle uheld i tunnelen. Dette gør, at det ikke ved hjælp af den normalt anvendte uheldsmodelmetode [Vejdirektoratet, 2001] er muligt at beregne, om Limfjordstunnelen er en sort plet. Metoden sammenligner den aktuelle strækning med et forventet antal uheld. Det forventede antal uheld fås ud fra tilsvarende strækninger andre steder i landet, men da der ikke findes tilsvarende strækninger i Danmark, er dette ikke muligt. I stedet vil der i det følgende blive gennemgået hvilke ulykker, der er sket i tunnelen fra 2004 til udgangen af 2008. Disse vil også blive sammenlignet med uheldene på den øvrige del af Motorvej E45 gennem Aalborg.

Ulykker i Limfjordstunnelen

I perioden fra den 1. januar 2004 til den 31. december 2008 er der registreret 43 ulykker ved Limfjordstunnelen, jf. Bilags-CD'en under filen 'Uheld.xls'. Udtrækket dækker en strækning på 1.400m, der strækker sig fra kort syd for Kridtsvinget til kort efter Nørresundbygrenen nord for Limfjorden, jf. figur 7.1 - strækning 1.



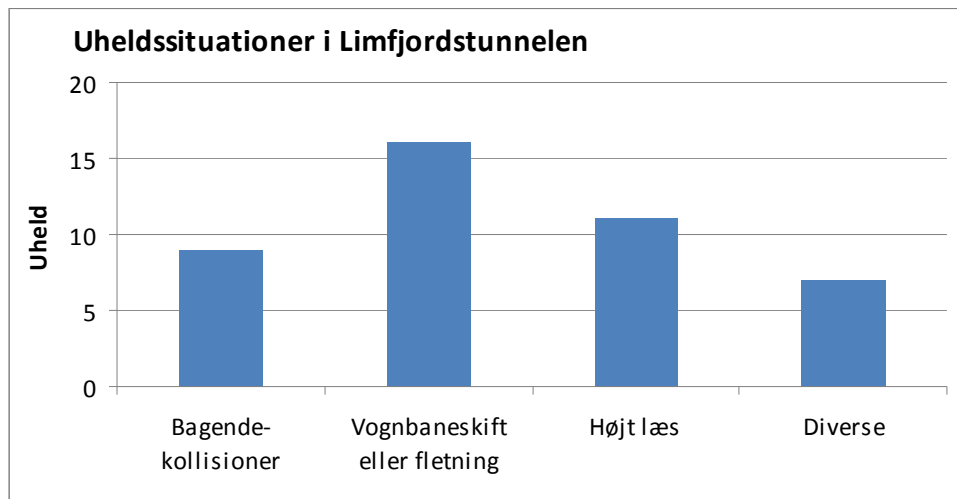
Figur 7.1: Opdelingen af motorvejsnettet til analyse af ulykker.

Der er registreret fem personskadeulykker i perioden med én alvorligt tilskadekomne og seks lettere tilskadekomne. De resterende 38 ulykker var materielskadeulykker.

Uheldene kan deles op i tre overordnede kategorier, jf. figur 7.2:

- Bagendekollision
- Uheld ved overhaling eller fletning
- Uheld ved for højt læs

Disse tre typer er karakteristiske for strækningen og udgør ca. 80% af uheldene. De resterende uheld under "Diverse", dækker bl.a. over uheld ved overhaling, påkørsel af dyr samt påkørsel af afspærringsmateriel.



Figur 7.2: Uheldssituationerne ved Limfjordstunnelen i perioden 1. januar 2004 til 31. december 2008.

Bagende-kollisionerne i tunnelen sker ofte i forbindelse med langsomtkørende trafik eller kø.

Ulykker ved vognbaneskift eller fletning forekommer ofte i forbindelse med overhaling, hvor bilisten ikke har orienteret sig ordentligt, og derfor påkører et andet køretøj.

Der er registreret 11 ulykker, hvor køretøjer har kørt med for højt læs og derfor påkørt enten loftet i tunnelen eller udstyr monteret i loftet. Dette sker, selvom der før tunnelen er et advarselssystem, der skal advare chauffører, hvis deres læs er for højt.

Der er registreret en del ulykker på strækningen i perioden, men de fleste er kun materielskadeuheld, og alvorlighedsgraden er generelt lav for de implicerede parter.

Hypotese:

Det virker som om bilisterne glemmer at orientere sig efter de andre trafikanter i tunnelen, hvorfor de påkører dem enten i forbindelse med kø, ved vognbaneskift eller fletning. En del af uheldene sker ved vognbaneskift til højre, hvilket måske kunne skyldes, at der ofte er bilister, der overhaler højre om i gennem Limfjordstunnelen.

I forbindelse med ulykker med for højt læs har et automatisk system forsøgt at standse køretøjet. Skiltet, som informerer bilisten om, at køretøjet er for højt, kan være svært at forstå eller ikke entydigt forklare, hvilket køretøj, der har for højt læs.

Ulykker på Motorvej E45 i Aalborg

Motorvej E45 frem mod Limfjordstunnelen er opdelt i to strækninger som går hhv. fra Mariendalsmølle til Kridtsvinget og fra Thistedgrenen og frem til Nørresundbygrenen, jf. figur 7.1 - strækning 2 og 3. Uheldsfrekvensen på disse to strækninger er betydeligt lavere end for strækningen lige ved Limfjordstunnelen, som det fremgår af tabel 7.1. Dette kan hænge sammen med, at disse strækninger ikke er videoovervåget, hvorfor politiet ikke får kendskab til nær så mange ulykker som i Limfjordstunnelen.

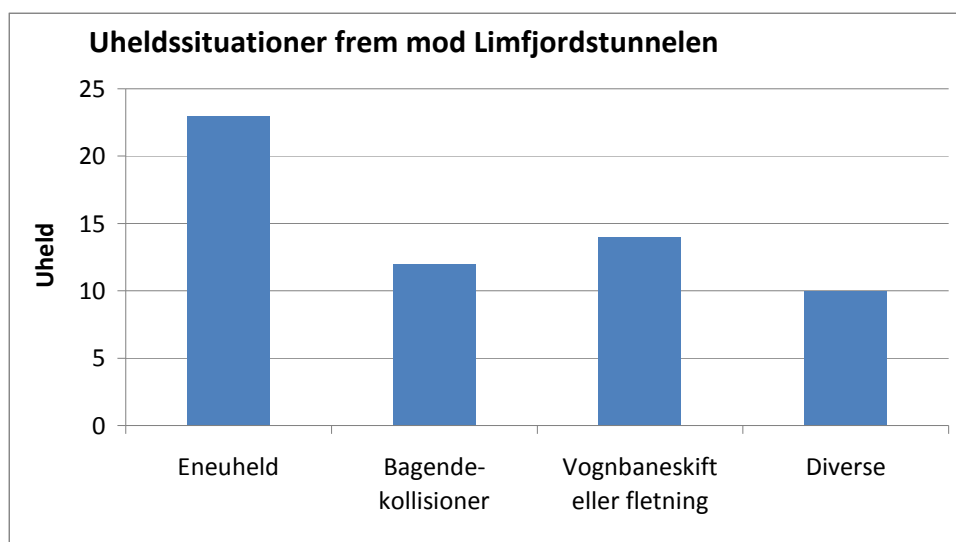
Tabel 7.1: Uheldsfrekvens i og omkring Limfjordstunnelen.

	Mariendalsmølle - Kridtsvinget	Limfjordstunnelen	Nørresundbygrenen - Thistedgrenen
Uheldsfrekvens*	0,073	0,280	0,040

* Enhed for uheldsfrekvens: uheld pr. million kørte km

I perioden fra 1. januar 2004 til den 31. december 2008 er der tilsammen sket 59 uheld på de to motorvejsstrækninger, der fører frem til tunnelen. Disse strækninger dækker 11,6km motorvej gennem Aalborg-området. Ulykkerne resulterede i én dræbt, fire alvorligt tilskadede og syv lettere tilskadede.

Frem mod Limfjordstunnelen er uheldsbilledet mere varieret end ved selve tunnelen. Det sker stadig mange af de samme typer uheld bortset fra, at der også sker en del eneulykker på motorvejsstrækningerne, jf. figur 7.3. Kategorien "Diverse" dækker over uheld i forbindelse med tabte genstande, højt læs og overhaling.



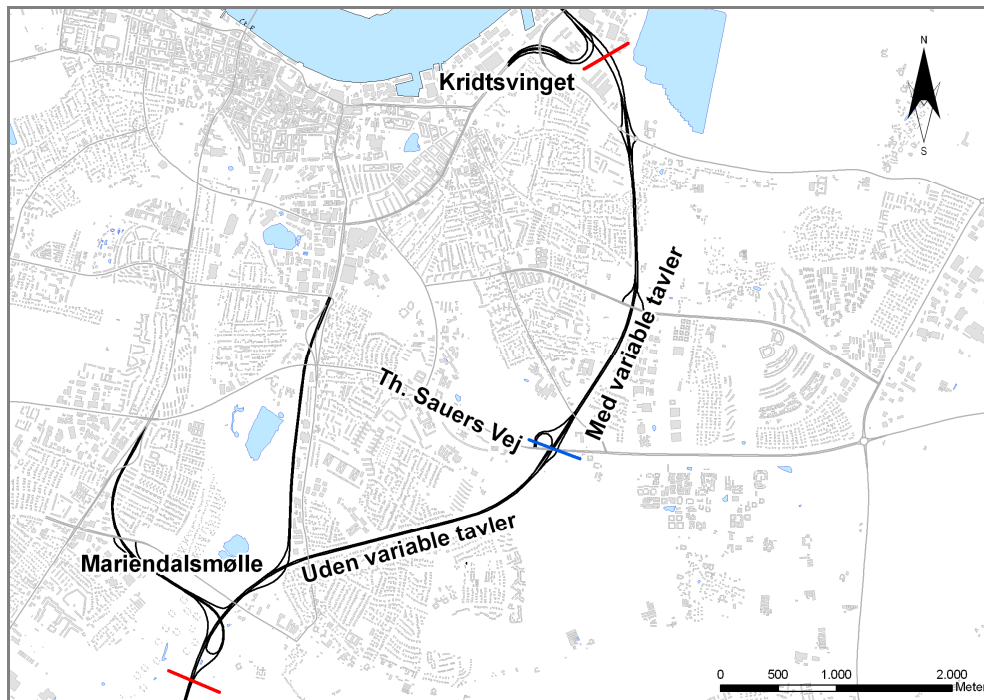
Figur 7.3: Ulykker på Motorvej E45 frem mod Limfjordstunnelen i perioden 1. januar 2004 til 31. december 2008.

Hypotese:

På motorvejen frem mod tunnelen sker der en del ulykkeligheder. Dette kunne hænge sammen med høj hastighed eller manglende opmærksomhed/søvn. Desuden er der også mange ulykkeligheder med bagendekollisioner, som hænger sammen med den tætte trafik og kødannelse, der opstår frem mod tunnelen. Ulykkeligheder ved vognbaneskit eller fletning udgør ca. 25% af ulykkelighederne og kan ligeledes hænge sammen med den ofte tætte trafik, der er omkring Limfjordstunnelen.

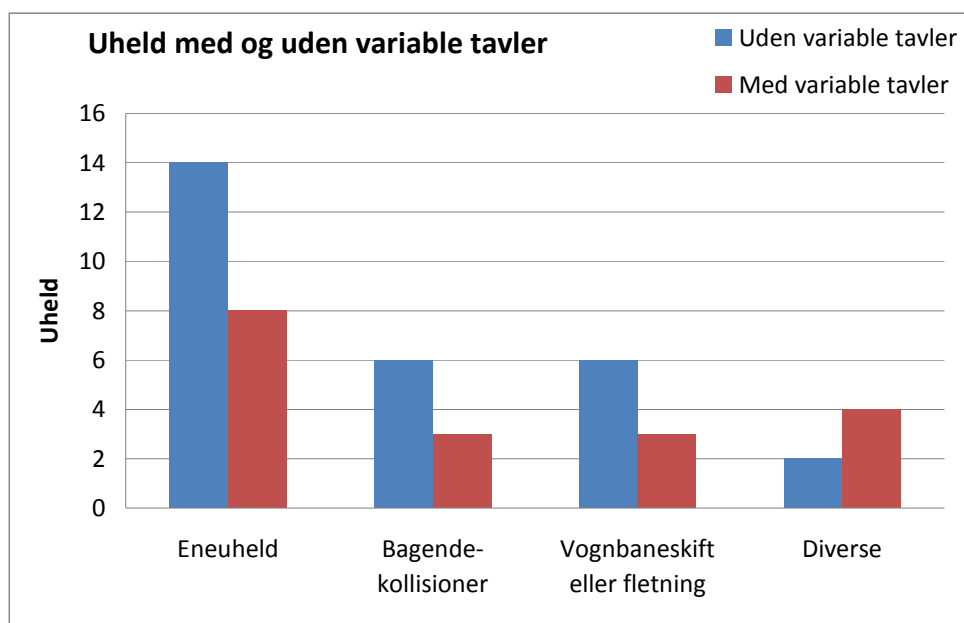
7.3 Ulykkeligheder med og uden variable skilte

Strækningen frem til Limfjordstunnelen fra syd kan opdeles i to delstrækninger. Én hvor der er opsat variable skilte, og én hvor der ikke er. Det undersøges derfor om ulykkelighedsbilledet på de to strækninger er ens, eller om der er en forskel. Delstrækningen uden variable skilte går fra Mariendalsmølle til Th. Sauers Vej, mens delstrækningen med variable skilte går fra Th. Sauers Vej frem til Kridtsvinget, jf. figur 7.4.



Figur 7.4: Strækning frem mod Limfjordstunnelen med og uden variable skilte.

Ulykkelighederne på de to strækninger fremgår af figur 7.5, og det ses, at der generelt er registreret færre ulykkeligheder på strækningen med de variable skilte fra Th. Sauers Vej til Kridtsvinget, end der er på strækningen fra Mariendalsmølle og frem til Th. Sauers Vej. De to strækninger er næsten identiske i længde, så antallet af ulykkeligheder forventes at være ens, da de to strækninger fysisk set er næsten identiske.



Figur 7.5: Uheldssituationer med og uden variable tavler.

Uheldsfrekvensen på de to vejstrækninger fremgår af tabel 7.2, hvor det ses, at uheldsfrekvensen er lavere på strækningen med de variable tavler. Dette kunne tyde på, at de har en positiv effekt på trafiksikkerheden.

Tabel 7.2: Uheldsfrekvensen med og uden variable tavler.

	Mariendalsmølle - Th. Sauers Vej (uden variable tavler)	Th. Sauers Vej - Kridtsvinget (med variable tavler)
Uheldsfrekvens*	0,090	0,057

* Enhed for uheldsfrekvens: uheld pr. million kørte km

Alvorligheden af ulykkerne ser desuden også ud til at være mindre på strækningen med de variable tavler, jf. tabel 7.3. Dette kan både hænge sammen med, at tavlerne giver bilisterne en indikation på forholdene længere fremme, samt at trafikken på denne delstrækning er tættere og langsommere, hvorfor hastigheden er lavere. Derved bliver ulykker sjældent så alvorlige, som hvis hastigheden er høj.

Tabel 7.3: Dræbte og tilskadekomne fra Mariendalsmølle til Kridtsvinget i perioden 1. januar 2004 til 31. december 2008.

	Dræbte	Alv. tilskadekomne	Let. tilskadekomne
Mariendalsmølle - Th. Sauers Vej	1	3	2
Th. Sauers Vej - Kridtsvinget	0	0	5

7.4 *Planlagte hændelser i Limfjordstunnelen*

Det er ikke kun uheld, der giver anledning til farlige situationer. Også hændelser som motorstop, skader på vejnettet og tabte genstande kan skabe farlige situationer. Da der ikke er nødspor i og op til Limfjordstunnelen, udgør standsede biler og tabte genstande derfor en alvorlig påkørselsrisiko. Derfor er det vigtigt at disse hurtigt identificeres, så de kan blive fjernet fra vejbanen.

Andre hændelser i tunnelen omfatter rengøring og vedligeholdelse af tunnelrørene. Derfor lukkes tunnelrørene ofte i aften timerne, således at arbejdet kan foregå uforstyrret for både arbejderne og for trafikken. Tunnelrørene lukkes på skift hen over aftenen, og trafikken overledes derfor til det andet rør. Tunnelen lukkes ca. hver anden dag pga. forskellige vedligeholdelsesopgaver, såsom fejning, vask og reparation af asfalt.

DEL

III

Problemformuleringen for nærværende projekt opstilles, sammen med de metoder, der bliver benyttet i rapporten.

Ligesom der opstilles en række forhold som projektet afgrænses fra.

Problemstillinger

8 Problemstillinger

8.1 Problemformulering

De seneste år er det blevet diskuteret, hvor en evt. tredje limfjordsforbindelse skal etableres. Imens diskussionen fortsætter, stiger presset på tunnelens kapacitet, der i spidstimerne allerede er opbrugt. Derfor er det ønskværdigt at søge andre muligheder for at afhjælpe de trafikale problemer inden en permanent løsning med en tredje limfjordsforbindelse kan tages i brug.

Allerede ved Limfjordstunnelens åbning i 1969 var tankerne rettet mod en yderligere forbindelse over fjorden ved Aalborg for at håndtere fremtidens trafikmængde. Motorvejsnettet er blevet udbygget og koblet sammen, men yderligere til- og frakørsler er med til at øge kapacitetsproblemerne omkring tunnelen. Forbedringerne har været få, men senest er det sydgående spor nord for tunnelen blevet udbygget med ét ekstra spor for at kunne håndtere den trafikale belastning i morgen-spidstimen bedre. En lignende løsning er på tegnebrættet og finansieret for det nordgående spor, således eftermiddagstrafikken kan afvikles bedre.

Andre tiltag ved tunnelen er projektet Quo Vadis, der måler gennemsnitshastigheder og forsinkelser, hvilket benyttes til at informere bilisterne om kødannelse og ændrer den skilte hastighed.

Nærværende projekt tager udgangspunkt i den trafikale situation ved Limfjordstunnelen i år 2007-2009, hvor det tredje spor i nordgående retning mellem tunnelen og Motorvejskryds Vendsyssel endnu ikke er etableret. Fremtidige situationer ved kapacitetsgrænsen simuleres med en eksisterende VISSIM-model, der modificeres til de fremtidige forhold.

Projektets problemformuleringer

Er det muligt at forlænge levetiden af Limfjordstunnelen enten vha. ITS eller ved at påvirke bilisterne til at ændre adfærd?

I hvilken grad kan bilisterne flytte ud af spidstimen?

Kan kapaciteten gennem Limfjordstunnelen optimeres, således trængselsproblemerne i spidstimerne minimeres?

8.2 Afgrænsninger

I nærværende projekt ses der bort fra den fjordkrydsende trafik, der benytter Limfjordsbroen således, at der fokuseres på trafikken, som benytter Limfjordstunnelen.

I forbindelse med forslagene til implementering af ITS-løsninger på motorvejen ved Limfjordstunnelen, ses der bort fra samfundsøkonomiske beregninger af fordele og ulemper i forbindelse med forslagene, samt omkostningerne i forbindelse etableringen.

Det er kun trafiksituationen i morgentimerne fra kl. 06-09 og i eftermiddagstimerne fra kl. 14-17, der bliver undersøgt i nærværende rapport. Morgentimerne undersøges i sydgående retning, mens det for eftermiddagstimerne er den nordgående retning, der undersøges.

Spørgeskemaundersøgelse

Spørgeskemaundersøgelsen omfatter kun respondenter, som arbejder i Aalborg Øst og bor i Vendsyssel. Besvarelsene opskrives til den resterende del af den fjordkrydsende trafik, der benytter Limfjordstunnelen i morgen- og eftermiddagstimerne ved hjælp af antagelser nærmere beskrevet i den aktuelle del af rapporten.

Simuleringsmodel til kapacitetsberegning

I forbindelse med trafiksimuleringerne, der foretages i VISSIM, undersøges det kun, hvordan trafikafviklingen forløber ved kapacitetsgrænsen på selve motorvejen omkring Limfjordstunnelen i spidstimen om morgenen i sydgående retning og i spidstimen om eftermiddagen i nordgående retning.

Frakørselsanlæg langs E45 ved Aalborg antages at kunne afvikle trafikken uden at påvirke trafikafviklingen på motorvejen, f.eks. ved tilbagestuvning. Desuden ændres den tilgængelige model af vejnettet, der benyttes til simuleringerne i VISSIM, på de fysiske rammer, således at de passer til de scenarier, som ønskes undersøgt.

Der ændres kun i få tilfælde på parametre, som påvirker bilisternes adfærd i trafikken, f.eks. deres evne til at flette med andre biler. Disse ændringer er beskrevet i det relevante kapitel.

8.3 *Metode*

For at kunne forbedre trafiksystemet ved Limfjordstunnelens håndtering af trafikken er det nødvendigt, at kende trafikkanternes villighed til at ændre adfærd mht. til rejsetidspunkt. Til dette er der blevet foretaget en spørgeskemaundersøgelse blandt en del af trafikanterne.

Spørgeskemaundersøgelse

For at kunne belyse trafikanternes adfærd og deres muligheder for at ændre adfærd, er der udført en spørgeskemaundersøgelse blandt bilister, der benytter Limfjordstunnelen til og fra arbejde samt er bosiddende i Vendsyssel. Disse bilister er fundet via deres arbejdsplads i Aalborg Øst, der har videresendt spørgeskemaet rundt til deres medarbejdere. Resultaterne bruges til at komme med en vurdering på, hvor stor en andel af trafikken i spidstimen, som kan flyttes ud af spidstimen, og derved forbedre trafikafviklingen i Limfjordstunnelen, når belastningen er størst.

Trafikdata

I forbindelse med nærværende projekt er der blevet indsamlet flere forskellige typer data. Både data omkring trafikken ved Limfjordstunnelen og oplysninger om dem der til dagligt benytter tunnelen.

Trafikdataene, der er benyttes, stammer fra flere forskellige systemer, og belyser forskellige aspekter omkring trafikken, der kører gennem tunnelen. Vejdirektoratet har permanente tællestationer flere steder på motorvejen, som gør det muligt at få et billede af den samlede trafik over f.eks. et år. Disse tællinger ligger til grund for den trafikmængde, som er benyttet i simuleringerne i VISSIM.

Et andet system, der også registrerer trafikken på motorvejen ved Limfjordstunnelen, er Quo Vadis. Dette system logger trafikmængden for hvert minut fordelt på de forskellige spor på motorvejen. Disse data er altså meget detaljeret, og viser hvordan trafikken fordeler sig over døgnet, og hvad køretøjernes gennemsnitshastighed er for hvert minut.

Desuden er der også benyttet data fra et videodetekteringssystem, som ligeledes er i stand til at tælle trafikken, der kører gennem Limfjordstunnelen. Disse data viser ligesom Quo Vadis fordelingen af trafikken over døgnet, hvorfor disse data er benyttet til at validere trafikfordelingen, der findes ud fra Quo Vadis.

Desuden har projektgruppen udført en manuel trafiktælling på motorvejen syd for Limfjordstunnelen, for at kunne validere trafikmængderne fra de øvrige trafikmålinger.

Litteraturstudie

For at beskrive hvilke muligheder, der er for at forbedre kapaciteten og trafikafviklingen i tunnelen, er der udført et litteraturstudie af forskellige ITS-teknologier, som kan være relevante i forhold til krydsningen af Limfjorden. Disse teknologiers effekt ved en implementering på vejnettet ved Limfjordstunnelen vurderes efterfølgende. Relevante effekter medtages i en vurdering til kapacitetsforbedringer ved Limfjordstunnelen.

Trafiksimulering

I projektet vil kapaciteten af Limfjordstunnelen blive beregnet ved hjælp af trafiksimuleringsprogrammet VISSIM og sammenholdt med tidligere kapacitetsberegninger for trafiksystemet ved Limfjordstunnelen. Dette gør sig både gældende for den nuværende situation i både nord- og sydgående retning.

Simuleringsprogrammet vil efterfølgende benyttes til at beskrive kapaciteten for Limfjordstunnelen, når Motorvej E45 er blevet udvidet fra to til tre kørespor i nordgående retning på strækningen mellem Limfjordstunnelen og Motorvejskryds Vendsyssel.

DEL

IV

For at undersøge om det er muligt at forbedre den trafikale situation ved Limfjordstunnelen, er der lavet et studie af forskellige ITS-teknologier, der er implementeret både i Danmark og andre steder i verden.

Det er ikke alle ITS-teknologier, der er brugbare eller anvendelige på en motorvejsstrækning, hvorfor der er udvalgte nogle få, som kunne være interessante at undersøge nærmere. Disse vil alle kunne bruges i forbindelse med en motorvejstrækning som den ved Aalborg.

De udvalgte ITS-teknologier er efterfølgende blevet vurderet på, om de kan implementeres ved Limfjordstunnelen, samt hvilken effekt de vil have på trafikken og vejnettet.

Litteraturstudie

9 ITS

ITS står for Intelligente Transport Systemer og er en samling af mange forskellige teknologier og systemer med det formål at effektivisere transporten af mennesker og gods. Derigennem er det muligt at opnå forbedringer inden for forskellige områder såsom trafiksikkerhed, rejsetider, miljøpåvirkninger og serviceniveau.

9.1 *Baggrund*

I dag er transport en vigtig del af vores hverdag, og tolerancen for forsinkelser er ikke stor - hverken på person- eller godstransport. Mennesker gider ikke holde i kø, og synes de spilder deres tid ved det, da de kunne foretage sig noget andet. De vil hellere tilbringe tiden med deres familie og venner. [Larsen, Lindholm, Lahrman, 2004]

Virksomhederne har sammen med produktionsmetoden just-in-time flyttet deres lagre ud på vejnettet, således at komponenterne ankommer til fabrikken, når de skal bruges. Derfor har forsinkelser på vejnettet stor betydning for virksomheder, for at produktionen ikke går i stå. Komponenterne er ofte lang tid undervejs, da de f.eks. kan være produceret i Østeuropa. Derfor må der ikke være uforudsete forsinkelser, da dette vil forstyrre produktionen hos den virksomhed, som bruger komponenterne.

I forlængelse af denne øgede efterspørgsel på hurtig og effektiv transport har det tidligere været kutymen at udbygge vejnettet. Denne tankegang er på vej ud, og i stedet forsøges det, at effektivisere det eksisterende vejnet for at kunne imødekomme den øgede efterspørgsel. Dette sker bl.a. ved hjælp af forskellige ITS-teknologier, som udvikles over alt i verden og spænder over en lang række forskellige teknologier, metoder og effekter, som alle har til formål at øge effektiviteten på vejnettet. Effektiviteten kan omhandle trafiksikkerhed, service, kapacitet, miljø eller hastighed [Larsen, Lindholm, Lahrman, 2004].

9.2 *Teknologier*

Der findes i dag mange forskellige teknologier til at forbedre effektiviteten af transporten på vejnettet på. Disse teknologier påvirker trafikken og bilisterne på

vidt forskellige måder. Nogle teknologier styrer trafikken, mens andre teknologier informerer trafikkanterne, så de selv kan vælge, hvad de vil i situationen.

Nogle af de teknologier, der bruges i dag, er informationer via mobiltelefoner, radio og GPS, busprioritering i kryds, rampedosering, variable hastighedsgrænser samt variable tavler til at informere trafikkanterne om forskellige aktuelle forhold. Nogle af disse teknologier er nye, mens andre har været i brug i mange år. [Larsen, Lindholm, Lahrmann, 2004]

Der opereres ofte med fire overordnede kategorier inden for ITS:

- Individuel trafik
 - Information
 - Lokalisation
 - Sikkerhed
- Erhvervstrafik
- Kollektiv trafik
- Infrastruktur

I det efterfølgende gennemgås teknologier, der ligger under kategorierne '*Individuel trafik*' og '*Infrastruktur*', da disse bedst egner sig til motorvejen ved Limfjords-tunnelen og pendlertrafikken, som udgør en betydelig del af trafikken i tunnelen. Disse forskellige teknologier vil blive gennemgået for at belyse, om de er relevante at benytte i forsøget på at effektivisere vejnettet omkring Limfjordstunnelen.

10 Rampedosering

Rampedosering er i flere lande en udbredt metode til at styre trafikken, der ledes ud på motorvejen. Trafikanterne på tilkørselsramperne bliver holdt tilbage og først ledt ud på motorvejen, når der er plads i trafikken, jf. figur 10.1. På den måde undgås nedbremsninger på motorvejen i forbindelse med indfletningen, som kan forplante sig videre tilbage ad motorvejen som kødannelse.

10.1 *Principper bag rampedosering*

Rampedosering styrer trafikken, der bliver ledt ind på motorvejen, således at trafikken på motorvejen afvikles så flydende som muligt.



Figur 10.1: Rampedosering fra Holland [vejdirektoratet, 2001].

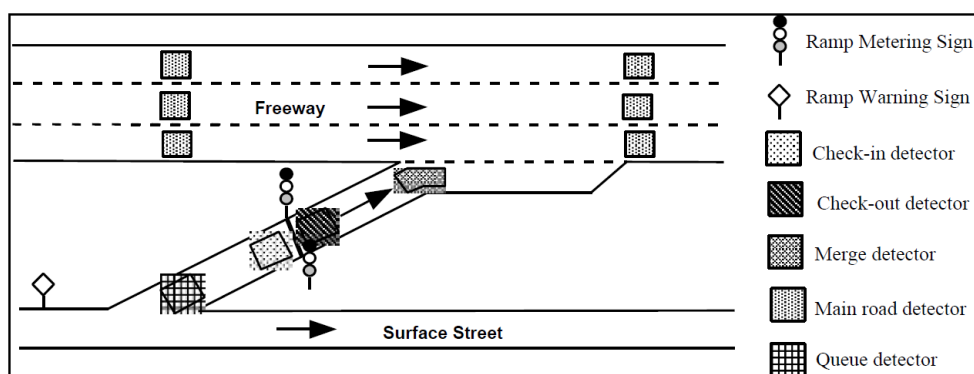
Systemet bruges, hvor kapaciteten på motorvejen er tæt på at være opbrugt, og der derfor ikke skal ret meget til, før der opstår kø. Trafikken på tilkørselsrampen afvikles vha. ét af to systemer [vejdirektoratet.dk, 2001]:

- Én bil pr. grønperiode, hvor der er en kort grøntid og en kort omløbstid

- Flere biler pr. grønperiode, hvor signaleringen sker ved hjælp af normale grøntider og omløbstider i kombination med spoler

Princippet - ved at sende én bil ned på motorvejen ad gangen - er, at der ofte kommer en kolonne af biler, der skal flette ind på motorvejen på samme tid og derfor forstyrrer trafikafviklingen, hvor belastningen i forvejen er høj. Ved den anden metode er princippet, at der måles på trafikken på motorvejen, og hvis der registreres et "hul" i trafikken, sendes bilerne ud på motorvejen. Derved er det muligt at lukke flere biler ud på motorvejen ad gangen.

Et eksempel på dette system fremgår af figur 10.2, hvor trafikken registreres på motorvejen og på rampen vha. detektorer. Disse overvåger trafikken, samt hvordan sammenfletningen mellem de to trafikstrømme forløber. Et system, som dette, måler afstanden mellem køretøjerne, og ud fra en algoritme lukker systemet det antal biler ud på motorvejen, som der er plads til [its.leeds.ac.uk, 2000]. Ved starten af rampen er der en detektor, der sikrer, at der ikke sker tilbagestuvning ud på det øvrige vejnet. Hvis der registreres kø ved denne detektor åbnes der for trafikken ud på motorvejen, for ikke at genere trafikafviklingen på øvrige veje i området [itstoolkit.co.uk, 2008a].



Figur 10.2: Eksempel på implementering af rampedosering med detektorer [its.leeds.ac.uk, 2000].

10.2 Effekter af rampedosering

Systemerne er implementeret i flere forskellige lande, som f.eks. Holland, Sverige, England, Tyskland og USA [itstoolkit.co.uk, 2008a]. I byområdet ved Minneapolis og Saint Poul (Twin Cities) i USA, blev det første rampedoseringsanlæg taget i brug i 1969, og siden er systemet udbygget til i dag at omfatte 430 rampedoseringsanlæg fordelt på ca. 340km motorvej i byområdet [its.dot.gov, 2000]. I 1989 blev det første rampedoseringsanlæg etableret i Holland, og frem til år 2002 er der anlagt yderligere 34 rampedoseringsanlæg [ltrc.lsu.edu, 2002].

Fordele ved rampedosering

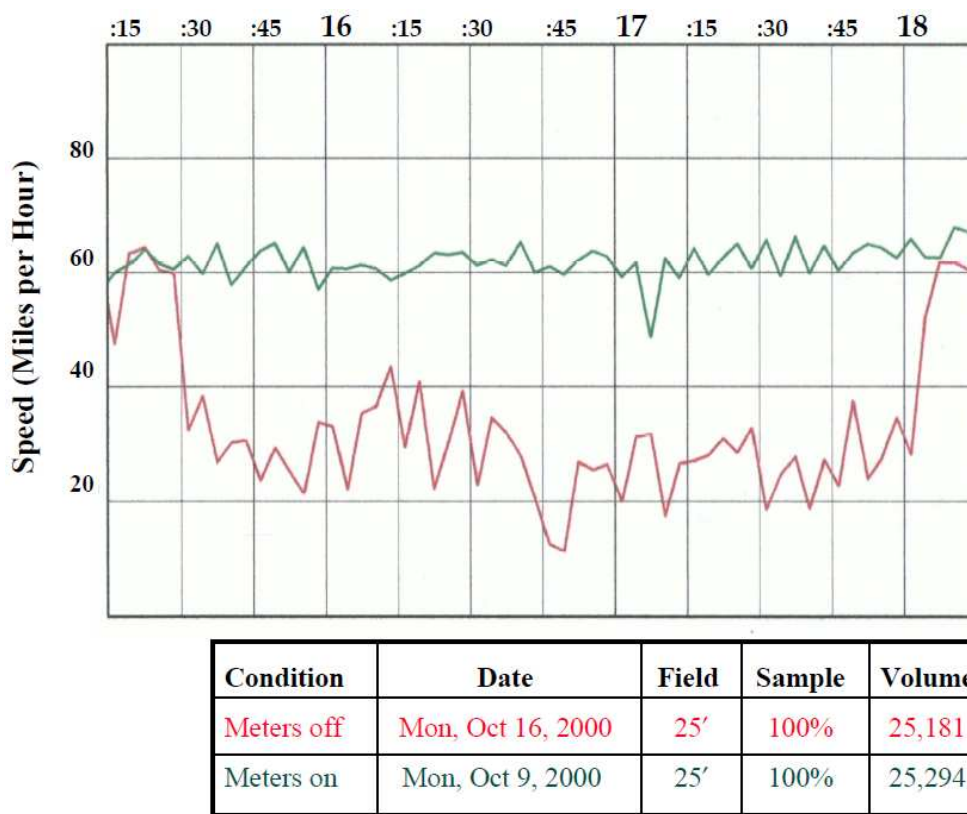
Erfaringerne fra Holland varierer alt efter, hvordan systemet er udformet, og hvordan trafikanterne har taget imod systemet. Det samme gør sig gældende i andre lande, hvor systemet er implementeret, jf. tabel 10.1. Projekterne er ikke alle blevet evalueret på de samme parametre, hvorfor det er svært at sammenligne projekterne direkte med hinanden. Desuden har de lokale forhold også stor betydning for virkningen af rampedoseringsanlægget, hvorfor nogle af resultaterne også varierer meget i forhold til hinanden.

Tabel 10.1: Effekter af rampedosering i forskellige lande [itstoolkit.co.uk, 2008a] [ltrc.lsu.edu, 2002].

Land	Kapacitet	Hastighed på motorvej	Uheld	Brugen af rampen	Rejsetid på motorvej	Rødkørsel
Holland	0% til +5%	+4km/t til +30km/t		-50% til 0%	-10% til 0%	2% til 15%
Tyskland		+10km/t				1,3%
USA		+12km/t til +28 km/t	-20% til -38%			
Storbritannien	+6%		Positiv effekt		-13%	

Hollandske undersøgelser viser, at der typisk kan forventes en kapacitetsforbedring ved flaskehalsen på motorvejen på mellem 3-5% ved at lave rampedosering. Disse forbedringer blev opnået i området omkring Amsterdam og Rotterdam, som er et af de mest travle områder i Holland. I visse tilfælde kan der dog ikke registreres en forbedring af kapaciteten. I Glasgow i Skotland er der registreret en kapacitetsforbedring på 6% ved at indføre rampedosering på motorvejen. Udover forbedringen af kapaciteten på motorvejen medfører implementeringen også andre fordele, som vil blive gennemgået i det følgende.

Ved implementeringen af rampedosering på en motorvej stiger rejsehastigheden på motorvejen. Dette sker, da der ikke bliver lukket flere køretøjer ud på motorvejen, end der er plads til. Derved undgås det, at køretøjerne på motorvejen skal til at bremse for at flette med køretøjerne fra rampen. En amerikansk undersøgelse i Twin Cities-byområdet viser, at hastigheden falder med mellem 12km/t og 28km/t på motorvejen, når rampedoseringsystemet slukkes over en længere periode [its.dot.gov, 2000]. Et eksempel på forskellen i hastigheden fremgår af figur 10.3, hvor data fra to dage er blevet logget, mens systemet hhv. har været tændt og slukket.



Figur 10.3: Variation i hastigheden med og uden rampedosering [its.dot.gov, 2000].

Hastigheden er markant lavere på motorvejen, når systemet ikke er aktivt, og hastigheden falder fra ca. 60mph (ca. 100km/t) til mellem 20mph (ca. 30km/t) og 40mph (ca. 65km/t) i spidstimerne hen over eftermiddagen. Når systemet er aktivt, er det muligt at opretholde en mere jævn hastighed på ca. 100km/t på motorvejen, hvilket forbedrer rejsetiden. Undersøgelser fra Holland og England viser, at det er muligt at opnå en besparelse på rejsetiden på op til 10-13% for trafikanterne på motorvejen.

Evalueringen af rampedoseringsanlæggene i byområdet Twin Cities peger på, at systemet har en positiv effekt på trafiksikkerheden ved at reducere antallet af ulykker på motorvejen. Undersøgelsen viser, at der sker et fald i antallet af ulykker på ca. 20% ved at implementere rampedosering på motorvejstilkørslerne. I Glasgow har evalueringsperioden for trafiksikkerheden været for kort til at kunne give nogle signifikante resultater, men studier af konflikter mellem køretøjer tyder på, at disse er blevet reduceret [easyway-its.eu, 2004].

Ulemper ved rampedosering

Et af problemerne ved rampedosering er, at bilisterne i nogle tilfælde har svært ved at acceptere, at de skal holde for rødt på rampen. Undersøgelser i Holland viser, at ved tydelige flaskehalse på vejnettet fortsætter ca. 6% af bilisterne ud på motorvejen, selvom der er rødt lys. Hvis der ikke er en tydelig flaskehals på vejnettet, stiger denne procentsats til 15%. [ltrc.lsu.edu, 2002]

For at løse dette problem er der som forsøg opsat kameraer, der fotograferer bilister, som kører over for rødt signal, ved signalerne i Holland, men der er stadig 2-3%, der fortsætter ud på motorvejen. Disse trafikanter risikerer derfor, at få en bøde for at ignorere det røde lys. En tysk undersøgelse viser, at kun 1,3% af de tyske bilister fortsatte på trods af, at der var rødt lys [itstoolkit.co.uk, 2008a]. Mængden af bilister, der ignorerer lyssignalet, vil have indvirkning på effekten af rampedoseringsanlægget og reducere denne.

I Holland er brugen af rampeanlæggene undersøgt, og her viser det sig, at der er stor forskel på, hvor mange bilister, der fortsat vælger at benytte rampen efter systemet er implementeret. Af de ni lokaliteter, der er undersøgt, er trafikken faldet på fem af dem. Tre steder er faldet mellem 35% til 50% [ltrc.lsu.edu, 2002].

Dette fald i brugen af rampeanlægget kan hænge sammen med udformningen af selve anlægget, samt hvordan vejnettet i området hænger sammen, og om det giver gode muligheder for at vælge alternative ruter. Desuden vil ventetiden på rampen også have indflydelse på hvor mange, der vælger en anden rute. Der er derfor risiko for, at trafikken flyttes til andre veje i området, som ikke bygget til at håndtere den ekstra trafik.

^{1 1} Trafikinformationer

Trafikinformationer formidles til bilisterne for at give dem det bedst mulige udgangspunkt, når de skal fra A til B. Dette kan både være før rejsen påbegyndes eller under selve turen. Informationerne kan formidles på mange forskellige måder, f.eks. direkte i bilen via radio eller GPS, på variable skilte langs vejene eller via mobiltelefoner.

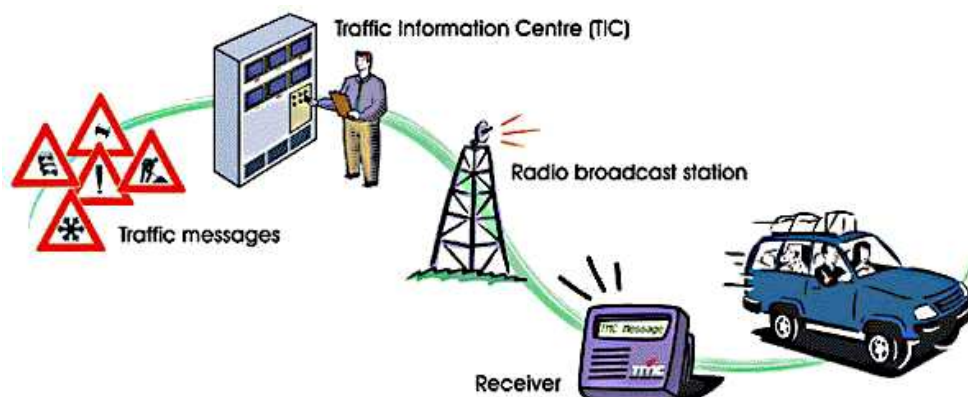
^{1 1 . 1} *Information via radiosignal*

Informationer, der udsendes via radiosignal, kan nå ud til stort set alle bilister med en bilradio monteret og tændt. Dette giver mulighed for, at bilisten bliver informeret på hele turen om relevante trafikoplysninger. I dag findes der flere teknologier baseret på udsendelse via radiosignalet.

Formålet med at sende trafikinformationer til bilisterne er at give bilisterne mulighed at ændre rejsemønster, når der er trængsel på vejene eller sket en ulykke, for dermed at reducere rejsetiden og trængselsniveauet. Samtidig mindskes stressniveauet hos føreren, idet det er muligt at reducere usikkerheder om rutevalg. [itstoolkit.co.uk, 2006]

RDS-TMC (Radio Data System-Traffic Message Channel)

Dette signal sendes digital sideløbende med det eksisterende analoge signal. En særlig modtager henter meddelelserne indeholdende kodede rejseoplysninger og viser meddelelse i et display på radioen uden at forstyrre de normale radioprogrammer. Trafikinformationers vej fra hændelse til bilist ses på figur 11.1. [dft.gov.uk, 2000]



Figur 11.1: Trafikinformationers vej fra hændelse til bilist. [Larsen, Lindholm, Lahrman, 2004].

Derudover kan der indbygges en GPS-modtager i RDS-TMC modtageren. Dette er en fordel, da bilens position derved er kendt af systemet, og derudfra kan sortere oplysninger fra, så modtageren kun afspiller informationerne for den relevante lokalitet. [Larsen, Lindholm, Lahrman, 2004]

RDS-EON (Radio Data System-Extended Other Networks)

Denne teknologi har været anvendt i bilradioer mange år. Her udsendes trafikinformationer med lyd og afbryder den aktuelle radiostation med trafikoplysninger. Det er den lokale radiostation, der indtaler disse beskeder. [dft.gov.uk, 2000]

DAB (Digital Audio Broadcasting)

Dette system er, i modsætning til det eksisterende sendenet, digitalt, hvorfor der kan sendes meget større mængder data og i højere hastighed. Gennem dette net er det muligt at sende ITS multimedia-servicer samt at kombinere trafikinformationerne med GSM-telefoner og GPS. [Larsen, Lindholm, Lahrman, 2004]

Evaluering af formidling af trafikinformationer med RDS-TMC

Resultater fra ACCEPT-projektet i Holland, Tyskland og Frankrig med RDS-TMC viser, at bilister med RDS-TMC installeret, reducerer deres rejsetid med 3-9%. [dft.gov.uk, 2000]

Tabel 11.1: Effekter af projekter med formidling af trafikinformationer.

Område	Rejsetid	Omlægge rute	Ændre transport-middel	Ændre rejseaf-gang	Hastighed ved trængsel
ACCEPT	-3-9%				
Europa 2		20-24%			
USA		14-18%	2-4%	14-18%	
Frankrig				6% vil ud-skyde	
-					-30%

I England, Frankrig, Italien, Tyskland, Holland og Irland viser projekter med RDS-TMC, at mellem 20-24% af bilisterne, der modtager relevante beskeder om trængsel med RDS-TMC, vil omlægge deres rute. [dft.gov.uk, 2000]

Desuden viser undersøgelserne i USA, at 30-40% af bilisterne ofte ændre deres rejsemønster på grund af rejseoplysninger. Af disse bilister vil 45% ændre rute og 45% vil ændre rejsetidspunkt. Endvidere viste det også, at 5-10% ville ændre deres transportmiddel. [dft.gov.uk, 2000]

Studier i Frankrig viser, at 6% af de udspurgte ville udskyde deres afgangstidspunkt efter, at de havde modtaget relevante informationer om trængsel gennem RDS-TMC. [dft.gov.uk, 2000]

Andre undersøgelser med RDS-TMC antyder at bilister, der modtager informationer om trængsel længere fremme, sænker deres hastighed med 30%. [dft.gov.uk, 2000]

11.2 Information via mobiltelefon

Med det engelske Trafficmaster er det muligt at få nødvendige trafikinformationer på mobiltelefonen med Traffic Alarm. Her kan vælges hvilke veje, der skal modtages information omkring, hvilken tid på dagen og størrelse af forsinkelse. Der modtages en SMS hver gang, der er relevant information til bilisterne, og det koster 25 engelske pence (ca. 2 kr.) pr. SMS. [trafficmaster.co.uk, 2009]

Det er ikke kun fra SMS, det er muligt at få relevante trafikinformationer. Trafficmaster har været med i udviklingen af Traffic TV, hvor det er muligt at få live stillbilleder hentet ned på sin mobiltelefon. Det kræver blot en telefon med farveskærm

og særlige programmer installeret. På mobiltelefonen vises et kort over England, hvorfra det er muligt at zoome ned til enkelte områder. Farvekoder viser, hvor hurtigt trafikken bevæger sig, enten i form af hastigheder eller rejsetider. Samtidig er der også kameraikoner på kortet, som ved aktivering kan vise billeder fra den aktuelle trafiksituation, jf. figur 11.2. Denne service koster 3-4 engelske pund (ca. 27-40kr.) om måneden, hvis der betales på henholdsvis års- og kvartalsbasis. [traffictv.co.uk, 2009]



Figur 11.2: Traffic TV på mobiltelefon med visning af live billeder. [traffictv.co.uk, 2009].

11.3 *Variable Informationstavler*

Variable Message Signs (VMS) - på dansk variable informationstavler - står i vej-kanten eller hænger over selve vejen og bliver brugt til at give føreren oplysninger om forholdene på pågældende motorvej eller hovedvej. Med VMS er det formålet at advare om trængsel eller ulykker længere fremme og dermed lade bilisten vælge en anden rute og køre uden om trængslen eller ulykken. Ved at advare om ulykker længere fremme kan VMS mindske risikoen for, at der sker følgeulykker. [itstool-kit.co.uk, 2008b]

VMS kan også bruges til at vise rejsetid frem til destinationer afhængig af hvilken rute, der vælges. Dette vil gøre, at bilister vælger den rute med kortest rejsetid, hvilket oftest er ruten med mindst trængsel. Dermed udjævnes trængslen på ruterne og skaber bedre fremkommelighed. Eksempler på VMS ses af figur 11.3.



Figur 11.3: Eksempler på Variable Message Signs (VMS) [Vejdirektoratet, 1999], [wikipedia.org, 2009].

VMS bliver ofte benyttet i sammenhæng med andre projekter til at forbedre fremkommeligheden. Det kan være projekter, der giver bilister oplysninger om ulykker længere fremme, miljømæssige trafikstyringssystemer, trafiksikkerhedsforanstaltninger eller alternative rutevalg. [itstoolkit.co.uk, 2008b]

Evaluering fra projekter med VMS

Der er lavet flere undersøgelser, der viser effekten af VMS, jf. tabel 11.2. Undersøgelserne er foretaget i USA, England, Tyskland, Frankrig og Danmark.

I Southampton, England viser brugen af VMS at 30-50% omlagde deres rejsemønstre, men der var en større del, der ændrede rute end anvendte et andet transportmiddel. Når VMS blev brugt på Køge Bugt motorvejen i Danmark kørte 12-14% en anden rute, hvor der var mindre trængsel. [itstoolkit.co.uk, 2008b]

Tabel 11.2: Evaluerings af projekter med VMS.

Område	Rejse-tid	Omlægge rute	Ændre transportmiddel	Ulykker	Hastighed
Southampton		>15-25%	<15-25%		
Køge		12-14%			
London	-1%	Ca. 48%	Ca. 4%		
Toulouse	-3%	11%			
Texas				-41%	
North Bavaria				reducing	59% nedsatte hastigheden
Holland				-100% tågere-lateret	-8-10km/t i forbindelse med tåge

Ved hjælp af VMS blev bilisternes rejsetid i London, England, reduceret med 1%. I Toulouse, Frankrig, reducerede bilisterne deres rejsetid med 3%. [itstoolkit.co.uk, 2008b]

I Texas, USA, faldt ulykkerne med 35 %, følgeulykker faldt med 30% og ulykker på grund af dårligt vejr faldt med 40%. Samlet var der et fald på 41%. Resultater fra Tyskland viser også en reducere af ulykkesantallet. [itstoolkit.co.uk, 2008b]

I London viste brugen af informationer på VMS, at 48% vil omlægge deres rute og 4% vil ændre transportmiddel. I Toulouse fandt 36% destinationen på VMS relevant og 11% ændrede rute. [itstoolkit.co.uk, 2008b]

I North Bavaria, Tyskland, opfangede 79% af bilisterne oplysningerne på VMS og dermed reducerede hastigheden og øgede deres opmærksomhed på trafikken. 88% betragtede teksten på VMS som troværdig og 59% nedsatte deres hastighed og heraf 39% til det tilladte. [itstoolkit.co.uk, 2008b]

VMS er også brugt i forbindelse med strækninger med stor risiko for tåge i Holland. Advarsler om tåge gav en reducere i hastigheden på 8-10km/t og alle tåge-relevante ulykker forsvandt i en 2-årig periode efter implementeringen. I et forsøg i USA var der ingen tågerelaterede ulykker i 8 år efter etablering af VMS med tåge-varsling. [itstoolkit.co.uk, 2008b]

Quo Vadis

Quo Vadis var et trafikledelsessystem i Aalborg-området, der gjorde stor brug af variable informationstavler. Projektet blev evalueret for perioden fra d. 23. november 1994 til d. 22. november 1995.

Projektet omfattede et ventetids-informationssystem, der viste eventuelle forsinkelser på krydsningerne af Limfjorden hhv. over Limfjordsbroen og gennem Limfjordstunnelen. Bilisterne kunne, i situationer med afviklingsproblemer for den fjordkrydsende trafik, vælge om de ville køre ad tunnelen eller broen ud fra oplysningerne på informationstavlerne, hvorved udnyttelsen af de to fjordkrydsningsmuligheder optimeres. Systemet omfattede 13 variable prismetavler, der automatisk kunne vise forsinkelser på op til 25 min. Hvis der skulle vises forsinkelser på mere end 25 min., skulle det gøres manuelt. [Aalborg Kommune, 2005]

I evalueringen er opstillet nogle udtryk til beskrivelse af de forskellige andele af bilister: [Vejdirektoratet, 1996]

- *Flytbare bilister* – bilister, der under normale forhold passerer forbi et variabelt skilt og har til hensigt at benytte problemruten.
- *Frakørselsandel* – andelen af flytbare bilister, som skifter rute.
- *Betinget frakørselsandel* – andelen af flytbare bilister, som har set skilte, og som skifter rute.
- *Bruge informationen* – andelen af bilister, der foretager sit rutevalg blandt andet på baggrund af informationen

Quo Vadis blev evalueret i en periode på ét år ved, at der blandt andet blev lavet en spørgeskemaundersøgelse og stopinterviews. Spørgeskemaundersøgelsen viste, at der var mellem 59% og 64% af bilisterne, jf. tabel 11.3, som brugte informationerne på tavlerne afhængig af om, der var tale om rutevejledning eller ventetidsinformation. Andelen af flytbare bilister, der har set skiltet og som skifter rute, er henholdsvis 30% og 31% for ventetidsinformation og rutevejledning.

Tabel 11.3: Andelen af bilister, der bruger informationerne og andel af betinget frakørsel for henholdsvis ventetidsinformation og rutevejledning. [Vejdirektoratet, 1996].

	Brugte informationen	Betinget frakørselsandel
Ventetidsinformation	64%	30%
Rutevejledning	59%	31%

I undersøgelsen blev bilisterne også spurgt om, de mente, at Quo Vadis ville forbedre trafikforholdene i Aalborg. Svarende fremgår af tabel 11.4.

Tabel 11.4: Bilisters holdning til hvorvidt Quo Vadis vil forbedre trafikforholdene i Aalborg. [Vejdirektoratet, 1996].

Svar	Ja	Måske	Nej	Ved ikke
Andel	43%	41%	8%	8%

Der blev lavet stopinterview ved to kryds henholdsvis nord og syd for Limfjorden med 725 bilister, der alle skulle krydse fjorden. Da interviewene blev lavet, viste de variable tavler ved begge kryds en ventetid via broen på 10 min., hvilket betød, at samtlige bilister havde haft mulighed for at få denne information. Samlet for de to kryds havde 62% set det aktive skilt, inden de kom til krydsene. 56% valgte at bruge denne information, når de skulle vælge rute. 43% valgte på dette grundlag at skifte til den alternative rute gennem tunnelen. Dette svarer til, at 26% af de flytbare bilister havde ændret rute. Tallene er angivet i tabel 11.5.

Tabel 11.5: Andelen af bilister, der påvirkes af Quo Vadis-tavlerne [Vejdirektoratet, 1996].

Set skilt	Brugte informationen	Frakørselsandel	Betinget frakørselsandel
62%	56%	26%	43%

Der er lavet vurderinger af de trafikale effekter med hensyn til tids- og strækningsbesvarelser opgjort på økonomiske værdier. Her er de sparede tidsomkostninger i evalueringsperioden opgjort til 516.000 kr. pr. år, mens strækningsomkostningerne er øget med 272.000 kr. pr. år, da bilisterne kører en omvej for at undgå trængslen. Dette giver en samlet besparelse på 244.000 kr. pr. år, hvilket umiddelbart lyder som en meget ringe besparelse. Disse effekter gælder kun for de omdirigerede bilister, og overslagsberegninger indikerer, at de sparede tidsomkostninger kan være 2-4 gange større, hvis alle bilister er medregnet. Strækningsomkostningerne vil være de samme, da det kun er de omdirigerede bilister, der ændrer strækningslængde, og derfor vil der være en samlet besparelse på ca. 0,7-1,8 mio. kr. Beparelserne er sket ved bilisters overflytning fra bro til tunnel, da 99% af bilisterne flyttes denne vej og er skønnet ud fra den forudsætning at frakørselsandelen er 25%. [Vejdirektoratet, 1996]

Quo Vadis-tavlerne blev senere taget ned igen på grund af for mange defekter, men spolerne i vejene bliver stadig brugt til bestemmelse af trængselsniveau på www.trafikken.dk.

^{1 2} Variable hastighedsbegrænsninger

Transportation Research Group på Southampton University i England har analyseret resultaterne af implementering af variable hastighedsbegrænsninger på en del af motorvejsstrækningen M25 syd for London tilbage i 1995.

^{1 2 . 1} *Forskellige systemer*

Variable hastighedsbegrænsninger kan implementeres på forskellige måder. Systemet kan tildeles et fast tidsskema, der bestemmer, hvornår på dagen, der skal skiltes med de forskellige hastighedsbegrænsninger. Dette system har dog vist sig at være ineffektivt. Et andet mere effektivt system er at lade trafikafviklingen og kørselshastigheder bestemme den øjeblikkelige skiltning på f.eks. en motorvejsstrækning. Et sådan system er implementeret på motorvejen ved Limfjordstunnelen og beskrevet yderligere i *Kapitel 6 - Det nuværende udstyr*.

^{1 2 . 2} *Variable hastighedsbegrænsninger på M25 syd for London*

I 1995 blev der påbegyndt et projekt med variable hastighedsbegrænsninger kaldet *Controlled Motorway* på M25 syd for London mellem frakørsel J10 og J15. Projekt havde til formål at forbedre den daglige trængsel, der bl.a. førte til ulykker, mange farlige situationer og uregelmæssige rejsetider. Alt sammen noget, der påfører bilerne høje stress-faktorer.

Løsningen blev variable hastighedsbegrænsninger, der havde til formål at harmonisere trafikafviklingen i de forskellige spor, således vognbaneskift bliver mindre attraktivt, hvilket vil skabe en mere flydende trafikafvikling med færre nedbremsninger og accelerationer. Samtidig skulle projektet nedsætte rejsetiden og øge trafikikkerheden. [itstoolkit.co.uk, 2009]

Forsøget var fuldt implementeret i 1999 på strækningen J10 til J15, hvor der udover de variable hastighedsbegrænsninger blev indført variable informationstavler, der advarer trafikanterne løbende omkring trafikken forude. Forinden - i 1997 - indførtes HIOCC, der er en pendant til tidligere omtalte AID, som en opdatering til

systemet, der havde fungeret fra projektets start i 1995. Det første system var baseret på den øjeblikkelige trafikafvikling samt det antal køretøjer, der passerede gennem strækningen. Derfor kunne systemet ikke skelne mellem situationer med lille trafik og kødannelse situationer, hvor få køretøjer passerer målestationerne. Dette skabte problemer ved trafiksammenbrud, hvor køretøjerne holdte stille eller bevægede sig langsomt på motorvejen, mens de variable hastighedstavle - grundet systemet - skilte hastigheden op. HIOCC fjernede dette problem ved også at detektere hastighederne. [easyway-its.eu, 2006]

Forsøgsstrækning fra frakørsel J10 til J15 blev udvidet til at omfatte strækningen mellem J15 og J16 i år 2000. Det er ligeledes denne strækning, der hovedsageligt lægger til grund for de kvantificerede resultater i det følgende afsnit, da trafikdataene fra før 1995 på strækningen J10 til J15 var ukendt.

M25 Controlled Motorway

Der blev efter implementeringen af variable hastighedsbegrænsninger på motorvejen udført en spørgeskemaundersøgelse med over 1.600 respondenter. De var overordnet tilfredse med implementeringen af de variable hastighedsbegrænsninger [itstoolkit.co.uk, 2009]:

- 84% indordnede sig efter de oplyste hastighedsbegrænsninger
- 60% mente, at den oplyste hastighedsbegrænsning var passende til de trafikale forhold
- 25% mente, at den oplyste hastighedsbegrænsning *ikke* var passende til de trafikale forhold
- 60% mente, at implementeringen af variable hastighedsbegrænsninger havde medført en forbedring af trafikken på motorvejen
- 66% mente, at ordningen skulle udvides til flere strækninger med problemer med trængsel på det engelske motorvejsnet.

Inden forsøget på M25 var det kendt, at virkningerne af de variable hastighedsbegrænsninger har en tæt sammenhæng med, at hastighedsbegrænsningerne overholdes. Dette kan gøres f.eks. ved hastighedsdetektering vha. permanente kameraer. På M25 var der ingen håndhævelse af hastighedsbegrænsningerne, men blot skiltning. Derfor var det vigtigt, at bilisterne følte, at den skilte hastighedsbegrænsning var passende til de øjeblikkelige trafikale forhold, hvorved sandsynligheden for hastighedsoverskridelser minimeres.

Effekter fra implementering af variable hastighedsbegrænsninger

De variable hastighedsbegrænsninger har hovedsageligt en målbar effekt på trafik-sikkerheden, men andre effekter er også beviselige. Effekterne fra forsøget på M25 er opstillet i tabel 12.1.

Tabel 12.1: Målte effekter ved forsøget med variable hastighedsbegrænsninger på M25 i England [easyway-its.eu, 2006].

	Effekter
Trafiksikkerhed	-15% i antallet af personskadeuheld
	-20% i andelen af materielskadeuheld pr. personskadeuheld
	-5% i andelen af hastighedsoverskridelser (ved 40mph)
Køreadfærd	Bilisterne foretog færre vognbaneskift
	Bilisterne benyttede i højere grad den inderste vognbane
	Bilisterne holdte bedre afstand til den forankørende
	-9% i tiden, der er trafikalt sammenbrud*
	-3% i antallet af gange, der er trafikalt sammenbrud*
Miljø	-6% i andelen af stop/start-kørsler
	-2% til -8% i andelen af emission (afhængig af partikeltype)

* dette gør sig kun gældende for sporet, der går i retning mod uret på M25

De britiske motorveje er i forvejen mindre belastet med uheld i forhold til lignende vejstrækninger i Europa, men ved implementeringen af de variable hastighedsbegrænsninger faldt uheldsandelene yderligere. I forsøgsperioden faldt andelen af personskadeuheld med 15%, mens materielskadeuheldene blev reduceret med mere end 30%.

Disse trafiksikkerhedsforbedringer skyldes med stor sandsynlighed den ændring i kørselsadfærden, som de variabel hastighedsbegrænsninger medfører og opfordrer til. Det viser sig, at 5% færre bilister overskrider hastighedsbegrænsningen, når den lyder på 40mph (ca. 65km/t). Samtidig mindskes antallet af vognbaneskift, hvilket sandsynligvis skyldes, at der sker en harmonisering af hastigheden i de fire spor, hvor hastighedsforskellen mellem inderste og yderste spor er faldet med 5km/t. Samtidig er afstanden mellem bilerne blev forøget og hastighedsfordelingen mere jævn, hvilket har resulteret i 6% færre stop-/startkørsler på motorvejen.

De variable hastighedsbegrænsninger har ligeledes medvirket til en reduktion i mængden af trafikale sammenbrud, hvor gennemsnitshastigheden når under 25mph (ca. 40km/t). For kørselsretningen mod uret på M25 (mod syd/øst) skete der en reduktion på 9% i tiden, der var trafikale sammenbrud, mens antallet faldt med 3%.

For den modsatte retning skete i stedet en mindre forøgelse af de trafikale sammenbrud. Dette menes at skyldes en mindre trængsel på retningen med uret rundt (mod nord/vest) på M25. Den samlede rejsetid på tværs af de to retninger er uændret på hverdagene, men den forventede rejsetid er blevet mere konstant.

Gennem spørgeskemaundersøgelsen med de 1.600 respondenter blev det klart, at bilisterne følte en forbedring ved systemet - både pga. den mere pålidelige rejsetid, men også den bedre komfort, som de færre stop-/startkørsler giver. Dette kunne tyde på, at bilisterne udsættes for mindre stress i forbindelse med deres kørsel på M25. [easyway-its.eu, 2006]

Sammenkobling til andre virkemidler

Forsøget på M25 viste, at de variable hastighedsbegrænsninger fungerer fint med variable informationstavler, således bilisterne ved, hvorfor hastigheden skiltes ned i de pågældende situationer. De variable tavler sikrer dog ikke, at bilisterne ikke overskrider hastighedsbegrænsningerne. Dette kan afhjælpes med strækningsbaseret hastighedsdetektering, der måler køretøjernes gennemsnitshastighed mellem to punkter og på den baggrund uddele fartbøder til fartsynderne. På M25 er dette i starten af år 2008 blevet indført, således at hastighedsoverskridelser vil blive detekteret og bøde udstedt. Effekterne af dette er stadig ukendt.

En yderligere udnyttelse af de variable hastighedsbegrænsninger i fremtiden er at lade disse styret, foruden af de trafikale forhold og hastighederne, af de vejrlige forhold, således at der f.eks. også nedskiltes ved vådt føre eller sne og isglatte veje.

^{1 3} H a s t i g h e d s k o n t r o l

Manuelt betjente og automatiske hastighedskontroller benyttes i kampen mod hastighedssyndere overalt i verden. Særligt på strækninger med mange trafikuheld relateret til hastighedsoverskridelser kan en sænkning af gennemsnitshastigheden have stor betydning for uheldstætheden og alvorligheden af selve uheldene.

^{1 3 . 1} *Flere varianter*

Der findes flere typer af hastighedskontrol, der benyttes. Nogle er manuelt betjent andre fuldt automatiske. De tre mest almindelige er:

- Mobil hastighedskontrol
- Permanent hastighedskontrol
- Strækningsbaseret hastighedskontrol

Mobil hastighedskontrol

De mobile hastighedskontroller optræder ofte som politiets fotovogne, der er udstyret med kamera til måling af hastigheder. Systemet skal betjenes af en politibetjent og benyttes ofte på strækninger, der er uheldsplaget. Ved fotovognene fotograferes føreren af køretøjet samt nummerpladen, hvorefter fartbøden sendes til ejeren af køretøjet. Disse fotovogne placeres både i byerne og på landevejene. De mobile hastighedskontroller optræder ligeledes uden fotografering. Dette ses ofte på motorvejsstrækninger, hvor politibetjente måler hastigheden på køretøjer fra motorvejsbroer og sender en politibil eller en motorcykelbetjent efter fartsynderne for at uddele fartbøden.

Permanent hastighedskontrol

De permanente hastighedskontroller - bedre kendt som stærekasser - er fuldt automatiske og fungerer ofte på lokaliteter, der er plaget af uheld eller i områder, hvor hastigheden skal tvinges ned f.eks. i nærheden af skoler. Ved hastighedsoverskridelse er proceduren som ved fotovognene, hvor føreren fotograferes og ejeren af køretøjet stilles til ansvar. Denne metode optræder i øjeblikket kun på forsøgsstadie i Danmark på udvalgte strækninger.

Strækningsbaseret hastighedskontrol

De strækningsbaserede hastighedskontroller opstilles oftest på motorvejsstrækninger og fungerer ved at en række kameraer er placeret langs strækningen. Systemet genkender nummerpladerne på køretøjerne og måler en gennemsnitshastighed mellem de enkelte kamerastationer. Fartsynderne fotograferes og ejeren af køretøjet stilles til ansvar. Denne type af hastighedskontrol benyttes på strækninger med høj uheldstæthed, men kan også benyttes til at afhjælpe trængselsproblemer ved at harmonisere hastighedsflowet på strækningen.

13.2 *Hastighedskontrol i Storbritannien*

I Storbritannien blev der i perioden fra år 2000 til 2003 udført en stor undersøgelse af effekterne ved implementering af automatisk hastighedskontrol. Undersøgelsen blev gradvist udvidet til at omfatte 24 byer det sidste år.

Undersøgelsen, der omhandler alle de tre tidligere beskrevet kontroltyper vil blive beskrevet yderligere i det følgende.

Effekter fra implementeringen af hastighedskontrol i forhold til kontroltype

De forskellige manuelle og automatiske hastighedskontroller, der er benyttet i undersøgelsen, viste sig ikke at have samme effekt på hastighederne på strækningerne, jf. tabel 13.1.

Tabel 13.1: Hastighedsændringer opdelt efter hastighedskontroltype [dft.dot.gov, 2004].

	Permanent	Mobil	Stræknings-baseret
<i>Gennemsnitshast. (før)</i>	35,2mph	37,1mph	40,0mph
<i>Gennemsnitshast. (efter)</i>	29,9mph	35,5mph	37,7mph
Ændring	-15%	-4%	-6%
<i>Hast. For 85%-fraktilen (før)</i>	41,4mph	43,9mph	45,7mph
<i>Hast. For 85%-fraktilen (efter)</i>	33,9mph	41,9mph	42,3mph
Ændring	-18%	-5%	-7%
<i>Hastighedsoverskridelser (før)</i>	47,7%	44,7%	42,7%
<i>Hastighedsoverskridelser (efter)</i>	14,0%	35,5%	27,0%
Ændring	-71%	-21%	-37%
<i>Hast.overskridelse med > 15mph (før)</i>	4,0%	2,6%	2,3%
<i>Hast.overskridelse med > 15mph (efter)</i>	0,6%	1,8%	0,3%
Ændring	-80%	-26%	-86%

Note: 1mph = 1,61km/t

Undersøgelsen viste, at alle hastighedskontroltyperne reducerede hastighederne på strækningerne. Mest effektive viser de permanente hastighedskontroller at være. De reducerer både den gennemsnitlige hastighed og fjerner en stor andel af fartsynderne - både de milde og de mere voldsomme, der overskrider hastighedsgrænserne med mere end 15mph (ca. 25km/t), jf. tabel 13.1.

Resultaterne for de forskellige kontroltyper er svære at sammenligne, da en permanent og mobil kontroltype, vil have en tendens til at virke effektivt ved placeringen af kontrollen, mens den strækningsbaserede - som navnet også lægger op til - vil have en større effekt på en længere strækning.

Der er en forventet mindre effekt ved de mobile hastighedskontroller set i forhold til de permanente. De permanente hastighedskontroller vil påvirke til en ændring i kørselsadfærden med øjeblikkelig virkning og bevare denne, mens de mobile, der placeres periodevist på forskellige strækninger, vil have en tendens til at virke mindre effektivt både på kort og lang sigt. Det viser sig, at reduktionen i hastigheden er længere tid om at indfinde sig på strækninger med mobile hastighedskontroller, men at den øges i takt med, at hastighedskontrollerne genopstilles flere gange på samme strækning. [dft.dot.gov,2004]

Den strækningsbaserede hastighedskontrol viser sig at have virkning på især de voldsomme hastighedssyndere, der kører mere end 15mph over hastighedsgrænserne. Samtidig reduceres både gennemsnitshastigheden og hastigheden ved 85%-fraktilen hhv. 6% og 7%, jf. tabel 13.1.

Til trods for, at de forskellige typer hastighedskontrol fjerner mange fartsyndere, så er der efter undersøgelsesperioden stadig en stor andel, der overskrider hastighedsgrænserne. Ved de mobile hastighedskontroller kører hver tredje stadig for hurtigt, mens det for hhv. de permanente og strækningsbaserede gør sig gældende for hver sjette og hver fjerde, jf. tabel 13.1.

Effekter fra implementeringen af hastighedskontrol i forhold til hastighedsgrænserne

Undersøgelsen indeholder mange lokaliteter i bymæssige områder med lave hastighedsgrænser. Effekter fra undersøgelsen delt op på hastighedsgrænserne fremgår af tabel 13.2.

Tabel 13.2: Hastighedsændringer opdelt efter hastighedsgrænser [dft.dot.gov, 2004].

Hastighedsgrænse	Ændring i gennemsnitshast.		Ændring i 85%-fraktilen		Hastigheds-overskridelse	Hastigheds-overskridelser med >15mph
30mph	-2,4mph	-8%	-3,4mph	-9%	-33%	-46%
40mph	-2,8mph	-7%	-3,2mph	-7%	-34%	-47%
Total i by	-2,5mph	-8%	-3,3mph	-9%	-33%	-46%
50mph	-1,7mph	-4%	-1,0mph	-2%	-19%	-12%
60mph	-2,2mph	-4%	-2,9mph	-5%	-23%	-35%
70mph	-2,6mph	-4%	-2,5mph	-3%	-20%	-14%
Total udenfor by	-2,1mph	-4%	-2,5mph	-4%	-22%	-29%
Alle lokaliteter	-2,4mph	-7%	-3,2mph	-7%	-32%	-43%

Note: 1mph = 1,61km/t

Resultaterne af undersøgelsen delt op på hastighedsgrænser viser, at den største effekt opnås i byerne, hvor hastigheden er forholdsvis lav, jf. tabel 13.2. Dette kan skyldes flere ting, men i undersøgelsen slås der specielt på det faktum, at der i langt højere grad blev benyttet mobile hastighedskontroller på strækningerne uden for byerne. Disse er vist at have en mindre effekt, hvilket også kunne slå igennem på disse resultater.

Yderligere undersøgelser viste, at den største effekt blev opnået på lokaliteterne med automatiske hastighedskontroller, hvor hastighedsgrænserne var lave, mens de ringeste effekter blev opnået med de mobile hastighedskontroller på strækninger med høje hastighedsgrænser. [dft.dot.gov, 2004]

Denne forskel kan dog hænge sammen med, at de mobile hastighedskontroller ofte blev brugt på landeveje med høj hastighed, mens de automatiske primært blev brugt i byerne.

^{1 4} Implementering ved Limfjordstunnelen

De netop undersøgte ITS-løsninger vil i det næste blive vurderet på, om de vil kunne bidrage til at forbedre trafiksituationen ved Limfjordstunnelen. Da nogle af teknologierne allerede i dag er implementeret ved tunnelen, vurderes det, om der er fordele ved at udbygge eller videreudvikle systemet.

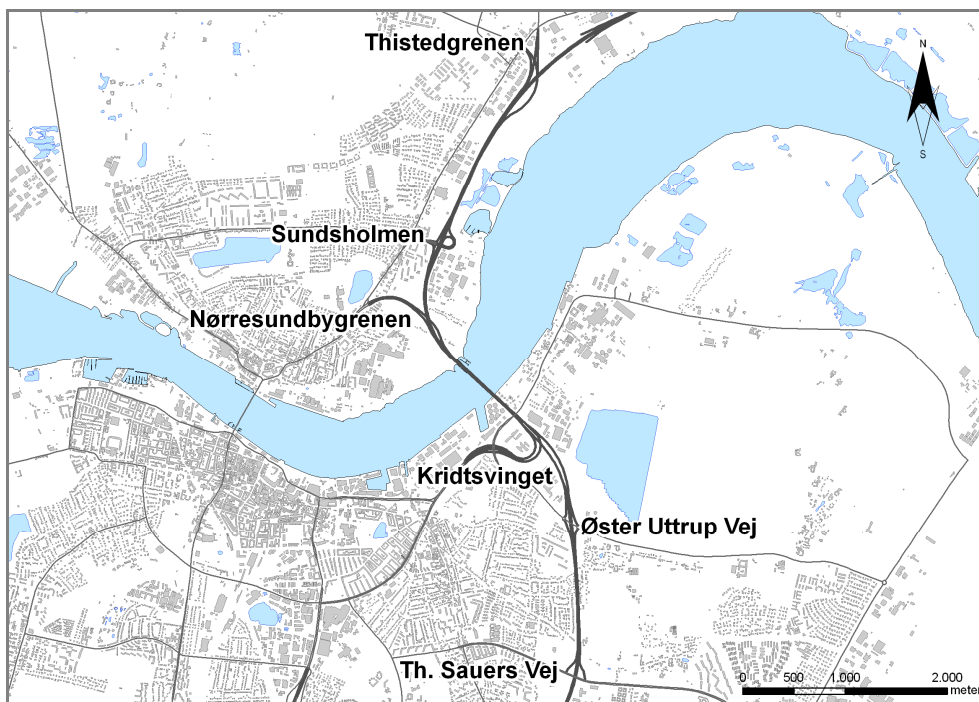
^{1 4 . 1} *Rampedosering*

Rampedoseringsanlæg kan i mange tilfælde øge kapaciteten på motorvejene, og forbedre afviklingen af trafikken omkring et trafikknudepunkt. Denne forbedring er ofte omkring 3-5%, men afhænger bl.a. af hvordan systemet implementeres, og hvordan det omgivende vejnet er.

Omkring Limfjordstunnelen er der mange til- og frakørselsramper, som forstyrrer trafikafviklingen på motorvejen, og en metode til at reducere disse forstyrrelser er ved at etablere rampedosering.

Sydvendte ramper

I den sydgående retning kunne rampedosering evt. etableres ved Nørresundbygrenen, Sundsholmen og Thistedgrenen, jf. figur 14.1. Dette vil kunne forbedre trafikafviklingen i morgentimerne, således at trafikken kommer til at forløbe bedre. På denne strækning har trafikanterne i en vis udstrækning valgt kørebane, alt efter om de skal fortsætte ad Kridtsvinget eller videre ad Motorvej E45. Data fra Quo Vadis indikerer, at trafikmængden er størst i det midterste spor og mindre i det yderste og inderste spor. Denne fordeling gør det lettere for trafikanterne at komme ud på motorvejen, men problemerne kan i stedet opstå, hvis de også skal skifte vognbane til det midterste spor. Rampedoseringssystemet kan dog hjælpe trafikanterne ud på motorvejen, hvor der er plads, og derefter har de minimum 1.000m til at skifte til det rigtige kørespor alt efter deres rejsemål.



Figur 14.1: Ramper omkring Limfjordstunnelen.

Nordvendte ramper

Syd for Limfjordstunnelen kunne der etableres rampedosering på de nordvendte ramper ved Øster Uttrup Vej, Humlebakken og Th. Sauers Vej. Dette vil forbedre trafikafviklingen frem mod tunnelen, ved at lede bilisterne på rampen ud i de huller, der er i trafikken. Anlægget vil muligvis også fjerne noget af den interne trafik i Aalborg, som benytter motorvejen. Tilkøtningsanlæggene er etableret med ca. 1,5km afstand, hvilket gør det attraktivt at benytte motorvejen internt i Aalborg i stedet for at benytte trafikvejene i byen.

Effekten af rampedoseringsanlæg vurderes at være begrænset, da trafikafviklingsproblemerne ofte vil opstå, hvor Kridtsvinget fletter sammen med motorvejen. Afstanden fra tilkørselsrampen ved Øster Uttrup Vej til Kridtsvinget er ca. 700m så problemer med trafikafviklingen her vil hurtigt påvirke tilkørselen. Derved forsvinder effekten af rampedoseringsanlægget, da der derved ikke længere er huller i trafikken, hvor bilisterne på rampen kan ledes ud i.

Vurdering

Rampedoseringsanlæggene vurderes til at have en positiv indflydelse på trafikafviklingen, med undtagelse af de situationer, hvor problemerne med sammenfletningen mellem motorvejen og Kridtsvinget spreder sig. Desuden vurderes det, at noget af den lokale trafik i Aalborg vil flytte sig ud på trafikvejene i stedet for at bruge motorvejen på strækningen frem mod Limfjordstunnelen.

Det er tvivlsomt om kapaciteten vil blive forbedret gennem Limfjordstunnelen, da Kridtsvinget ligger så tæt på tunnelen. De fleste, der kommer fra nord, har valgt vognbane med henblik på deres videre færd, og fra syd skal bilisterne fra Kridtsvinget og motorvejen flette med hinanden kort inden tunnelen. Forbedringen i kapaciteten vurderes derfor at ligge under undersøgelserne fra Holland, og estimeres til mellem 0% til 3%. Rampedoseringsanlægget vurderes til at kunne forbedre trafikafviklingen frem mod tunnelen, specielt for trafikanterne der kommer fra syd.

14.2 *Trafikinformationer*

Trafikinformationer bliver allerede brugt i stor stil over hele landet. Informationerne bliver sendt via radiosendenettet og bruges i dag til at give bilisterne relevante trafikinformationer afhængig af, hvor i landet bilisten befinder sig. Bilisten modtager informationerne på en almindelig bilradio enten som tekst i et display eller som indtaling fra den lokale sendestation. Trafikinformationerne bliver sendt ud igennem Danmarks Radios P1, P2, P3 og P4. Det er også muligt at modtage trafikinformationerne til brug i bilens navigationssystem, og dermed vil informationerne blive vist på et kort med betegnelse over hændelsens art og andre relevante oplysninger. I dag kan trafikinformationerne allerede modtages i Aalborg-området.

SMS-service

Mobiltelefonen er ved at være hvermandseje, og derfor er det oplagt at bruge den til at modtage trafikinformationer på. Det er ikke nødvendigt kun at modtage informationer, mens bilisten er på sin tur, men også allerede inden bilisten starter turen. Derved kan bilisten tilrettelægge turen efter beskeden, der modtages. I dag er det ikke muligt at få trafikinformationer på mobiltelefon i Aalborg-området.

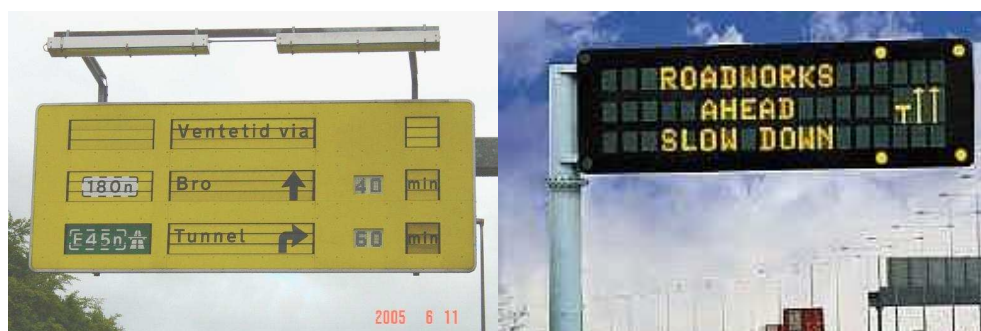
I England er det muligt at modtage trafikinformationer med mobiltelefonen. Hvis det kan blive implementeret i Aalborg, kan bilisterne selv vurdere ud fra informationerne, om de vil køre på det planlagte tidspunkt. Hvis bilisterne er mere informeret om trafiksituationen i Limfjordstunnelen, viser Quo Vadis, at de ofte vil ændre rejsemønster, og dermed vælge det tidspunkt eller den rute, hvor der er mindst trængsel. I *afsnit 17.3 Formidling af trafikinformationer til bilisterne* - fremgår det at mange bilister er interesseret i at få en SMS om trafikinformationer, og oven i købet er villig til at betale for en sådan service. Servicen kunne f.eks. gøres individuel, så hver bruger kan definere forskellige oplysninger og derudfra få informationer på den baggrund. Hvordan bilisterne vil benytte en mulig SMS-service, vides dog ikke, og bør derfor undersøges nærmere.

Variable informationstavler

Variable informationstavler har allerede tidligere været anvendt på veje omkring Aalborg i forbindelse med Quo Vadis-projektet. Her viste forskellige tavler på både motorveje og indfaldsveje ventetider for ruter ad henholdsvis Limfjordsbroen og Limfjordstunnelen. Dette system er dog taget ud af brug igen, da det ofte var defekt.

I stedet for, at de variable tavler viser ventetid, kan det være en mulighed at vise rejsetid fra punkt til punkt i stedet. Dette vil gøre det nemmere for bilister at justere deres rejsemønster efter informationerne. Hvis der kun står ventetider, er det svært for den enkelte bilist at vurdere, om det er hurtigst at køre ad Limfjordstunnelen eller Limfjordsbroen. Ventetiden viser jo ikke den samlede rejsetid, som bilisten egentlig har brug for at vide.

For at få et system op at køre med variable tavler, der viser rejsetider over Limfjorden, kræver det nye spoler til dataindsamling eller de eksisterende Quo Vadis-spoler skal suppleres med nye. Ved evalueringen af det gamle system ses det, at mange tror på at et rejsetidssystem vil mindske trængslen og andelen af flytbare bilister, som skifter rute, er på 26%. Systemet kan udvikles til at skiltene skal være diodetavler så mange flere forskellige beskeder kan blive vist til bilisten jf. eksempler i figur 14.2.



Figur 14.2: Variabel tavle fra Quo Vadis-projektet (tv.) [itsdanmark.dk, 2006] og mulig ny variabel skilt som diodetavle (th.) [elmore.ie, 2009].

I dag findes der allerede et system, der viser forskellige informationer ved hjælp af diodetavler til bilisterne. I afsnit 6.4 *Variable tavler* er beskrevet hvad disse tavler kan vise, og det burde være muligt at implementere rejsetidsinformation i disse skilte. Disse skilte viser afstanden til Limfjordstunnelen, år der ikke er trafikale problemer. Her kunne systemet vise beskeder som f. eks 'vær opmærksom på forankørende' eller 'hold afstand'. Det kan gøre, at bilisterne er mere opmærksomme, når de ankommer til Limfjordstunnelen, og dermed mindske de mindre hændelser.

Løsningen med at henvise til andre ruter er dog ikke holdbar i Aalborg-området. Hvis der er problemer i Limfjordstunnelen, skal bilisterne ledes mod Limfjordsbroen, da det er den eneste anden mulige krydsning af Limfjorden ved Aalborg. Kapaciteten på Limfjordsbroen er allerede opbrugt i normaltilstand, og det vil give store trængselsproblemer i midtbyen, hvis der bliver ledt mere trafik derover. I fremtiden kan systemet blive aktuelt, hvis den 3. Limfjordsforbindelse kommer til at gå vest om Aalborg. Så vil der være flere ruter for bilisterne at vælge imellem, og kan derfor bedre fordele trafikken, hvor der er plads.

14.3 *Variable hastighedsbegrænsninger*

Der er i øjeblikket implementeret variable hastighedsbegrænsninger nord for Limfjordstunnelen i sydgående retning samt syd for tunnelen i nordgående retning. Disse er beskrevet yderligere i *afsnit 6.4 Variable tavler*.

Nye systemer

Det nuværende system virker ikke til at have den rette indflydelse på bilisternes valg af hastighed. Både middelhastigheden i morgen- og eftermiddagstimerne i hverdagen overskrider den skilte hastighedsbegrænsning, hvilket beskrives yderligere i *afsnit 5.2 Hastigheden i morgen- og eftermiddagstimerne*. Dette kunne tyde på at bilisterne ikke føler, at den skilte hastighed er rigtig i forhold til forholdene på E45 ved Limfjordstunnelen. De nuværende tavler er ikke i stand til at vise trecifrede tal og derved ikke en hastighedsbegrænsning på 110km/t. Slukkes de variable hastighedstavler vil hastighedsbegrænsningen være 130km/t, hvilket ikke vil være forsvarligt ved Limfjordstunnelen, idet der foregår mange ind- og udfletninger grundet de mange til- og frakørsler, der ligger tæt ved hinanden.

Ved at øge hastighedsbegrænsningen i Limfjordstunnelen til 110km/t vil uheldsfrekvensen givetvis stige. Men som situationen ser ud nu, er middelhastighederne allerede over 110km/t i både syd- og nordgående retning i hhv. morgen- og eftermiddagstimerne uden større trængsel, jf. *afsnit 5.2 Hastigheden i morgen- og eftermiddagstimerne*.

Der er heller ikke umiddelbart nogen vejteknisk faktor, der taler for, at hastighedsbegrænsningen ved og igennem Limfjordstunnelen i sydgående retning ikke kan sættes på 110km/t, så længe, der implementeres foranstaltninger, der sørger for at hastighedsbegrænsningen ikke overskrides. Dette kunne være en form for hastighedskontrol. I nordgående retning er der en problematik ved at hæve hastighedsbegrænsningen til 110km/t, da udflettende bilister fra Kridtsvinget skal accelererer fra en hastighedsbegrænsning på 70km/t i Kridtsvinget til 110km/t på E45. Samtidig fletter Kridtsvingets inderste og langsomme spor sammen med det yderste og hur-

tigste spor på E45, hvilket skaber yderligere konflikter. Derfor bør Kridtsvingets tilkobling til E45 i nordgående retning syd for Limfjordstunnelen givetvis omlægges før hastighedsbegrænsningen kan hæves.

Taxachauffører i Aalborg, der medvirkede i en mindre interviewundersøgelse, jf. *Bilag C: Interview af taxachauffører*, oplyste, at de variable tavler ofte er for langsomme til at skilte hastigheden op igen, efter kødannelsen er opløst, hvorfor de ofte må køre igennem en tom Limfjordstunnel med en hastighedsbegrænsning på 50km/t. Ud fra taxachaufførernes udtalelser, samt det faktum, at trafikdataene fra Quo Vadis-spolerne er behæftet med store fejl mht. trafikmængde, er det en reel mulighed for, at der er problemer med hele systemet. Er dette tilfældet virker systemet ikke efter hensigten og bør gennemgå en opdatering.

Der er altså flere faktorer, der taler for, at systemet er klar til en opdatering eller fornyelse, men ligeledes nogle økonomiske faktorer, der taler mod det. Det vil givetvis være en dyr opgave, at skifte de variable hastighedstavler samt opdatere Quo Vadis-systemet, hvis dette er en nødvendighed.

Større udbredelse af de variable hastighedstavler

Uheldsfrekvensen på strækninger på Motorvej E45 ved Aalborg med og uden variable hastighedstavler blev analyseret for perioden mellem den 1. januar 2004 og den 31. december 2008, jf. *afsnit 7.3 Uheld med og uden variable skilte*. Denne analyse viste, at strækningen ved Aalborg uden variable tavler havde en 50% højere uheldsfrekvens på 0,090 uheld pr. mio. kørte km i forhold til strækningen med tavlerne, der havde en uheldsfrekvens på 0,057 uheld pr. mio. kørte km.

Denne tendens bekræfter forsøget på M25 med variable hastighedsbegrænsninger, jf. *Kapitel Variable hastighedsbegrænsninger*, hvor uheldsandelen for både person- og materielskader efter implementering faldt betydeligt.

Disse er incitamenter for at udvide strækningerne både i nordgående og sydgående retning. Udvidelsen kunne eventuelt ske syd for Limfjordstunnelen i sydgående retning og nord for i nordgående retning, således bilisterne efter gennemkørsel i tunnelen præsenteres for yderligere variable informations- og hastighedstavler i modsætningen til i den nuværende situation. Dette kræver et økonomisk bidrag til nye spoler og tavler, hvilket ikke vil blive behandlet yderligere i nærværende projekt.

14.4 Hastighedskontrol

Analysen af middelhastigheden i morgen- og eftermiddagstimerne ved Limfjordstunnelen viser, som før beskrevet, at de variable hastighedsbegrænsninger ikke

bliver overholdt. Derfor kunne det være oplagt at implementere hastighedskontrol i sammenhæng med de eksisterende hastighedsbegrænsninger.

De forskellige typer hastighedskontrol

Alle tre forskellige typer af hastighedskontrol, der bliver gennemgået i nærværende projekt er ikke lige relevante for strækningerne på E45 ved Limfjordstunnelen. Den mest relevante er en strækningsbaseret hastighedskontrol, der måler bilisternes gennemsnitshastigheder mellem to punkter og fanger hastighedssynderne med fotografering.

Denne hastighedskontroltype medvirkede i Storbritannien i et stort forsøg i flere byer til en reduktion i både middelhastigheden og hastigheden for 85%-fraktilen med hhv. 6% og 7%, jf. *Kapitel 13 - Hastighedskontrol*. Samtidig reduceredes den samlede andelen af hastighedsoverskridelser og andelen af hastighedsoverskridelser over 15mph med hhv. 37% og 86%. Disse reduktioner er store, men der var stadig over en fjerdedel, der stadig overskred hastighedsgrænserne. Dette vil dog være en klar forbedring af motorvejsnettet ved Limfjordstunnelen og effektivisere de variable hastighedsbegrænsninger.

Der er i Limfjordstunnelen et forsøg i sin opstartsfase med videodetektering, der affotograferer nummerpladerne på køretøjerne i Limfjordstunnelen. Dette system er installeret i forbindelse med overvågning af farlig godstransport, men hvorvidt det er muligt at benytte systemet til at detektere og affotografere hastighedssyndere er for projektgruppen uvist.

1 5 Opsummering på Litteraturstudiet

Denne oversigt viser de ITS-teknologier, som kan være med til at forbedre trafiksituationen ved Limfjordstunnelen. De forskellige tiltag er vurderet ud fra fire forskellige trafikale forhold, jf. tabel 15.1.

Tabel 15.1: ITS-teknologier, som kan implementeres ved Limfjordstunnelen, samt hvilke forhold de påvirker i trafikken.

Tiltag	Trafikafvikling	Trafiksikkerhed	Rejsetid	Kapacitet
<i>Rampedosering på ramperne frem mod Limfjords-tunnelen, både fra den nord og sydgående retning.</i>	+	+	+	+
<i>Informationer via mobiltelefoner, f.eks. en SMS-service</i>			+	
<i>Udvidelse af områder med variable hastighedstavler, samt udskiftning af eksisterende tavler så de kan vise 110km/t</i>	+	+	+	
<i>Hastighedskontrol over strækninger på motorvejen omkring Limfjordstunnelen</i>	(+)	+		

Som det fremgår af tabel 15.1, er det kun rampedosering, der påvirke kapaciteten på motorvejen, og denne effekt vurderes til at være mellem 0% og 3%. Rejsetiden kan påvirkes af både en SMS-service, rampedosering og variable hastighedstavler, men hvor meget er ikke muligt at vurdere. Variable tavler, hastighedskontrol og rampedosering kan forbedre trafiksikkerheden på motorvejen ved tunnelen, og derved reducere antallet af hændelser, som forstyrrer trafikken og giver anledning til kødannelse. Trafikafviklingen påvirkes af rampedosering, således at trafikflowet bliver mere konstant på motorvejen. Dette vil sammen med de variable hastigheds-

tavler og hastighedskontrollen medvirke til at sikre en jævn trafikafvikling med sammen hastighed over hele strækningen.

DEL

V

Der er blevet udført en spørgeskemaundersøgelse af bilisterne, der benytter sig af Limfjordstunnelen til og fra arbejde i hhv. morgen- og eftermiddagstimerne. Dette gøres for at afdekke deres fleksibilitet mht. deres kørevaner og for at undersøge, om de er interesseret i at modtage informationer omkring den trafikale situation i tunnelen, samt hvordan disse informationer bedst formidles. Desuden undersøges respondenternes holdninger til alternative transportformer såsom cykel, samkørsel og offentlig transport.

Ud fra besvarelserne i undersøgelsen ønskes det bestemt, hvor stor en andel af trafikken i spidstimen, det er muligt at flytte til andre tidspunkter, hvor trafikken er mindre tæt ved Limfjordstunnelen.

Spørgeskemaundersøgelse

^{1 6} **A n a l y s e a f r e s p o n d e n t e r**

I forbindelse med den udførte spørgeskemaundersøgelse undersøges respondenterne, der har afgivet deres besvarelser, for at kunne vurdere, om gruppen er repræsentativ for bilisterne i Limfjordstunnelen. Respondenterne skal helst repræsentere flere forskellige grupper i samfundet.

^{1 6 . 1} **U d a r b e j d e l s e a f s p ø r g s m å l**

Inden spørgeskemaundersøgelsen påbegyndes, udføres der en mindre forundersøgelse blandt taxa-chauffører i Aalborg for at afdække forskellige problematikker omkring Limfjordstunnelen, som de oplever i hverdagen i forbindelse med deres arbejde, jf. *Bilag C: Interview af taxachauffører*. Desuden er det undersøgt, hvilke grundlæggende metoder der ligger til grund for en spørgeskemaundersøgelse. Disse beskriver forskellige forhold der skal tages hensyn til i forbindelse med udformningen af spørgsmålene, således, at de forstås ens af både afsender og modtager, jf. *Bilag D: Spørgeskemaundersøgelse*.

^{1 6 . 2} **M å l g r u p p e**

Målgruppen for spørgeskemaundersøgelsen er de bilister, der benytter Limfjordstunnelen til og fra arbejde, og som arbejder syd for fjorden. Det er denne gruppe, der benytter tunnelen i myldretiden, og derfor deres transportvaner og fleksibilitet, som skal undersøges for at kunne vurdere, om bilisterne har mulighed for at flytte deres rejsetidspunkt ud af spidstimen.

^{1 6 . 3} **D i s t r i b u t i o n**

Spørgeskemaundersøgelsen er primært distribueret via e-mail, idet spørgeskemaet ligger online på internettet. Derved er det lettere for respondenterne at komme frem til spørgeskemaet, da de ikke skal skrive en længere internetadresse ind i deres browser. Spørgeskemaet er distribueret til virksomheder i Aalborg Øst, efter aftale med de enkelte virksomheder.

Når spørgeskemaet ligger online, giver det en række fordele for både respondenterne og i forbindelse med den efterfølgende databehandling. Da det foregår online kan

spørgsmålene løbende tilpasses respondentens tidligere svar, således at respondenter kan ledes uden om spørgsmål, som ikke er relevante for ham eller hende.

Spørgeskemaet er også blevet distribueret i papirform for at nå ud til endnu flere mulige respondenter, jf. *Bilag E: Spørgeskemaet*. Ved at overføre spørgsmålene til papir forsvandt en del af brugervenligheden over for respondenter, da der derved var spørgsmål, som respondenter skulle springe over. Spørgeskemaet kom også til at virke længere end det reelt er, da alle spørgsmålene er synlige for respondenter. Til spørgeskemaet blev udformet en planche med det formål at skabe et blikfang og interesse til at besvare spørgeskemaet, jf. *Bilag F: Planche*.

16.4 *Respondenter og population*

I det dette afsnit vil respondenterne blive sammenlignet med populationen på nogle faktuelle forhold. Populationen omfatter de personer, som kører gennem Limfjordstunnelen i myldretiden om morgenen kl. 06-09 i sydgående retning og om eftermiddagen kl. 14-17 i nordgående retning. Trafiksammensætningen i disse perioder består i langt overvejende del af bolig-arbejdsstedtrafik, hvorfor det antages at populationen er en del af den samlede arbejdsstyrke i Nordjylland.

I myldretiden om morgenen og om eftermiddagen passerer ca. 10.000 køretøjer, og med et gennemsnit på ca. 1,3 person pr. køretøj [vejdirektoratet.dk, 2002] er populationen ca. 13.000. Oplysningerne om populationen stammer fra Danmarks Statistik [statistikbanken.dk, 2009].

For at komme i forbindelse med denne specifikke målgruppe er der taget kontakt til forskellige arbejdspladser i den østlige del af Aalborg. Derfra er der kort afstand til Limfjordstunnelen, hvorfor de fleste, der kommer nordenfjords fra vælger at benytte tunnelen.

I forbindelse med spørgeskemaundersøgelsen er der svar fra i alt 181 respondenter, hvoraf 162 har gennemført hele spørgeskemaet, mens 19 har afgivet nogle svar, inden de er stoppet med undersøgelsen.

Aflønning

Det er forsøgt at få respondenter både fra kontorvirksomheder og produktionsvirksomheder, men dette er kun lykkedes i begrænset omfang. Produktionsvirksomheder har ikke e-mailadresser til deres timelønnede medarbejdere, og derfor blev spørgeskemaet uddelt i papirform til denne gruppe. Dette gav kun få tilbagemeldinger. På grund af den manglende tilbagemelding på papirspørgeskemaerne er størstedelen af respondenterne funktionærlønnet og derved ofte kontoransatte, jf. tabel 16.1.

Tabel 16.1: Aflønningen blandt respondenterne.

Aflønning	Respondenter
Funktionærlønnet	135
Timelønnet	11
Joblønnet	7
Andet	1

Denne fordeling på aflønningsforholdene vurderes at have indflydelse på, om respondenterne er ansat i en flextidssordning. Som det fremgår af tabel 16.2, er der en stor andel af respondenterne, der har flextid, og derved selv bestemmer, hvornår de vil møde på arbejde om morgenen og tage hjem fra arbejde om eftermiddagen. Denne andel adskiller sig fra populationen, hvor kun 34% er ansat i en flextidssordning, jf. tabel 16.2.

Tabel 16.2: Respondenter ansat med en flextidssordning.

	Respondenter	Population
Flextidssordning	77%	34%
Uden flextidssordning	23%	66%

Denne skæve fordeling vurderes at have indflydelse på respondenternes svar, da personer, som har flextid, også lettere kan ændre adfærd, hvilket der bliver spurgt ind til i spørgeskemaet.

Køn

Fordelingen mellem kønnene hos respondenterne er også noget skæv i forhold til populationen, da der næsten er dobbelt så mange kvinder end mænd, der har besvaret spørgeskemaet, jf. tabel 16.3. Dette kan hænge sammen med, at den største arbejdsplads, som deltog i undersøgelsen, har en stor andel kvindelige ansatte. I populationen af beskæftigede i Nordjylland er der kun 46% kvinder.

Tabel 16.3: Respondenterne fordelt på køn.

Køn	Respondenter	Population
Mand	35%	54%
Kvinde	65%	46%

Dette vurderes ikke umiddelbart at have nogen større indflydelse på besvarelsene om det er mænd eller kvinder, der kører gennem tunnelen. Både mænd og kvinder har fritidsaktiviteter og forpligtigelser over for familien.

Alder

Aldersfordelingen mellem de beskæftigede i Nordjylland og respondenterne er ikke direkte sammenlignelige, da inddelingen ikke er helt ens. Det fremgår dog, at gruppen fra 36-45 år er noget højere end for populationen. Desuden er der ikke ret mange respondenter under 26 år.

Tabel 16.4: Fordelingen på alder, hvor intervallerne ikke stemmer helt overens.

Alder	Respondenter	Alder	Population
<i>Under 18 år</i>	0%	<i>Under 19 år</i>	8%
<i>18-25 år</i>	2%	<i>20-24 år</i>	8%
<i>26-35 år</i>	21%	<i>25-34 år</i>	19%
<i>36-45 år</i>	39%	<i>35-44 år</i>	24%
<i>46-55 år</i>	25%	<i>45-54 år</i>	23%
<i>56-65 år</i>	12%	<i>55-64 år</i>	16%
<i>Over 65 år</i>	1%	<i>Over 65 år</i>	3%

Uanset alder har respondenterne et ansvar over for kærester/ægtefælde, fritidsaktiviteter og familie. Derfor vurderes alder ikke at have indflydelse på besvarelsene. En stor andel af unge er ofte timelønnet, hvilket kan være en forklaring på, hvorfor de er så ringe repræsenteret i undersøgelsen.

Bilrådighed

Respondenterne har alle mindst én bil til rådighed i husstanden, hvilket også er forventet, da de alle krydser Limfjorden gennem tunnelen. En stor andel af respondenterne har dog også to eller flere biler i husstanden, jf. tabel 16.5, hvilket kan hænge sammen med, at respondenterne er meget afhængige af bilen for at komme på arbejde. Dette er meget højere end for Nordjylland generelt, hvor kun omkring 18% har mere end én bil i husstanden. Det vurderes ikke at have nogen stor indflydelse på resultaterne, selv om respondenterne måske er mere fleksible end de fleste nordjyder.

Tabel 16.5: Antal biler som husstanden råder over.

Antal biler	Respondenter	Population
<i>1 bil</i>	49%	82%
<i>2 biler</i>	47%	17%
<i>Flere end 2 biler</i>	4%	1%

Indkomst

Respondenterne, der har deltaget i undersøgelsen, har oplyst den samlede indkomst i husstanden. Disse svar kan ikke sammenlignes direkte med indkomsterne i Nordjylland uden at omregne dem. Procentsatsen er beregnet ud fra alle personer i respondentens husstand, for at kunne sammenligne med den generelle indtægt pr. husstand i Nordjylland.

Respondenterne kommer generelt fra husstande, hvor indkomsten er høj, og 60% tjener over 600.000 kr. om året, jf. tabel 16.6. Der er ikke nogen, der bor i en husstand, hvor den samlede indtægt er under 200.000 kr. Denne forskel i indtægten i husstanden vurderes ikke at have stor indflydelse på respondenternes svar i spørge-

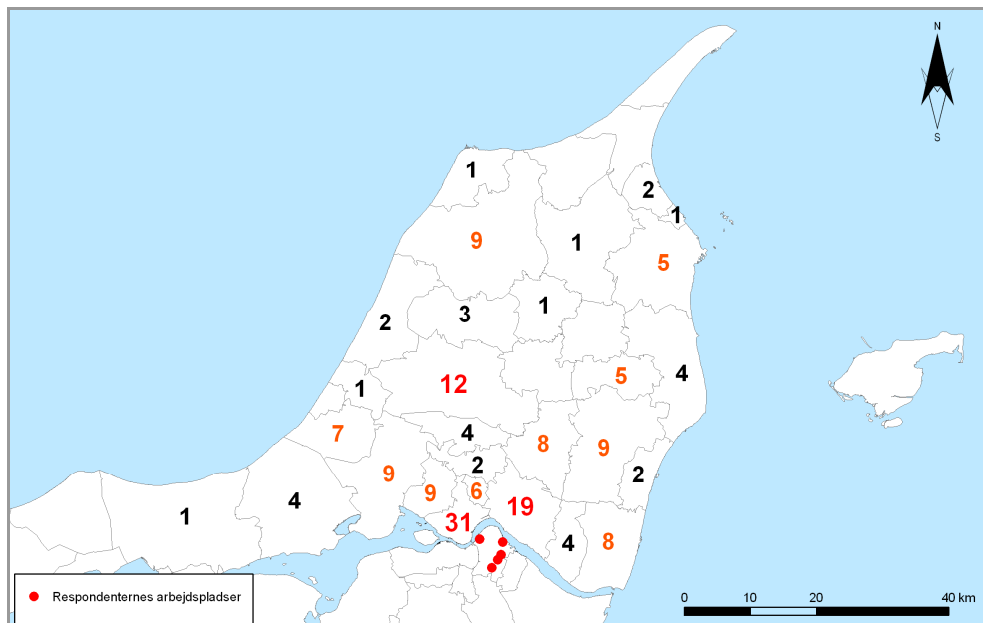
skemaundersøgelsen, men det kan være en forklaring på den store andel af respondenterne, der har mere end én bil i husstanden.

Tabel 16.6: Husstandens indkomst.

Indkomst	Respondenter	Population
Under 200.000 kr.	0%	26%
200.000-399.999 kr.	6%	32%
400.000-599.999 kr.	33%	19%
600.000 kr. og derover	60%	23%

Bopæl

Respondenterne kommer fra det meste af Vendsyssel, dog med en stor andel bosat i Nørresundby samt de nærliggende oplandsbyer, jf. figur 16.1. Som det fremgår af figuren, er der også respondenter, som pendler langt for at komme på arbejde i det østlige Aalborg. Dette kunne have indflydelse på respondenternes besvarelser, bl.a. fordi de bruger meget længere tid til og fra arbejde end dem der bor i f.eks. Nørresundby.



Figur 16.1: Antallet af respondenter i hvert postnummer i Vendsyssel samt placering af respondenternes arbejdspladser.

Vurdering af respondentgruppen

Respondentgruppen afviger på flere punkter fra populationen, men det vurderes, at dette ikke vil have afgørende indflydelse på deres svar. En af de parametre, der kunne have størst indflydelse på resultatet er forholdet mellem dem, der har flextid og dem, som har faste mødetider. Dette vil nok have indflydelse på respondenternes svar i spørgsmål omkring fleksibilitet af deres rejsetidspunkt. Desuden vurde-

res det også, at det vil have indflydelse på besvarelsene, hvor langt respondenterne skal køre for at komme til Limfjordstunnelen. Dette kunne f.eks. have indflydelse på deres opfattelse af tiden de holder i kø.

Ud fra respondenternes svar i spørgeskemaet er det undersøgt om der er nogle signifikante sammenhæng mellem deres svar og deres faktuelle oplysninger, såsom alder, køn, afstand fra hjem til tunnelen og indkomst i husstanden. Til dette er der udført χ^2 -test med et signifikansniveau på 0,05. Dette svarer til en sandsynlighed på 95% for at resultatet er rigtigt.

Beregningerne viser, at der ikke er nogen statistisk sammenhæng mellem respondenternes alder, køn eller husstandens indkomst og deres svar i undersøgelsen. Ved at teste svarene mod respondenternes afstand fra hjem til tunnelen, findes der dog i visse tilfælde en signifikant sammenhæng, jf. Bilags-CD'en Chi i anden test spørgeskema.xls. Der gør sig dog kun gældende for to af de ti testede spørgsmål, jf. tabel 16.7.

Tabel 16.7: Spørgsmål som er sammenholdt med 'Hvor langt har du fra dit hjem til Limfjordstunnelen', samt signifikansniveauet for sammenhæng mellem disse.

Spørgsmål	Signifikansniveau
Ville du være interesseret i en SMS-service, der informerer dig om kø pga. uheld i Limfjordstunnelen?	0,185
Forestil dig, at du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. tæt trafik i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 10 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...inden du tager af sted til arbejde om morgenen:	0,034
Du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. uheld i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 30 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...inden du tager af sted fra arbejde om eftermiddagen:	0,006
I hvilken grad er du villig til at ændre dit køretidspunkt på hverdage? - Om morgenen	0,729
I hvilken grad er du villig til at ændre dit køretidspunkt på hverdage? - Om eftermiddagen	0,542
Hvilket tidspunkt ankommer du normalt til Limfjordstunnelen, når du kører til arbejde?	0,194
Hvad mener du, der skal til for, at du vil overveje at køre tidligere/senere? Sæt gerne flere markeringer.	0,837
Ville du være interesseret i en sådan "pop-up"-service?	0,642
Er du også villig til at betale for en sådan "pop-up"-service?	0,691
Hvad er husstandens samlede indkomst?	0,596

**For at kunne gennemføre signifikanstesten, er afstandene blevet lagt sammen til intervaller på 10km hver.*

Spørgsmålene som viser en signifikant sammenhæng med afstanden fra hjem til Limfjordstunnelen, omhandler begge SMS-servicen der undersøges via spørgeskemaet. De øvrige otte spørgsmål viser ingen signifikant sammenhæng, heller ikke hvis signifikansniveauet ændres til 0,10.

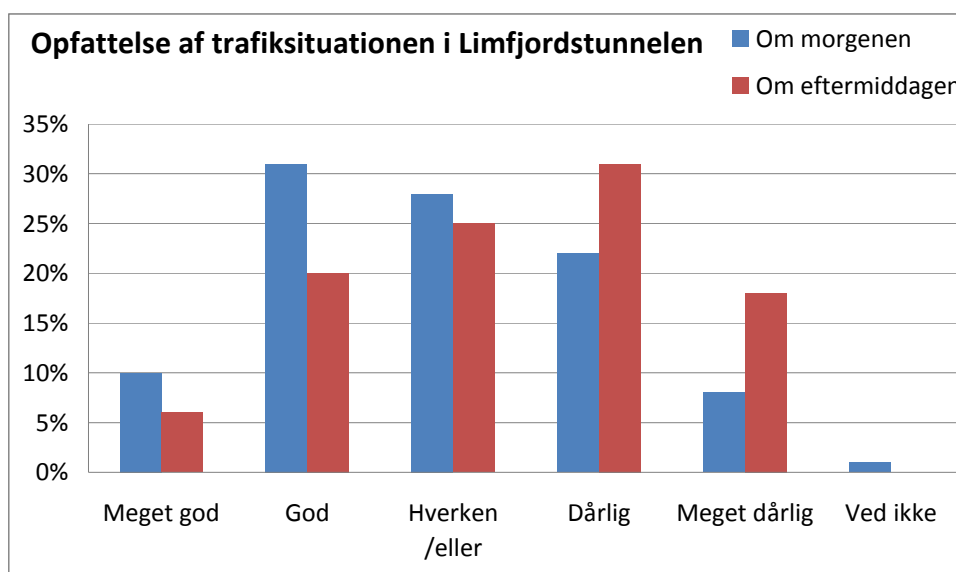
Det tyder altså på, at der i visse tilfælde er en sammenhæng mellem afstanden fra respondenternes hjem og Limfjordstunnelen.

17 Analyse af besvarelser

Spørgeskemaundersøgelsen skal belyse trafikanternes transportvaner gennem Limfjordstunnelen i spidsperioderne samt deres evne og villighed til at foretage deres rejse på det andet tidspunkt. Samtidig undersøges det, hvorfor der er nogle, som ikke kan ændre deres rejsetidspunkt, og hvad der skal ændres, så de har mulighed for f.eks. at køre senere på arbejde. Besvarelserne findes på Bilags-CD'en 'Besvarelser til spørgeskema.xls' og i *Bilag G: Besvarelserne*.

17.1 Oplevelse af den nuværende situation

Respondenterne er blevet spurgt om deres opfattelse af trafikken i Limfjordstunnelen i hhv. morgen- og eftermiddagstimerne, og resultatet fremgår af figur 17.1.



Figur 17.1: Respondenternes oplevelse af trafiksituationen i Limfjordstunnelen. Antal respondenter: Om morgen 166; Om eftermiddagen 156.

Der er udført en χ^2 test på resultaterne i analysen med et signifikansniveau på 0,05. Hvis testen er sand, er der en signifikant sammenhæng mellem de svar muligheder der er testet mod hinanden.

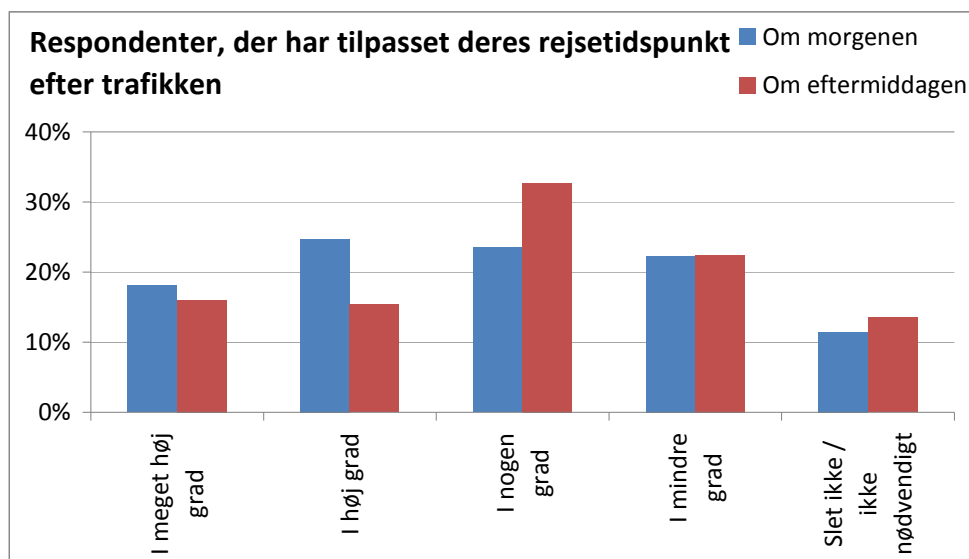
Der er en signifikant sammenhæng mellem respondenternes opfattelse af trafiksituationen alt efter, om det er om morgen eller eftermiddag. I morgentimerne synes

ca. 40% af respondenterne, at trafiksituationen enten er 'god' eller 'meget god', mens samme andel kun gælder ca. 25% om eftermiddagen. Om eftermiddagen er der ca. 50%, der synes, at trafiksituationen er enten 'dårlig' eller 'meget dårlig', mens ca. 30% har samme opfattelse af trafikken i morgentimerne.

Resultaterne omkring respondenternes opfattelse af trafikken i Limfjordstunnelen, har en signifikant sammenhæng med, hvornår de ankommer til tunnelen. Bilisterne, der ankommer til tunnelen i tidsrummet fra kl. 15:15 til 16:00, svarer generelt, at de oplever situationen som 'dårlig' eller 'meget dårlig'. Dette stemmer også overens med analysen af trafikken i spidstimen, jf. afsnit 4.3 - *Fordelingen af trafik i spidsperioderne i Limfjordstunnelen*, hvor det netop er omkring kl. 15:15, at der er flest trafikanter på motorvejen.

Tilpasning af rejsetidspunkt

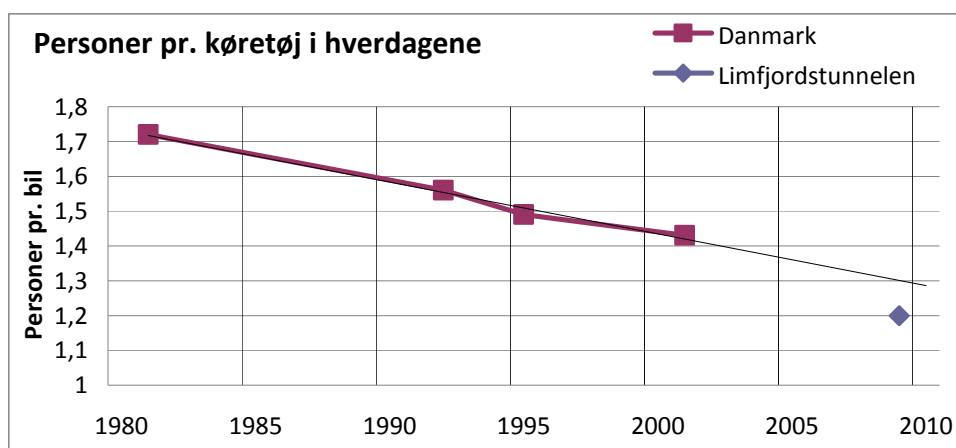
Undersøgelsen viser, at respondenterne i en vis grad allerede har ændret tidspunktet, hvor de kører gennem Limfjordstunnelen pga. af den trafikale situation, jf. figur 17.2. Der er kun 10-15%, som ikke tilpasser deres rejsetidspunkt, mens 30-40% har svaret, at de har ændret det 'i meget høj grad' eller 'i høj grad'. Respondenterne, der har svaret, at de tilpasser deres rejsetidspunkt i 'høj grad' eller i 'meget høj grad', kører næsten alle udenfor tidsrummet kl. 15:15 til 16:00.



Figur 17.2: Respondenter, der har tilpasset deres rejsetidspunkt efter trafikken i Limfjordstunnelen. Antal respondenter: Om morgen 166; Om eftermiddagen 156.

Personer pr. bil i Limfjordstunnelen

Respondenterne har oplyst, hvor mange personer, der er i deres bil, når de krydser Limfjorden. Omkring 80% af respondenterne er alene i bilen, når de krydser Limfjorden, og der sidder i gennemsnit ca. 1,2 personer i bilen både om morgenen og om eftermiddagen. Vejdirektoratets rapport fra 2002 *Personer pr. bil* [vejdirektoratet.dk, 2002] viser, at antallet af personer pr. bil er faldende i Danmark. I 2001 var der 1,43 personer pr. bil på hverdage. Ved at lave lineær regression på tallene fra 1981 og frem til 2001 fås et estimat på antallet af personer pr. bil i 2009 på omkring 1,30, jf. figur 17.3. Dette er lidt højere end resultatet af spørgeskemaundersøgelsen, hvilket kan hænge sammen med, at pendlerturene generelt har færre personer i bilerne end de øvrige ture på hverdagene [vejdirektoratet.dk, 2002].



Figur 17.3: Personer pr. bil i Danmark [vejdirektoratet.dk, 2002].

Ofte er der kun én person pr. bil, hvilket ikke er meget, men det stemmer meget godt overens med landsgennemsnittet. Der burde derfor være potentiale for at få flere til at køre sammen, da alle respondenterne har samme destination.

Transportmidler

Respondenterne er blevet adspurgt, om de har overvejet at benytte et andet transportmiddel til og/eller fra arbejde. Til dette svarede blot 12% af respondenterne 'Ja', jf. tabel 17.1.

Tabel 17.1: Respondenter, der har overvejet et andet transportmiddel. Antal respondenter: 154.

	Ja	Nej
Andet transportmiddel	12%	88%

De 88%, der har svaret 'Nej' til, at de har overvejet et andet transportmiddel, er efterfølgende blevet bedt om at begrunde det.

Der blev opstillet 13 forskellige svarmuligheder, fordelt på emner om bilen, offentlig transport, cyklen og samkørsel, jf. tabel 17.2. Respondenterne har haft mulighed for at sætte flere kryds til spørgsmålet.

Tabel 17.2: Respondenternes begrundelse for at tage bilen på arbejde. Antal respondenter: 135.

	Andel
<i>Bruger bil i forbindelse med arbejde</i>	24%
<i>Bruger bilen til ærinder på turen til og fra arbejde (henter og bringer børn, indkøb etc.)</i>	43%
<i>Lægger vægt på bilens komfort og frihed</i>	33%
<i>Den offentlige transport er for dyr</i>	17%
<i>Tidsforbruget med den offentlige transport til og fra arbejdspladsen er for stor</i>	87%
<i>Køreplanen for den offentlige transport passer ikke med arbejdstiderne</i>	36%
<i>Ruterne for den offentlige transport ligger ikke i nærheden af hjem/arbejdsplads</i>	27%
<i>Der er for langt at cykle</i>	64%
<i>For dårlige forhold for cyklister mellem hjem og arbejde</i>	7%
<i>Føler mig uhygiejnisk, når jeg kommer frem til arbejdspladsen efter cykelturen</i>	7%
<i>Samkørsel med f.eks. kollegaer er ikke en mulighed for mig</i>	34%
<i>Vil ikke være afhængig af andre i forbindelse med samkørsel</i>	43%
<i>Andet:</i>	10%

De tre første spørgsmål i tabellen, som alle vedrører bilen, viser, at der er en andel på 43%, som benytter bilen til ærinder på vej til eller fra arbejde, hvorfor det kan være svært at skifte transportmiddel. Desuden er der næsten 25%, der bruger bilen i forbindelse med deres arbejde, f.eks. hvis de skal til møder eller lignende i løbet af dagen. Det er ikke sikkert, at det er muligt at låne en bil i sådanne tilfælde, hvorfor det er let at bruge sin egen bil.

Kun 17% synes, at den offentlige transport er for dyr, til gengæld er der 87%, der synes, at det tager for lang tid at benytte den til og fra arbejde. En del af respondenterne bor eller arbejder uden for de områder, der er dækket af den offentlige transport, så for 27% er det ikke en reel mulighed at tage bussen eller toget, som det ser ud nu. Der er 36% af de adspurgte, der ikke synes, at køreplanerne passer med deres arbejdstider, hvorfor de også fravælger den offentlige transport.

64% af respondenterne har svaret, at der er for langt at cykle til og fra arbejde. Alle respondenterne er bosat nord for Limfjorden og eneste cykelforbindelse over fjorden er Limfjordsbroen, hvorfor cyklisterne skal ind omkring Aalborg Centrum, inden han eller hun kan komme til deres arbejdsplads. Der er kun 7%, der mener, at der er for dårlige forhold for cyklister på strækningen mellem hjem og arbejde. De respondenter, der bor inden for cykelafstand af deres arbejdsplads, er altså generelt godt tilfredse med forholdene. 7% af respondenterne føler sig uhygiejniske, når de

kommer på arbejde, hvorfor badeforhold på arbejdspladsen måske kunne få nogle til at tage cyklen til og fra arbejde.

Samkørsel med kollegaer er ikke altid let at arrangere, og 43% siger også, at de ikke vil være afhængige af andre, når de skal til og fra arbejde. 34% mener slet ikke, at det er en mulighed for dem, hvilket kunne hænge sammen med, at de også har andre ærinder på vejen frem og tilbage.

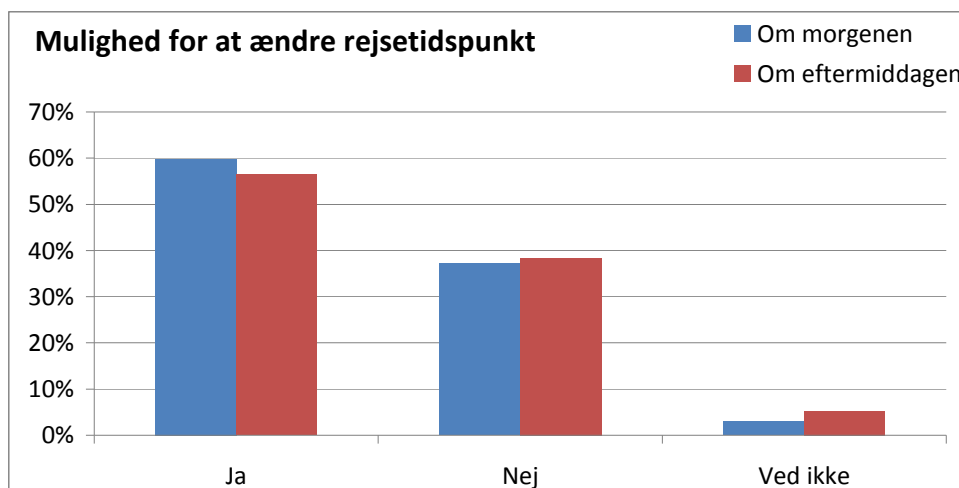
De respondenter, der har svaret 'andet', uddyber det ofte med, at der er for dårlige forbindelser mellem hjem og arbejde med den offentlige transport. Herved bliver rejsetiden urimelig stor, hvorfor respondenterne vælger bilen.

17.2 **Mulighed og villighed til at ændre adfærd**

Respondenternes villighed til og mulighed for at ændre adfærd er ligeledes blevet behandlet i spørgeskemaundersøgelsen. Dette er vigtigt at undersøge for at komme med et estimat på, hvor stor en andel af bilisterne, der kan flyttes ud af de daglige spidsperioder i Limfjordstunnelen.

Mulighed for ændring af rejsetidspunkt

Respondenterne har svaret, at omkring 55-60% har mulighed for at ændre rejsetidspunkt enten om morgenen eller om eftermiddagen. Dette giver et vist potentiale til at få bilisterne til at køre på et andet tidspunkt.

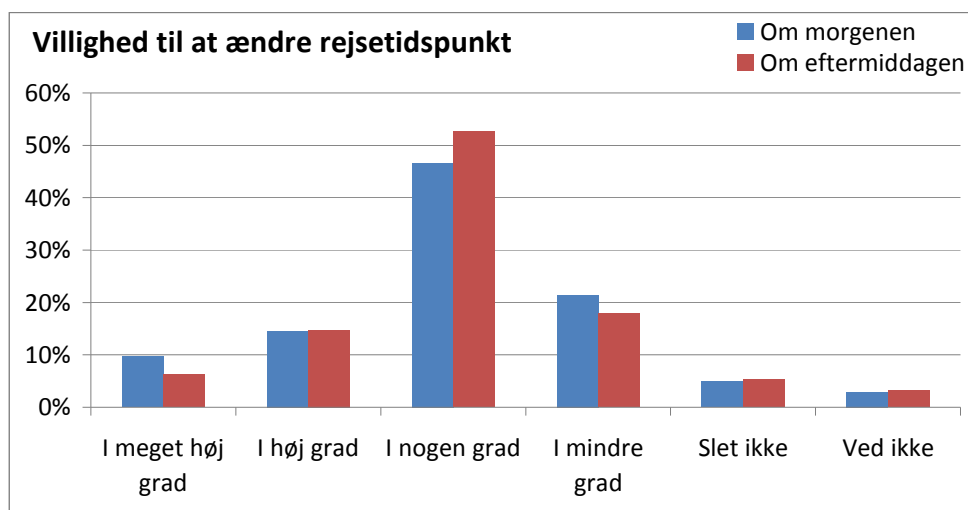


Figur 17.4: Respondenternes mulighed for at ændre rejsetidspunkt. Antal respondenter: Om morgenen 164; Om eftermiddagen 154.

I det følgende vil respondenternes villighed til at ændre rejsetidspunkt blive undersøgt blandt dem, der har svaret, at de har mulighed for at ændre rejsetidspunkt.

Villighed til ændring af rejsetidspunkt

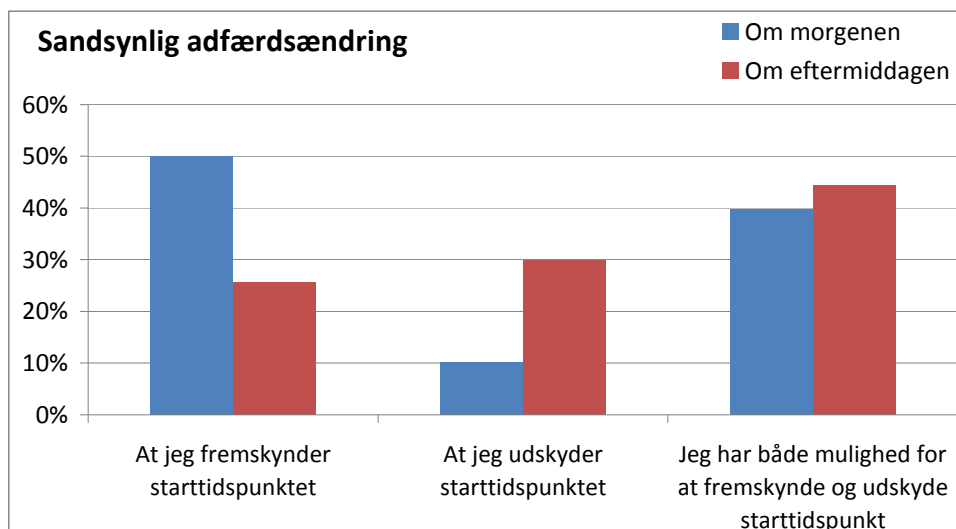
Villigheden til at ændre rejsetidspunkt om morgenen og om eftermiddagen fremgår af figur 17.5. Der er omkring 50%, der 'i nogen grad' er villig til at ændre rejsetidspunkt både om morgenen og om eftermiddagen. De øvrige 50% fordeler sig ligeligt til begge sider af besvarelsen 'I nogen grad', så det vurderes, at respondenterne er villig til at ændre deres rejsetidspunkt.



Figur 17.5: Respondenternes villighed til at ændre rejsetidspunkt. Antal respondenter: Om morgenen 103; Om eftermiddagen 95.

Respondenterne, der har svaret, at de er villig til at ændre deres rejsetidspunkt, er derefter blevet stillet uddybende spørgsmål for at afklare, hvordan de så vil agere.

De er bl.a. blevet spurgt om, hvad der er mest sandsynligt, at de vil gøre, hvis de skulle ændre rejsetidspunkt, jf. figur 17.6.

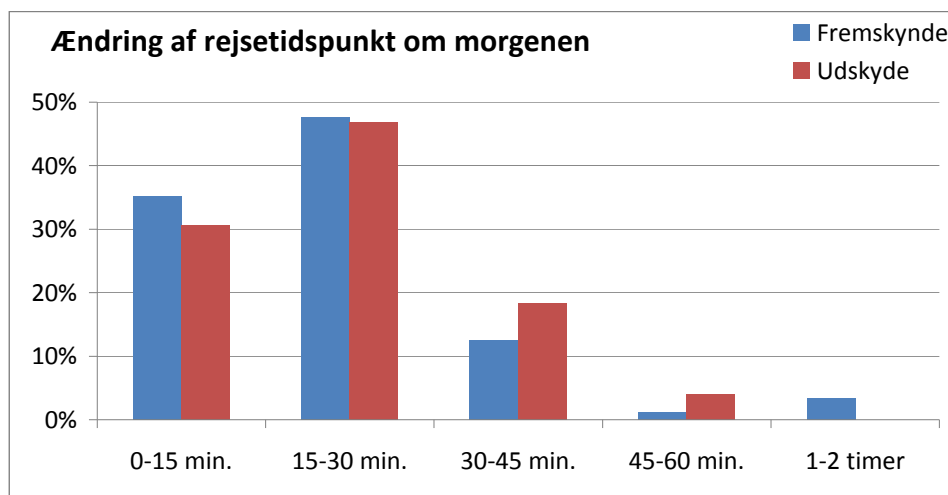


Figur 17.6: Den sandsynlige adfærdsændring blandt de, som er villige til at ændre rejsetidspunkt. Antal respondenter: Om morgenen 98; Om eftermiddagen 90.

Om morgenen er der 40%, som både kan fremskynde og udskyde deres rejsetidspunkt, mens 50% rykker det frem og 10% udskyder det. Det antages, at respondenterne, som har svaret, at de både har mulighed for at fremskynde og udskyde deres starttidspunkt, fordeler sig ligeligt mellem disse to valgmuligheder.

Om eftermiddagen er der næsten 45%, der har mulighed for både at fremskynde og udskyde deres starttidspunkt. Disse vil i den videre analyse også antages at fordele sig ligeligt mellem de to muligheder. Omkring 25% har kun mulighed for at fremskynde turen, mens 30% kun kan udskyde deres starttidspunkt.

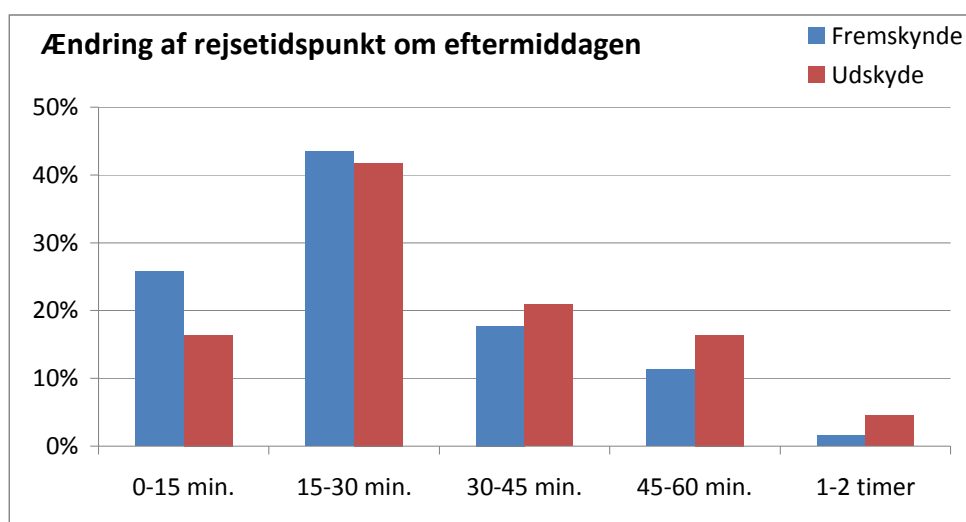
Respondenterne er herefter blevet spurgt om, hvor meget de vil ændre deres rejsetidspunkt, jf. figur 17.7. Om morgenen er der en andel på 30-35%, som kun er villig til at ændre deres starttidspunkt med 0-15 minutter. Omkring 5% er villig til enten at fremskynde eller udskyde deres starttidspunkt med mere end 45 minutter.



Figur 17.7: Tiden som respondenterne er villige til at ændre deres rejsetidspunkt med om morgenen. Antal respondenter: Fremskynde 88; Udskyde 49.

Om morgenen er der altså en ret stor villighed til at flytte sit rejsetidspunkt, men kun 15-20% er villig til at ændre det med mere end 30 minutter.

Om eftermiddagen er fordelingen anderledes, og her betyder tiden ikke så meget for respondenterne. Andelen, der er villig til at ændre deres rejsetidspunkt med mere end 30 minutter, er steget til 30-40%.



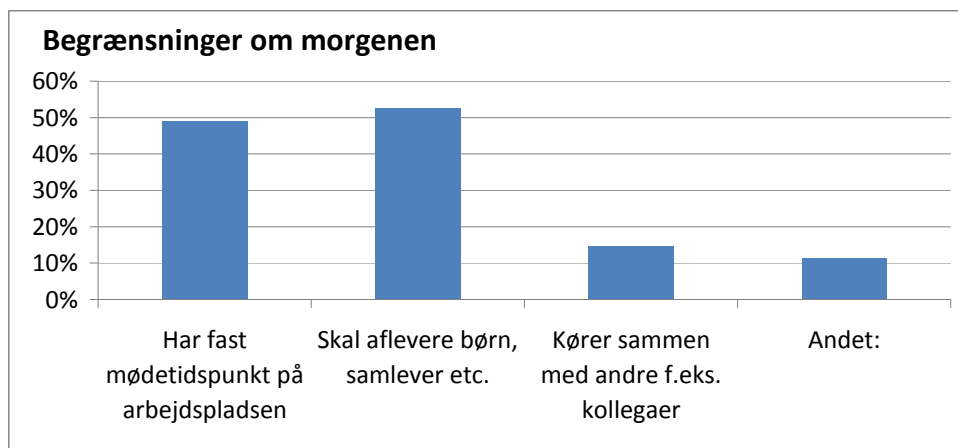
Figur 17.8: Tiden som respondenterne er villige til at ændre deres starttidspunkt med om eftermiddagen. Antal respondenter: Fremskynde 62; Udskyde 67.

En stor andel af respondenterne er faktisk villige til at ændre deres rejsetidspunkt, så de i mindre grad bliver berørte af den dårlige trafikafvikling, der rammer Limfjordstunnelen om morgenen og om eftermiddagen.

Begrænsninger for at ændre adfærd

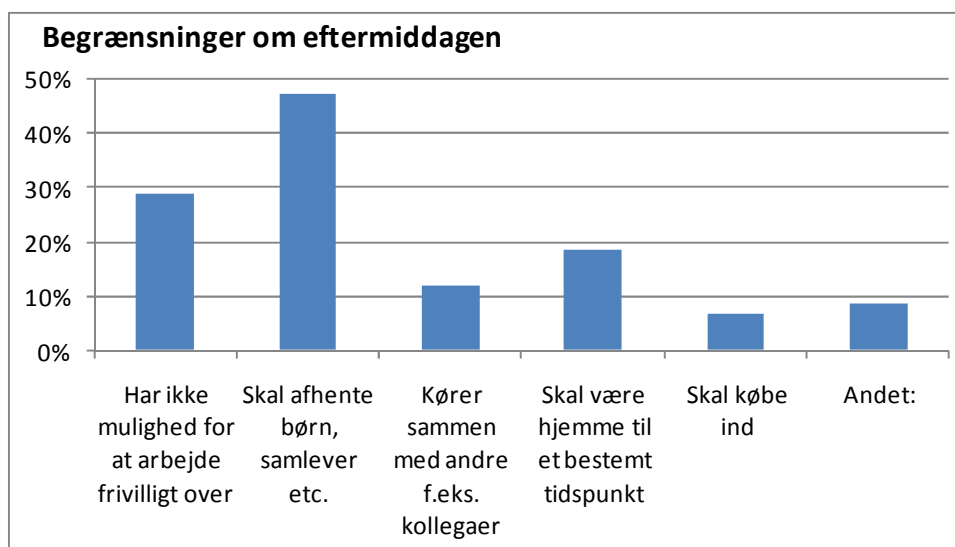
For de respondenter, der ikke har mulighed for at ændre deres rejsetidspunkt, er det blevet undersøgt, hvorfor de ikke har det. Respondenterne har til spørgsmålene mulighed for at sætte flere kryds.

Til spørgsmålet, der omhandler faktorer om morgenen, er der 61 respondenter, som har afgivet deres svar, jf. figur 17.9. Dette er den gruppe, der ikke havde mulighed for at ændre deres rejsetidspunkt om morgenen. 50% har svaret, at de har fast mødetid på arbejdet, hvorfor de ikke har mulighed for at ændre deres adfærd. Der er også 50%, som har svaret, at de skal aflevere børn, samlever eller lignende. Disse er således afhængige af andre forhold, som ikke er forbundet med respondentens arbejdsplads.



Figur 17.9: Respondenterne, som ikke har mulighed for at ændre deres rejsetidspunkt om morgenen, begrænses af disse forhold. Antal respondenter: 61.

Om eftermiddagen er det igen afhentning af børn, samlever etc., der ses som en begrænsning af små 50% af respondenterne, jf. figur 17.10, som ikke har mulighed for at ændre deres rejsetidspunkt. Desuden er der også næsten 30%, som ikke har mulighed for at arbejde over, hvorfor de ikke kan blive lidt længere på arbejde. Næsten 20% har bindinger på det tidspunkt, de skal være hjemme igen. Dette kan være fritidsaktiviteter eller andre forhold i familien, der gør, at de skal være hjemme på et bestemt tidspunkt. Nogle er også begrænset i og med, at de kører med andre til og fra arbejde, hvorfor det kan være svært at koordinere kørselen på et andet tidspunkt. Cirka 5% skal købe ind på vejen hjem og har derfor ikke mulighed for at ændre rejsetidspunkt.



Figur 17.10: Respondenterne, som ikke har mulighed for at ændre deres rejsetidspunkt om eftermiddagen, begrænses af disse forhold. Antal respondenter: 59.

Gruppen af respondenter på ca. 10%, der har svaret 'Andet' på både figur 17.9 og figur 17.10, kan deles i to grupper. En gruppe, som skriver, at de har tilpasse deres rejsetidspunkt efter trafikken i Limfjordstunnelen. De har udnyttet, at de har flextid til at køre, når trængslen på motorvejen er lav. Den anden gruppe har ikke mulighed for at køre på andre tidspunkter, enten pga. arbejde eller fordi det ellers ikke vil passe ind i familiens hverdag.

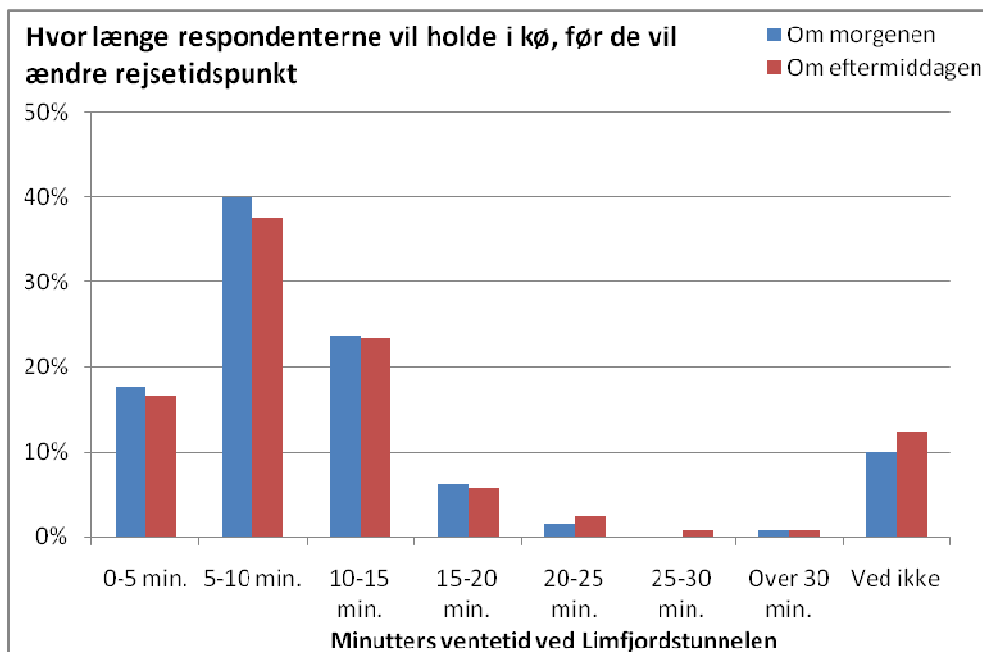
Respondenter har efterfølgende besvaret spørgsmål om, hvilke ændringer, der skal til, for at de har mulighed for at køre på et andet tidspunkt. 30-35% peger på ændrede ringetider i skolerne og mere fleksible åbningstider, vil kunne hjælpe dem til at kunne ændre deres rejsetidspunkt. Øget trængsel i Limfjordstunnelen vil få ca. 40% til at overveje at køre på et andet tidspunkt, mens 25% mener, at flextid på arbejdspladsen vil kunne få dem til at overveje at ændre rejsetidspunkt.

Villighed til at ændre rejsetidspunkt eller rute ved situationer med kødannelse ved Limfjordstunnelen

I spørgeundersøgelsen undersøges det også, hvor længe respondenterne er villige til at sidde i kø ved Limfjordstunnelen på en normal hverdag, før de vil ændre deres adfærd. Dette er interessant at undersøge, da trafikafviklingen allerede er dårlig ved Limfjordstunnelen, hvorfor der ofte opstår kø i morgen- og eftermiddagstimerne. Spørgsmålene går således på, hvor lang tid de er villig til at bruge i kø hver dag i ugen.

Som det fremgår af figur 17.11, er der næsten ingen forskel på respondenternes svar om morgenen og om eftermiddagen. I begge tilfælde vil de ikke bruge mere

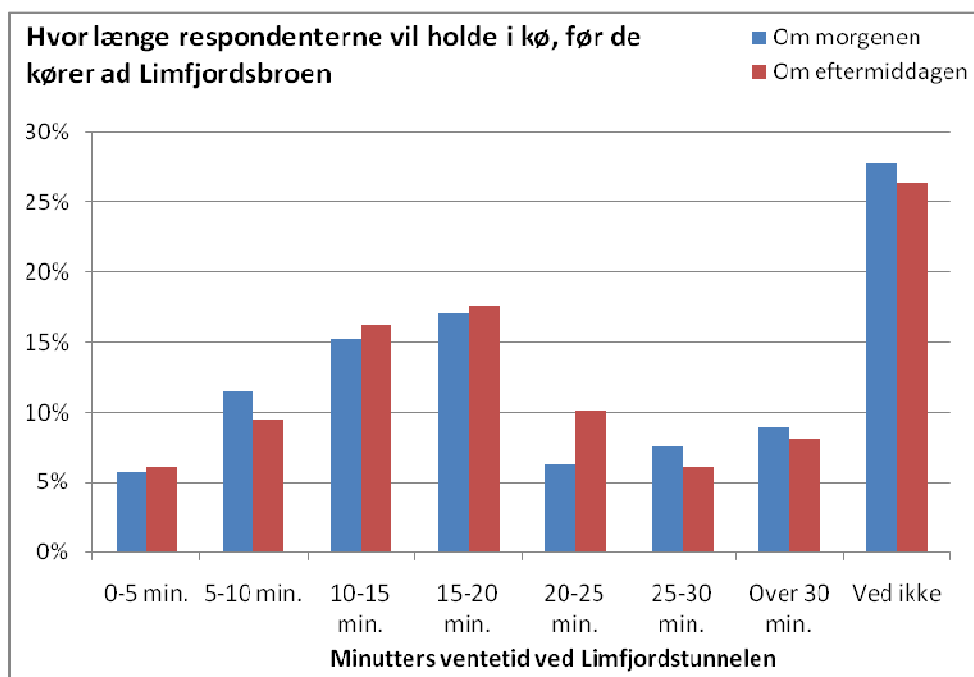
end 15 minutter i kø for at komme enten til eller fra arbejde. Mellem 50-60% vil ikke holde mere end maksimalt 10 minutter i kø hver dag, før de vil flytte deres rejsetidspunkt.



Figur 17.11: Tiden som respondenterne er villige til at holde i kø ved Limfjordstunnelen, inden de vil ændre deres rejsetidspunkt. Antal respondenter: Om morgenen 130; Om eftermiddagen 120.

Villigheden til at acceptere kø ved Limfjordstunnelen på mere end 15 minutter er meget lille, og de fleste vil hellere ændre deres rejsetidspunkt end at sidde i kø.

I det næste spørgsmål er respondenterne blevet bedt om at tage stilling til, hvor længe de er villige til at sidde i kø ved Limfjordstunnelen før de vil vælge at køre ad Limfjordsbroen. Her er svarene ligeledes meget ens mht. morgen- og eftermiddagssituationen, jf. figur 17.12. Omkring 50% af respondenterne er villige til at bruge maksimalt i 20 minutter i kø, inden de hellere køre ad Limfjordsbroen.



Figur 17.12: Tiden som respondenterne er villige til at holde i kø ved Limfjords-tunnelen, inden de hellere vil køre ad Limfjordsbroen. Antal respondenter: Om morgenen 158; Om eftermiddagen 148.

Der er også en del, som hellere vil sidde i kø på motorvejen end at køre gennem Nørresundby og over Limfjordsbroen. Dette kan skyldes, at der ofte opstår store fremkommelighedsproblemer i Nørresundby omkring broen, når der sker en hændelse i tunnelen, fordi flere trafikanter søger denne rute over fjorden. Flere respondenter skriver også i spørgeskemaet, at de slet ikke overvejer at køre over broen, selvom at der er sket en hændelse i tunnelen. De mener, at det ofte er hurtigere at blive på motorvejen, end at forsøge at komme over broen.

Der er en stor andel af respondenter på 25-30%, der har svaret 'Ved ikke', og dette kunne hænge sammen med, at der er en del af de adspurgte, som ikke ser Limfjordsbroen som et alternativ de vil overveje, hvis der er kø ved tunnelen. Det kan også hænge sammen med, at nogle af respondenterne ikke har forstået spørgsmålet, og derfor har svaret 'Ved ikke'.

17.3 **Formidling af trafikinformationer til bilisterne**

I spørgeskemaundersøgelsen er der blevet spurgt ind til hvilke informationsteknologier, de ville være interesseret i at modtage trafikinformation via. Der blev foreslået en SMS-service og en "pop-up"-meddelelse på arbejdscomputeren.

SMS-serviceen kan sende informationer omkring trafiksituationen til bilisten med det samme og bl.a. fortælle om den aktuelle rejsetid eller forsinkelse, samt om der er sket et uheld på motorvejen.

”Pop-up”-meddelelsen henvender sig kun til de trafikanter, der har en computer på arbejdspladsen. Idéen bag denne er, at der kommer en ”pop-up” på computeren, hvis der opstår kø ved Limfjordstunnelen. Denne ”pop-up” giver derefter brugeren adgang til forskellige informationer omkring trafikken, så som aktuel rejsetid, kølængde, omfanget af evt. uheld og direkte billeder fra tunnelen. Ud fra disse informationer kan trafikanten selv vurdere, om rejsen skal udskydes, om ruten skal omlægges, eller om turen skal gennemføres som planlagt.

Desuden er det undersøgt om respondenterne har kendskab til www.trafikken.dk [trafikken.dk, 2009], og om de benytter sig af disse informationer, når de krydser Limfjorden. Her findes informationer om trafikafviklingen på de større veje omkring Limfjordsbroen og Limfjordstunnelen. Desuden er det også muligt at se, om der er spor, der er lukket i gennem tunnelen. Siden opdateres konstant døgnet rundt.

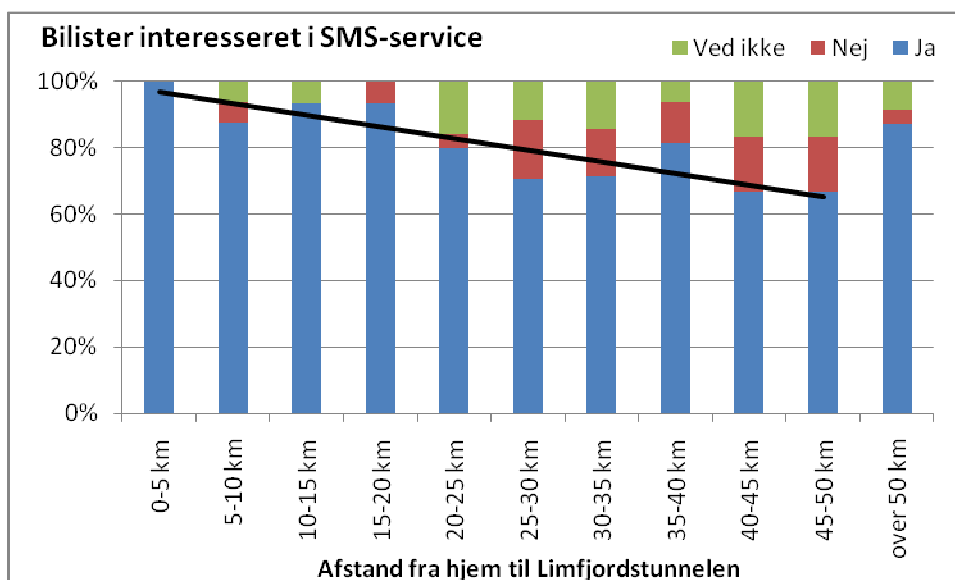
SMS-service

I spørgeskemaundersøgelsen er der 82% af respondenterne, som er interesseret i en SMS-service, jf. tabel 17.3, og næsten halvdelen er også villig til at betale for en sådan service, men maksimalt to kr. pr. besked.

Tabel 17.3: Interesse for SMS-service hos respondenterne. Antal respondenter: 154.

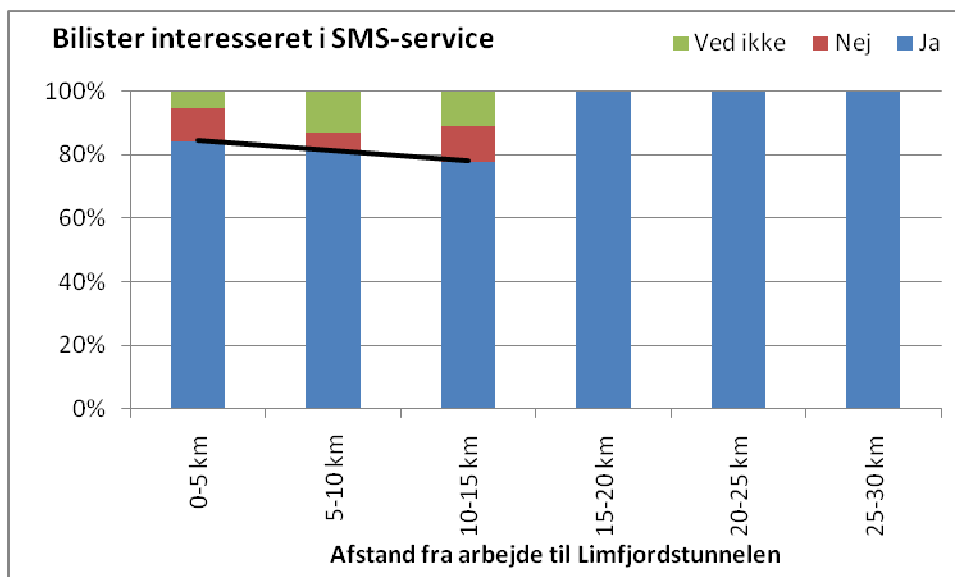
<i>Ja</i>	<i>Nej</i>	<i>Ved ikke</i>
82%	8%	10%

Hvis respondenterne opdeles efter hvor langt, de har fra deres hjem til Limfjordstunnelen, ser det ud til, at den største interesse for en SMS-service er blandt dem, der bor tættest på tunnelen, jf. figur 17.13. På figuren er der tilføjet en tendenslinie, som viser denne sammenhæng. En forklaring på dette kan være at, bilisterne der har kort afstand til tunnelen med stor sandsynlighed vil ende i en eventuel kø. De, der har længere til tunnelen, har måske vurderet, at situationen har ændret sig inden de når frem til tunnelen, hvorfor de ikke er så interesseret i denne service.



Figur 17.13: Interesse for SMS-service sammenholdt med afstanden fra hjem til Limfjordstunnelen. Antal respondenter: 141.

Sammenhængen mellem respondenternes interesse i en SMS-service og deres afstand fra arbejdspladsen til Limfjordstunnelen fremgår af figur 17.14. Tendenslinien viser, at afstanden fra arbejdspladsen til tunnelen ikke har den store indvirkning på interesse for SMS-servicen inden for de første 15km. Der ses dog et mindre fald i interessen, i takt med at afstande mellem arbejdspladsen og Limfjordstunnelen øges. Respondenterne, der har længere end 15km fra deres arbejde til Limfjordstunnelen, udgør i alt fem, hvorfor der ikke konkluderes på disse.



Figur 17.14: Interesse for SMS-service sammenholdt med afstanden fra arbejde til Limfjordstunnelen. Antal respondenter: 141.

Interessen for SMS-servicen ser ud til at falde med afstanden fra hjem til Limfjordstunnelen, mens afstanden fra arbejdspladsen til tunnelen ikke ser ud til at have den store indflydelse på interessen for SMS-servicen.

”Pop-up”-meddelelse

I lighed med SMS-servicen blev de samme spørgsmål stillet omkring en ”pop-up”-meddelelsen, som skal komme frem på computerskærmen. Denne idé er der 69% af de adspurgte, som synes er en god ide, jf. tabel 17.4. I dette tilfælde er de dog mindre tilbøjelige til at betale for det, end ved SMS-servicen. Cirka 60% af respondenterne, som har en arbejdscomputer, er ikke villige til at betale for en sådan service. 25% er villige til at betale op til 10kr. pr. måned få at få disse meddelelser direkte på computeren.

Tabel 17.4: Antallet af bilister, der er interesseret i en ”pop-up”-meddelelse på deres computer. Antal respondenter: 154.

<i>Ja</i>	<i>Nej</i>	<i>Ved ikke</i>
69%	22%	9%

Trafikken.dk

Respondenterne er også blevet adspurgt om deres kendskab og bruge af Vejdirektoratets hjemmeside www.trafikken.dk, hvor der er mulighed for at se, hvordan trafikafviklingen bl.a. er i Aalborg, specielt omkring Limfjordstunnelen og Limfjordsbroen, jf. figur 17.15.

Kendskabet til siden er på ca. 65% blandt de adspurgte, men brugen af informationerne på siden er meget begrænset, jf. tabel 17.5. Kun 13% er regelmæssigt inde på siden og få trafikinformation.

Tabel 17.5: Respondenternes brug af trafikken.dk. Antal respondenter: 154.

<i>Ja, hver dag</i>	<i>Ja, et par gange om ugen</i>	<i>Ja, et par gange om måneden</i>	<i>Ja, ved specielle lejligheder, f.eks. hvis jeg skal nå et tog, fly eller andet</i>	<i>Nej</i>
3%	10%	28%	31%	28%

Det er tankevækkende, at der ikke er flere, som benytter sig af informationen på internettet, når respondenterne virker interesserede i både en SMS-service og en ”pop-up”-meddelelse med trafikinformationer.



Figur 17.15: Aalborg Trafikkort på www.trafikken.dk [trafikken.dk, 2009].

Det kan være, at de trafikinformationer, som findes på www.trafikken.dk, ikke er af den type, som efterspørges. På hjemmesiden fremgår det ikke, hvor lang tid det tager at krydse fjorden, ej heller hverken den øjeblikkelige eller den forventede forsinkelse. Hjemmesiden opgiver kun tre typer af trafik:

- Normal trafik
- Tæt trafik
- Kødannelse

Disse kan umiddelbart virke lidt upræcise for trafikanten, og desuden er dataene ikke så lette tilgængelige. Det kræver en internetforbindelse for at få oplysningerne på enten sin computer eller mobiltelefon.

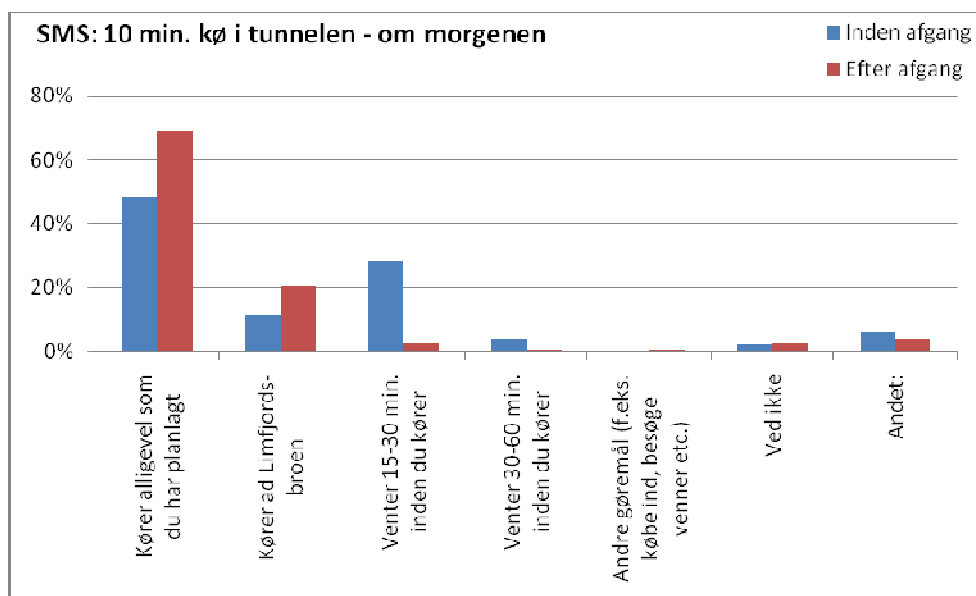
Nogle af oplysningerne på hjemmesiden, som kunne være interessante for pendlerne, er, om der er nogle kørespor, der er lukkede gennem Limfjordstunnelen. Dette er ofte en oplysning, der er gældende over længere tid, og derfor også aktuel når

pendleren kommer frem til tunnelen. De øvrige informationer, der vises, ændrer sig hurtigt, og det er ikke muligt at se, om trafikafviklingen er på vej til at bliver bedre eller værre.

SMS-besked: 10 minutters kø ved Limfjordstunnelen

Respondenterne er blevet spurgt om, hvordan de vil agere, hvis de modtager en SMS-besked om, at der er 10 minutters kø ved Limfjordstunnelen, hhv. inden og efter de er taget af sted.

Det viser sig, at det er svært at påvirke respondenterne om morgenen, og mange vælger alligevel at køre som planlagt, jf. figur 17.16. Dette kunne tyde på, at en forsinkelse på kun 10 minutter ikke er nok til få bilisterne til at ændre adfærd.

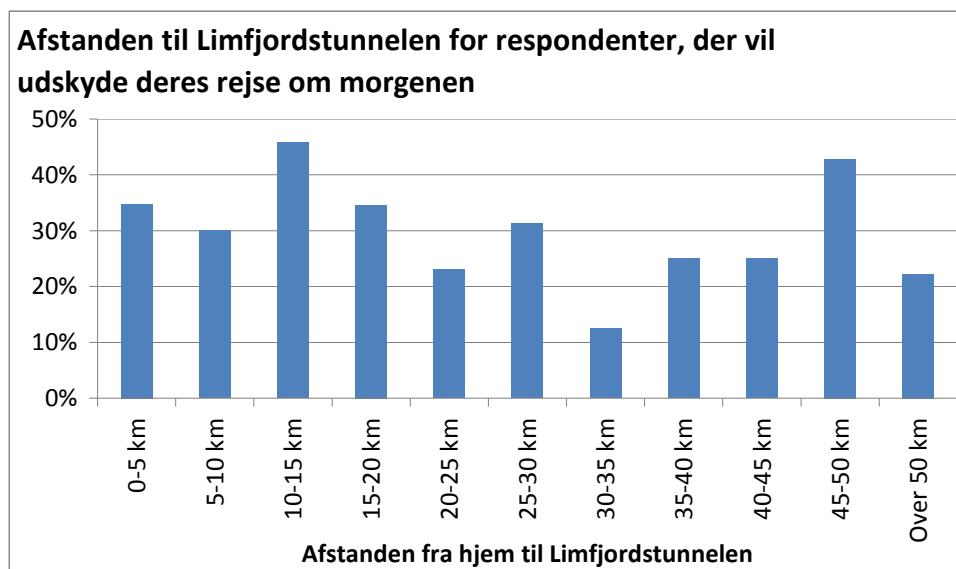


Figur 17.16: Respondenternes valg efter de har modtaget en SMS-besked om 10 min. kø ved tunnelen om morgenen. Antal respondenter: Inden afgang 157; Efter Afgang 157.

Respondenterne, der har svaret 'Andet', skriver, at de vil køre gennem Nørresundby og benytte den sidste tilkørsel inden Limfjordstunnelen. Ellers vil de holde sig opdateret vha. radioen om trafiksituationen.

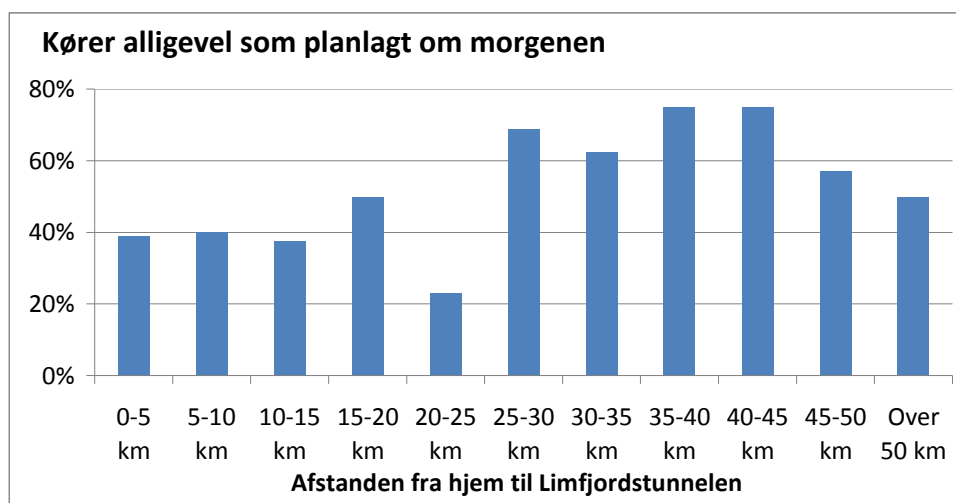
Som det fremgår af figuren, er det dog muligt at få ca. 30% til at udskyde deres tur, hvis de modtager beskeden inden de påbegynder køreturen til deres arbejdsplads.

Som det fremgår af figur 17.17, er der ikke en sammenhæng mellem de 30%, som er villig til at udskyde deres rejsetidspunkt og afstanden fra deres hjem til Limfjordstunnelen. Ved de fleste afstande er der ca. 30% som er villige til at udskyde deres rejsetidspunkt.



Figur 17.17: Afstanden til Limfjordstunnelen for de respondenter som er villig til at udskyde deres rejsetidspunkt om morgenen ved modtagelse af SMS-besked inden de tager af sted. Antal respondenter: 50.

Når respondenterne modtager en SMS-besked inde de tager af sted om morgenen, som fortæller, at der er 10 minutters kø i Limfjordstunnelen, vælger 45-50% at køre som planlagt. Hvis disse svar sammenholdes med afstanden de har til tunnelen, ses en tendens til, at der er flere, der køre som planlagt jo længere de har til tunnelen, jf. figur 17.18.



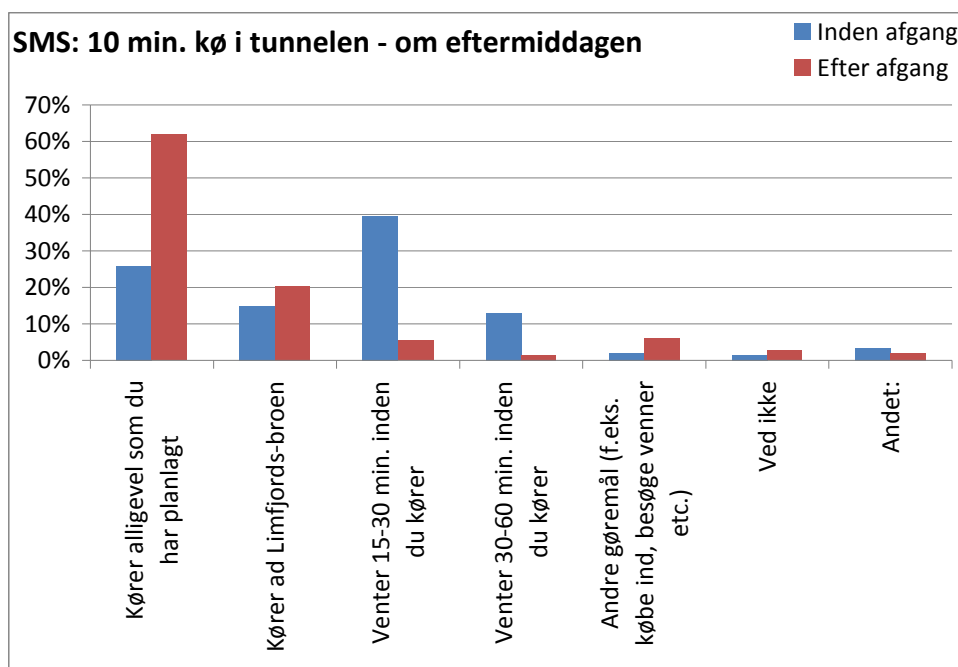
Figur 17.18: Respondenter, der køre som planlagt ved SMS-besked inden afgang om morgenen som siger der er 10 minutters kø i Limfjordstunnelen. Antal respondenter 76.

Grunden til, at de respondenter, der bor længere væk, vælger at køre som planlagt, er nok, at 10 minutters kø for dem ikke betyder så meget i forhold til den samlede

rejsetid, og flere skriver også, at de regner med at køen er opløst, inden de når frem til Limfjordstunnelen.

Om eftermiddagen, når respondenterne tager fra arbejde, har fordelingen ændret sig. Specielt når beskeden modtages inden arbejdspladsen forlades. I dette tilfælde er der nu kun ca. 25%, der vælger at køre som planlagt, jf. figur 17.19. Næsten halvdelen vælger at blive på arbejdspladsen 15-60 minutter, inden de kører hjem.

I situationen, hvor SMS-beskeden først kommer efter respondenterne har forladt deres arbejde, vælger ca. 60% at fortsætte som planlagt ad Limfjordstunnelen, mens ca. 5% vælger at udføre andre gøremål inden, de kører mod Limfjordstunnelen, jf. figur 17.19.



Figur 17.19: Respondenternes valg efter de har modtaget en SMS-besked om 10 min. kø ved tunnelen om eftermiddagen. Antal respondenter: Inden afgang 147; Efter Afgang 147.

Hele 7% af respondenterne svarer, at de i situationen, hvor de har modtaget en SMS-besked *efter*, de er kørt fra arbejde, vil vente 15-60 minutter, inden de forlader deres arbejdsplads, jf. figur 17.19. Det vurderes, at disse respondenter enten har misforstået spørgsmålet eller trykket forkert, da det virker usandsynligt, at de vil køre tilbage til deres arbejdsplads igen, for at arbejde 15-60 minutter. Forsinkelsen pga. køen, er trods alt ikke mere end 10 minutter i dette eksempel. Det sammen gør sig gældende i situationen om morgenen, jf. figur 17.16.

I kommentarerne fra respondenterne er der nogle, der skriver, at de tager den tilkørsel, der ligger tættest på Limfjordstunnelen, for på den måde at undgå det meste

af køen. Desuden er der flere, der vælger at tænde for radioens P4 for at få trafik-meldinger derfra.

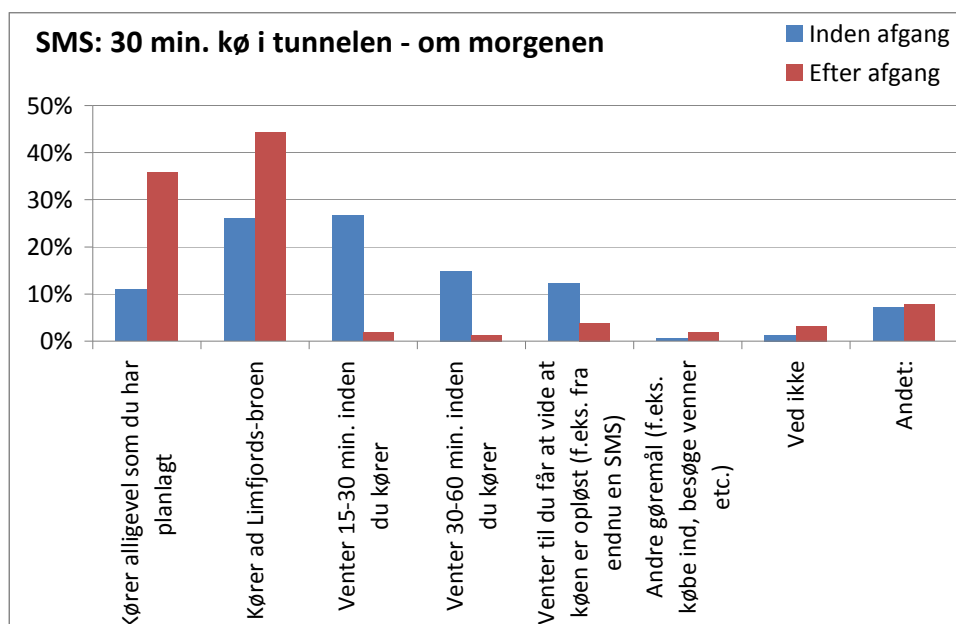
Når SMS-beskeden modtages efter bilisten har påbegyndt rejsen, er der både om morgenen og om eftermiddagen ca. 20%, der vælger at køre over Limfjordsbroen frem for at køre i gennem tunnelen.

SMS-besked: 30 minutters kø i Limfjordstunnelen

I lighed med forrige afsnit er respondenterne også blevet spurgt om, hvordan de vil agere, hvis de får besked om, at der er 30 minutters kø i Limfjordstunnelen pga. et færdselsuheld. Denne situation skal de forholde sig til hhv. om morgenen og om eftermiddagen, og igen kan de både modtage beskeden inden og efter, de har påbegyndt deres tur til eller fra arbejde.

Om morgenen er det kun ca. 10%, som vælger at køre til Limfjordstunnelen med det samme, mens ca. 25% vælger at køre over Limfjordsbroen, hvis de får beskeden inden de tager af sted, jf. figur 17.20. I denne situation er der også en stor andel på ca. 50%, som vælger at udskyde deres rejsetidspunkt med 15-60 minutter eller kører, når de får besked om, at køen er opløst igen.

Hvis SMS-beskeden kommer efter de er taget af sted, vælger ca. 45% at køre ad Limfjordsbroen, mens ca. 35% vælger at fortsætte som planlagt til Limfjordstunnelen.

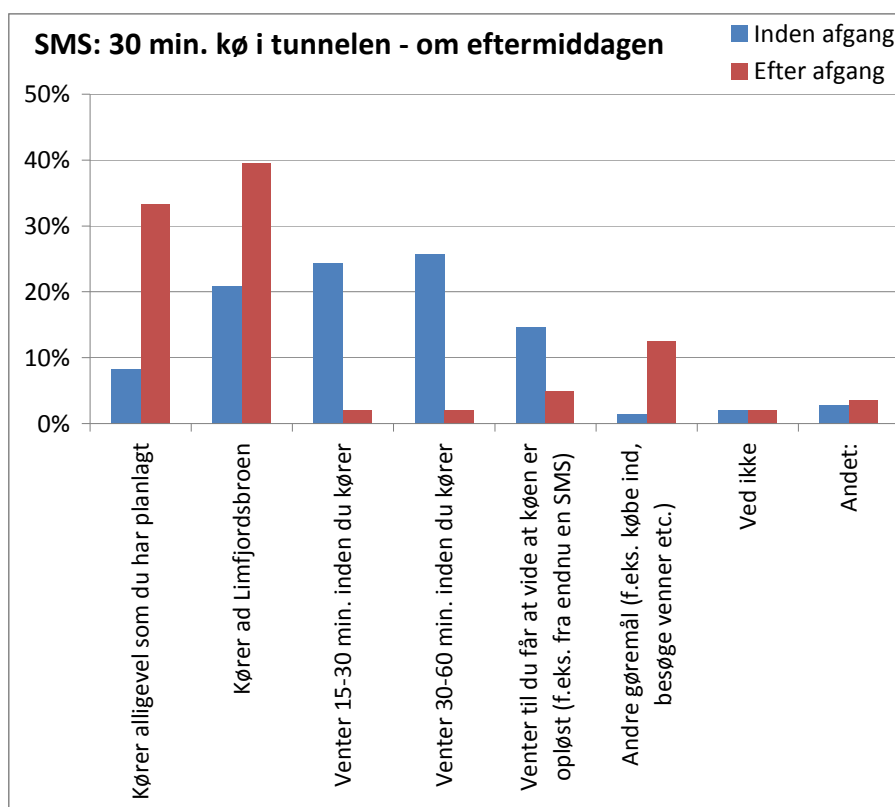


Figur 17.20: Respondenternes valg efter de har modtaget en SMS-besked om 30 min. kø ved tunnelen om morgenen. Antal respondenter: Inden afgang 154; Efter Afgang 154.

De respondenter, der har svaret 'Andet', skriver bl.a., at de vil tage tilkørslen tættest på tunnelen. Det nævnes også, at i sådanne situationer, som opstilles i spørgsmålet, vil bilisterne, der vælger at køre over Limfjordsbroen også opleve betydelige forsinkelser, da mange vælger denne rute som alternativ til tunnelen. Et par stykker vil vælge en anden rute, enten over Aggersundbroen eller med Hals-Egensefærgen. Dette er kun interessant for dem, som bor tæt på disse to alternative krydsningsmuligheder.

Om eftermiddagen er det under 10%, der kører som planlagt, hvis SMS-beskeden kommer før, de har forladt deres arbejdsplads, jf. figur 17.21. I stedet vælger ca. 65% at udskyde deres rejsetidspunkt med 15-60 minutter eller også vente, til de får besked om, at køen er opløst. Cirka 20% af respondenterne vælger at køre ad Limfjordsbroen for at komme hjem fra arbejde.

I de situationer, hvor respondenterne først får SMS-beskeden, når der er kommet ud i deres biler, vælger næsten 75% at køre hjem enten via Limfjordsbroen eller Limfjordstunnelen. Mellem 10% og 15% vælger at udføre andre gøremål, som f.eks. indkøb, inden de krydser fjorden.



Figur 17.21: Respondenternes valg efter de har modtaget en SMS-besked om 30 min. kø ved tunnelen om eftermiddagen. Antal respondenter: Inden afgang 154; Efter Afgang 154.

Respondenternes kommentarer under muligheden 'Andet', viser igen, at de enten tager den sidste tilkørsel til E45 inden Limfjordstunnelen, eller benytter en alternativ rute. Igen overvejer trafikanter, der kommer fra områderne omkring Aggersundbroen og færgeforbindelsen mellem Egense og Hals, at benytte disse krydsningsmuligheder.

17.4 *Opsummering af besvarelsene*

Ifølge respondenterne er de største problemer med trafikken om eftermiddagen i tidsrummet mellem kl. 15:15 og kl. 16:00. Her er der flest, der siger, at trafiksituationen er dårlig i Limfjordstunnelen. Dette passer også meget godt sammen med analysen af data fra Quo Vadis, hvor den største trafikmængde på hverdage er målt omkring kl. 15:10.

Transportmiddel

Respondenterne er generelt ikke vilde med at skulle transportere sig på andre måder end vha. deres bil. En del benytter deres bil i forbindelse med arbejde eller til ærinder på vej til og fra arbejde, hvorfor disse vil være svære at flytte over i et andet transportmiddel. Omkring den offentlige transport mener respondenterne at tidsforbruget er alt for stort, eller også passer ruterne eller køreplanerne ikke med deres behov. Det virker derfor ikke sandsynligt, som situationen er i dag, at respondenterne vil eller kan skifte transportmiddel, uden at det kommer til at påvirke deres hverdag alt for meget.

Rejsetidspunkt

Undersøgelsen viser, at 55-60% af respondenterne har mulighed for at køre på et andet tidspunkt. Om eftermiddagen ser det ud til, at de er mere fleksible mht. at ændre rejsetidspunktet, end de er om morgenen. Resultaterne viser, at mellem 70-80% har mulighed for at flytte deres tur med minimum 15 minutter enten frem eller tilbage. Dette burde give en del af respondenterne en god mulighed for at krydse Limfjorden når trængslen ikke er på sit højeste.

Trafikinformationer

Det er interessant, at ca. 80% af respondenterne er interesseret i en SMS-service, der kan holde dem orienteret om trafiksituationen i Limfjordstunnelen. Samtidig er næsten halvdelen af dem villige til at benytte sådan service. Dette kan være et incitament for at arbejde videre med idéen. Respondenterne er ligeledes interesseret i en service med en pop-up besked der fortæller om trafikken i og omkring Limfjordstunnelen. Denne service er respondenterne dog generelt ikke villig til at betal

for. Teknikken med "pop-up"-beskeden kunne måske også udvides til andre trafikale knudepunkter i landet, da der også her ofte indsamles data omkring trafikken.

Trafikken.dk bruges ikke ret meget af respondenterne, selv om ca. 65% kender til hjemmesiden. Det kunne tænkes, at de ikke finder informationerne interessante eller at den er for svær at tilgå, da det kræver, at brugeren har adgang til internettet. Desuden giver siden også kun et øjebliksbillede af trafiksituationen, som let kan have ændret sig inden en pendler kommer til Aalborg-området. Hvis hjemmesiden kunne komme med nogle estimater på en forventet rejsetid på forskellige ruter over Limfjorden, ville flere måske være tilbøjelige til at bruge den, da de så får noget konkret at forholde sig til.

Respondenterne er i vid udstrækning villige til at ændre deres adfærd, hvis de f.eks. får en SMS-besked, der informerer dem om trafiksituationen, jf. tabel 17.6 og tabel 17.7. Effekten er størst, hvis informationen når respondenterne inden denne påbegynder sin rejse og ved kø på omkring 30 minutter er der ca. 90% af respondenterne, som vil ændre deres normale adfærd.

Tabel 17.6: Andel af respondenterne der ændrer adfærd pga. SMS-besked om 10 minutters ekstra rejsetid gennem Limfjordstunnelen. Antal respondenter: 154 til hvert af de fire spørgsmål.

10 min. forsinkelse	Besked inden afgang	Besked efter afgang
Morgen	52%	31%
Eftermiddag	74%	38%

Tabel 17.7: Andel af respondenterne der ændrer adfærd pga. SMS-besked om 30 minutters kø ved Limfjordstunnelen. Antal respondenter: 154 til hvert af de fire spørgsmål.

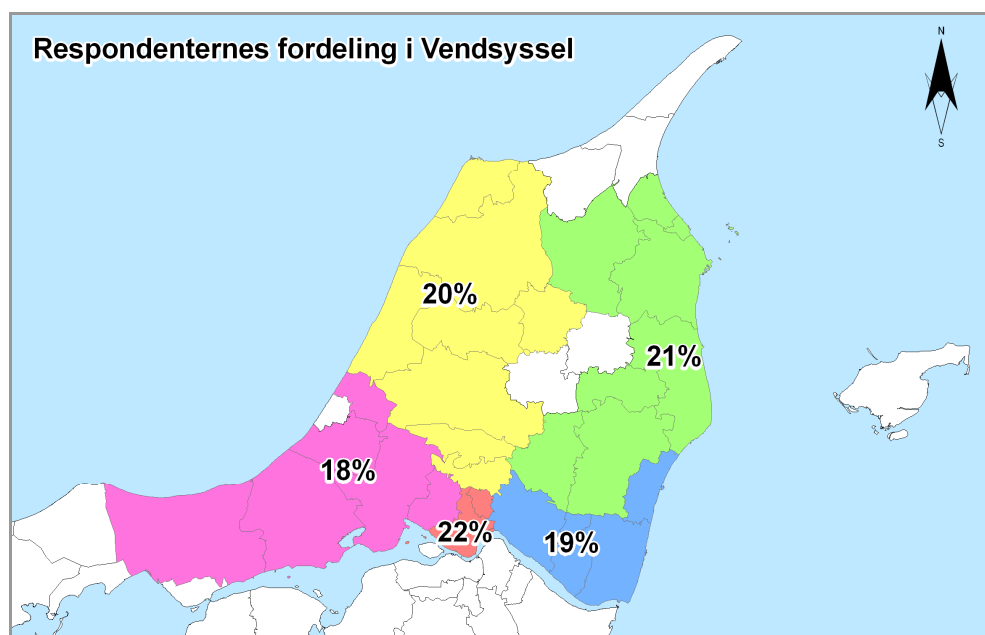
30 min. forsinkelse	Besked inden afgang	Besked efter afgang
Morgen	89%	65%
Eftermiddag	92%	66%

^{1 8} Flytning af trafik

For at kunne komme med et estimat på, hvor meget trafik det vil være muligt at flytte i Limfjordstunnelen, opregnes respondenternes besvarelser således, at de bedre passe med populationen i Vendsyssel. Der opregnes både i forhold til respondenterne der har flextid og, hvor langt de har fra deres hjem til Limfjordstunnelen.

^{1 8 . 1} *Respondenternes fordeling i Nordjylland*

Respondenterne inddeles i fem områder alt efter deres bopæl i Vendsyssel således, at respondenterne i samme område vælger de sammen ruter til og fra Limfjordstunnelen, jf. figur 18.1.



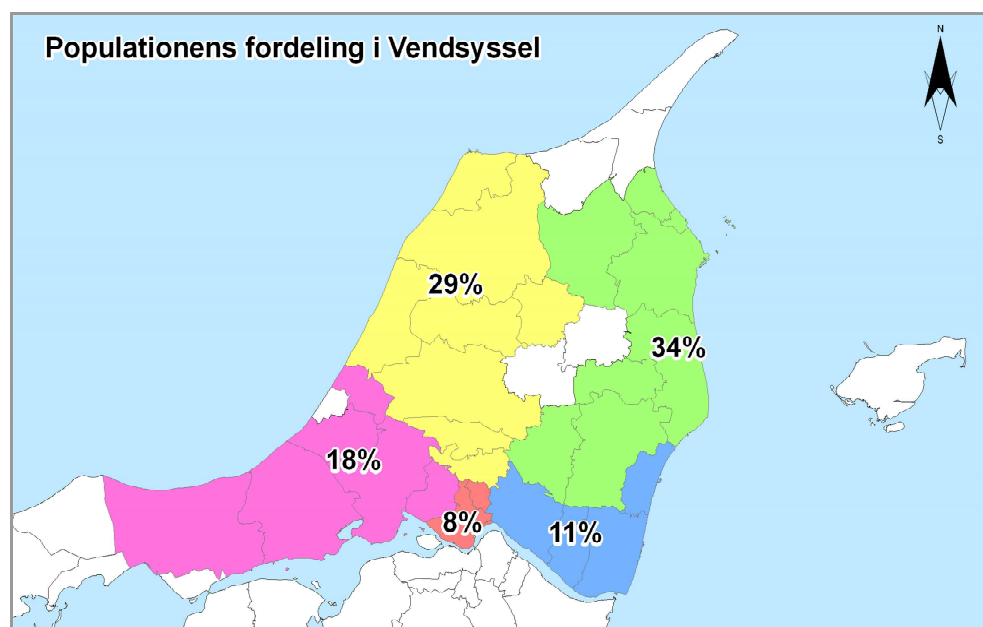
Figur 18.1: Respondenterne fordelt på fem områder, og andelen af respondenter fra hvert område. Hvide områder er zoner uden respondenter.

Områdernes størrelse er opgjort således, at der minimum er 30 respondenter i hvert område. Derved er det muligt at opregne besvarelserne så de er repræsentative i

forhold til populationen. Som det fremgår af figuren, er ca. 20% af respondenterne bosat i hvert område. Områder uden respondenter er markeret med hvid på figur 18.1.

For at kunne få det rigtige forhold mellem respondenter i de forskellige områder, har projektgruppen fået stillet Vejdirektoratets VISUM-trafikmodel til rådighed. Denne model indeholder rutebundter for hele Nordjylland, hvorfra det er muligt at finde trafikken, der kører mellem de forskellige zoner i modellen. Zonerne i trafikmodellen er langt sammen, så de ligner områderne fra spørgeskemaundersøgelsen mest muligt. Dette er ikke 100%, men det vurderes ikke at have indflydelse på beregningerne.

Ud fra trafikmodellen er det muligt at bestemme andelen af trafikanter til Aalborg Øst, som kommer fra de forskellige områder nord for fjorden, jf. figur 18.2.



Figur 18.2: Populationen i Vendsyssel, som kører til Aalborg Øst. Fordelingen er lavet ud fra rutebundter i trafikmodellen.

Fordelingen af bilister, der kører til Aalborg Øst, er i flere områder forskellig fra fordelingen af respondenter i spørgeskemaundersøgelsen, jf. figur 18.2 og figur 18.1. Det er specielt området, som dækker Nørresundby, som adskiller sig mellem de to fordelinger. I spørgeskemaundersøgelsen er andelen fra Nørresundby området 22%, mens det for populationen kun udgør 8% af bilisterne fra Vendsyssel til Aalborg Øst. De to nordlige områder er til gengæld underrepræsenteret i spørgeskemaundersøgelsen og ligger i virkeligheden ca. 10% højere.

Besvarelsene er herefter blevet korrigeret, således at fordelingen i spørgeskemaundersøgelsen nu stemmer overens med, hvor bilisterne til Aalborg Øst reelt kom-

mer fra i Vendsyssel. Dette er gjort ved at multiplicere antallet af besvarelser i hvert område med en faktor, således at antallet af besvarelser i hvert område passer med fordelingen fra rutebunderne. I Frederikshavn-området stiger antallet af besvarelser derfor fra 21% til 34% efter opregningen ved at gange svarene op. Dette giver naturligvis besvarelser som optræder flere gange, hvorfor antallet af besvarelser til figurer og tabeller ikke fremgår i de følgende afsnit.

18.2 *Mulighed for at ændre rejsetidspunkt*

I det følgende er der kun set på de bilister, der kører gennem Limfjordstunnelen mellem kl. 07:15 og 08:15 samt fra kl. 15:00 til 16:00. Dette er de tidspunkter, hvor der ofte er problemer med afviklingen af trafikken.

Bilisterne har gode muligheder for at ændre deres rejsetidspunkt, både om morgenen og om eftermiddagen, jf. tabel 18.1. Her er svarene opdelt efter om bilisterne har flextid eller ej. Næsten 70%, af respondenterne, som har flextid, har mulighed for at ændre deres rejsetidspunkt gennem Limfjordstunnelen til hverdag. Blandt dem som ikke er ansatte i en flextidsordning er der kun ca. 35%, som har mulighed for at ændre rejsetidspunkt.

Tabel 18.1: Mulighed for at ændre rejsetidspunkt efter opregning af respondenternes svar. Svarene omfatter respondenter der kører gennem Limfjordstunnelen i tidsrummet fra kl. 07:15 til 08:15 og kl. 15:00 til 16:00.

	Flextid	Ja	Nej	Ved ikke
Om morgenen	Med flextid	67%	29%	4%
	Uden flextid	36%	59%	4%
Om eftermiddagen	Med flextid	69%	24%	8%
	Uden flextid	34%	62%	4%

Villigheden til at ændre rejsetidspunkt

De opskrevne besvarelser fra respondenterne viser, at 49% af populationen, der har mulighed for at ændre rejsetidspunktet, er villig til at fremskynde sine rejsetidspunkter i morgenspidstimen, mens blot 13% kan udskyde turen. De resterende ca. 39% er villige til både at fremskynde og udskyde rejsetidspunktet, jf. tabel 18.2.

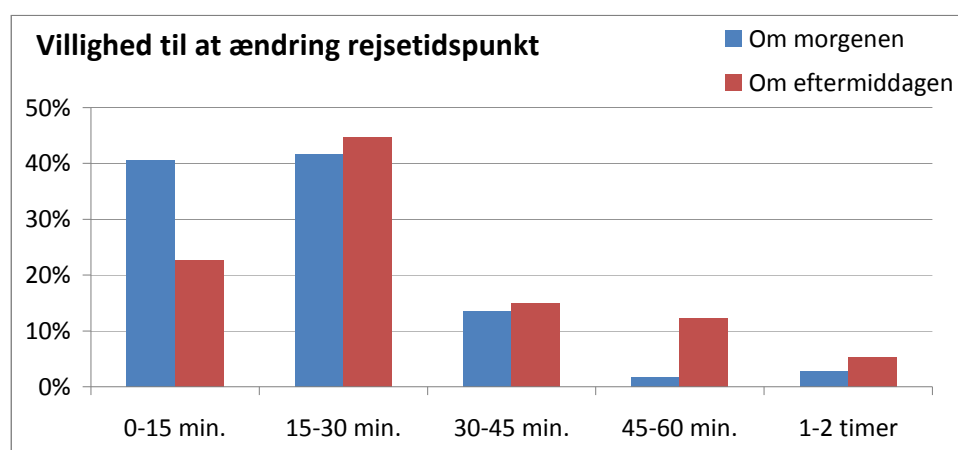
Situationen om eftermiddagen viser, at 25% af populationen har både mulighed og er villige til at fremskynde sine rejsetidspunkter, mens 30% er villige til at udskyde turen. Den resterende del på 45% er villige til både at fremskynde og udskyde sine rejsetidspunkter.

Tabel 18.2: Andelen af populationen, der har mulighed for og villighed til at ændre adfærd.

	Om morgenen	Om eftermiddagen
<i>Mulighed for og villighed til at fremskynde rejsetidspunkt</i>	48%	25%
<i>Mulighed for og villighed til at udskyde rejsetidspunkt</i>	13%	30%
<i>Mulighed for og villighed til både at fremskynde og udskyde rejsetidspunkt</i>	39%	45%

I morgentimerne er ca. 40% af populationen, der har mulighed for at ændre rejsetidspunkt, desuden, kun villige til at udskyde deres rejsetidspunkt med 15 minutter, mens de sidste 60% er villige til at ændre det med mere end 15 minutter, jf. figur 18.3.

Om eftermiddagen er populationen ligeledes mere villige til at ændre deres rejsetidspunkt, således at der kun er 20-25%, som ikke vil ændre sig med mere end 15 minutter.



Figur 18.3: Ændringen i rejsetiden om morgenen hos de bilister, som er villige til at køre på et andet tidspunkt. Svarene omfatter kun dem, der kører gennem Limfjordstunnelen i tidsrummet fra kl. 07:15 til 08:15 samt fra kl. 15:00 til 16:00.

18.3 *Potentiale for at flytte trafikken*

På grund af den stigende trængsel i Limfjordstunnelen, kan én af løsningerne være at flytte trafikken til andre tidspunkter, hvor trængslen er lavere. Derfor er der ud fra spørgeskemaet lavet et estimat på, hvor mange procent af respondenterne, det er muligt at flytte, således at de ikke længere kører på det tidspunkt, hvor trængslen er størst.

For at kunne estimere den andel, der er villig til at flytte deres rejsetidspunkt, er det igen kun svarene fra respondenterne, som kører gennem tunnelen i tidsrummet fra

kl. 07:15 til 08:15 samt fra kl. 15:00 til 16:00, der er brugt. Desuden er besvarelsenerne også fordelt på dem, som er ansatte i en flextidssordning og dem, som ikke er. Dette er gjort da dette forhold formodes at have indflydelse på respondenternes fleksibilitet, og da denne parameter adskiller sig meget fra populationen, jf. afsnit 16.4 - *Respondenter og population*.

Ud fra disse svar, fås et estimat af, hvor mange, der kan og er villige til at ændre deres rejsetidspunkt gennem Limfjordstunnelen, jf. tabel 18.3. Desuden er der et estimat på, hvor stor en andel, der er villige til at ændre deres rejsetidspunkt med mere end hhv. 15 og 30 minutter.

Tabel 18.3: Respondenternes svar til fire spørgsmål omkring deres fleksibilitet, for dem, som kører gennem Limfjordstunnelen om morgenen mellem kl. 07:15 og 08:15 samt om eftermiddagen mellem kl. 15:00 til 16:00 fordelt efter om de har flexetid.

	Om morgenen		Om eftermiddagen	
	Med flexetid	Uden flexetid	Med flexetid	Uden flexetid
Mulighed for at ændre adfærd	67%	41%	76%	38%
Villighed til at ændre adfærd	97%	79%	97%	83%
Ændre adfærd med mere end 15 min.	59%	64%	75%	100%
Ændre adfærd med mere end 30 min.	19%	11%	35%	11%

Hvis bilisterne skal flyttes væk fra myldretiden, hvor trafikintensiteten er størst, jf. afsnit 4.3 - *Fordelingen af trafik i spidsperioderne i Limfjordstunnelen*, vil det ofte kræve, at bilisterne kan flytte deres rejsetidspunkt med mere end 30 minutter, da perioden med tæt trafik strækker sig over én time. Af denne grund vil de kommende estimater bygge på de respondenter, der kan flytte deres rejsetidspunkt med mindst 30 minutter.

Ud fra svarfordelingen opstillet i tabel 18.3, er det muligt at beregne hvor stor en del af bilisterne, der er villige til at flytte deres rejsetidspunkt til et tidspunkt, hvor trængslen er mindre ved Limfjordstunnelen. I tabel 18.4 fremgår de andele, der er villige til at flytte rejsetidspunkt, fordelt efter om de har flexetid eller ej. Det fremgår tydeligt, at personer, der er ansatte i en flextidssordning er mere fleksible end dem uden.

Tabel 18.4: Fordelingen af bilister, der er villig til at flytte deres rejsetidspunkt mere end 30 minutter, hhv. om morgenen mellem kl. 07:15 og 08:15 samt om eftermiddagen mellem kl. 15:00 og 16:00.

	Med flexetid	Uden flexetid
Om morgenen	12%	4%
Om eftermiddagen	26%	3%

Disse fordelinger, der fremgår af tabel 18.4, gælder kun for trafikken til Aalborg Øst. Det ønskes at finde den samlede andel af trafikken i Limfjordstunnelen, der lader sig flytte, hvorfor det antages at andelen i tabellen er gældende for alle områder i den gamle Aalborg Kommune. Det vurderes ikke at have betydning hvor langt arbejdspladsen ligger fra tunnelen, i forhold til hvor stor en andel der er villig til at ændre deres rejsetidspunkt med mere end en halv time.

Derfor kan trafikfordelingen, som står beskrevet i *afsnit 3.1 - Limfjordskrydsningerne ved Aalborg*, benyttes til at finde andelen af trafikanter, der kan flyttes i tunnelen. Der fremgår det, at i alt 88% af trafikken i Limfjordstunnelen er enten intern trafik i den gamle Aalborg Kommune eller oplandstrafik til den gamle kommune.

Tidligere er andelen af nordjyder, som er ansat i en flextidsordning fundet til ca. 34%. Ud fra denne fordeling, samt fordelingerne i tabel 18.4 er det muligt at komme med et estimat på, hvor mange procent af populationen, det er muligt at flytte med mindst 30 minutter således, at de kan flyttes væk fra perioderne med stor trængsel.

Tabel 18.5: Andel af trafikken i Limfjordstunnelen, som kan flyttes med mindst 30 minutter i tidsrummet fra kl. 07:15-08:15 og fra kl. 15:00-16:00.

	Trafik som kan flyttes i myldretiden
<i>Om morgenen</i>	6%
<i>Om eftermiddagen</i>	10%

I et Kapitel 20 – Kapacitet ved Limfjordstunnelen vil disse procentfordelinger blive benyttet til at komme med en vurdering på, hvor længe kapaciteten i Limfjordstunnelen kan strækkes ved at påvirke kapaciteten og bilisterne.

Hvad der kan få disse bilister til at flytte rejsetidspunkt er uvist og må derfor undersøges nærmere. Dette vil ikke blive gjort i nærværende projekt. Fra besvarelserne fremgår det, at bilisterne er interesseret i en SMS-service, og dette kunne måske være et middel til at få dem til at flytte rejsetidspunkt.

18.4 Trafik flyttet med information

Som et middel til at flytte trafikken, hvis der f.eks. er sket et trafikuheld, kan være en SMS-service. Via denne kan trafikanterne få informationer om trafiksituationen ved Limfjordstunnelen, og derfor kan de tilpasse deres rejse, således at de kan forsøge at komme uden om en evt. kø.

I forbindelse med spørgeskemaundersøgelsen er respondenterne blevet spurgt om, hvad de vil gøre, hvis de får en SMS-besked om, at der er 10 minutters kø i Limfjordstunnelen. De blev bedt om, både at tage stilling til dette i den situation, hvor

de fik beskeden før de påbegyndte deres rejse, og efter denne var påbegyndt. De blev stillet spørgsmålet både om morgenen, inden de kom til tunnelen, og om eftermiddagen. Disse besvarelser er, lige som i forrige afsnit, opregnet til at stemme overens med rutebundterne fra trafikmodellen, og resultatet fremgår af tabel 18.6.

Tabel 18.6: Andelen af bilister, der er villige til at ændre adfærd i tilfælde af, at de modtager en SMS-besked, der informerer respondenter om 10 minutters kø ved Limfjordstunnelen. Bliesterne er opdelt efter, om de har flexetid, og hvor langt de har fra deres hjem til Limfjordstunnelen.

	Om morgenen		Om eftermiddagen	
	Med flexetid	Uden flexetid	Med flexetid	Uden flexetid
0-15 km fra hjem til Limfjordstunnelen	43%	23%	60%	43%
Over 15km fra hjem til Limfjordstunnelen	47%	28%	47%	39%

De bilister, der er vurderet til ikke at kunne flyttes, har enten svaret 'Kører alligevel som planlagt', 'Ved ikke' eller 'Andet'.

For at finde andelen af bilister, der kan påvirkes af en sådan SMS-besked, benyttes fordelingen af trafikken gennem Limfjordstunnelen i lighed med forrige afsnit. Der er trafikken opgjort efter om det er lokaltrafik i den daværende Aalborg Kommune, oplandstrafik til den daværende Aalborg Kommune eller gennemkørende trafik gennem den daværende Aalborg Kommune. Bilisterne, der har 0-15km til tunnelen er klassificeret som lokaltrafik i den daværende Aalborg Kommune, og dem som bor over 15km fra Limfjordstunnelen regnes som oplandstrafik til den daværende kommune.

I lighed med forrige afsnit opregnes andelen, som er villige til at ændre adfærd. Dette gøres i forhold til andelen af populationen, som har flexetid. Ud fra denne beregning er det muligt at komme med et estimat på, hvor stor en andel af trafikken, som kan flyttes, hvis der skulle opstå en hændelse i tunnelen, som giver anledning til kø.

Tabel 18.7: Trafik, der kan flyttes, ved en SMS-besked om morgenen og om eftermiddagen.

	Trafik, som kan flyttes med SMS-besked
Om morgenen	28%
Om eftermiddagen	40%

Resultaterne for hvor mange trafikanter, det er muligt at få til at ændre adfærd med en SMS-besked, der informere om 10 minutters kø i Limfjordstunnelen, virker noget høj. Efter at have gået besvarelserne igennem, ses det, at de bilister, der ikke er ansatte i en flextidsordning er tilbøjelige til enten at forsætte gennem tunnelen eller vælge Limfjordsbroen. Broen kan ikke klare denne mertrafik, uden at der også

vil opstå kødannelser, hvorfor denne løsning ikke kan være brugbar for en særlig stor andel af trafikanterne på motorvejen. De reelle procentsatser vil derfor sandsynligvis være noget lavere, men det virker som om, der er et potentiale for at flytte en del trafik, hvis kapaciteten i Limfjordstunnelen skulle falde f.eks. pga. et uheld.

18.5 *Usikkerheder*

I forbindelse med spørgeskemaundersøgelsen opstår der flere usikkerheder, som kan påvirke resultaterne. Der er flere forskelle mellem respondentgruppen og populationen, bl.a. omkring andelen af personer ansat i en flextidsordning, men også antallet af personbiler og den generelt høje indkomst, de adspurgte har.

En anden usikkerhed kan også opstå i forbindelse med distributionen af spørgeskemaet. Her kan det tænkes, at de der vælger at besvare spørgsmålene, selv er interesseret i, at der sker noget ved Limfjordstunnelen. Disse vil måske i større grad være villige til selv at være med til at afhjælpe problemerne. Det kan derfor diskuteres, om andelen af respondenter, der er villig til at ændre rejsetidspunkt med mere end 30 minutter også bliver påvirket af dette.

Desuden er antallet af respondenter, der ikke har flextid også lavt, og deres svar får stor betydning. Det vurderes dog ikke at have den store betydning, da ca. 2/3 af den trafik, der flyttes stammer fra personer, som har flextid. Selve procentsatsen for de personer, der kan flytte sig uden at have flextid, er også lavere både om morgenen og om eftermiddagen, som det også må forventes.

Omfanget af spørgeskemaundersøgelsen måtte godt have været større, således at der havde været flere besvarelser til nogle af spørgsmålene. Desuden er der heller ikke respondenter fra alle postnumrene i Vendsyssel. For eksempel mangler der respondenter fra områderne Øster Vrå og Jerslev, som ligger mellem Brønderslev og Frederikshavn.

I spørgeskemaet angiver respondenterne, hvad de kunne forestille sig, at de vil gøre i forskellige situationer. Det kan godt være, at de har visse intentioner om, hvordan de gerne vil agere, men gør noget andet, når de står i situationen. Dette kan der desværre ikke tages højde for.

19 Opsummering på spørgeskemaundersøgelse

I det følgende vil hovedresultaterne fra spørgeskemaundersøgelsen blive opstillet. Svarprocenterne er alle opgivet efter besvarelsene er opregnet vha. rutebundterne fra trafikmodellen.

Tabel 19.1: Hovedresultater fra spørgeskemaundersøgelsen. Resultaterne er alle opregnet efter rutebundterne fra trafikmodellen.

<i>Trafikmængde der kan flyttes i myldretiden hhv. om morgenen og om eftermiddagen</i>	<i>7% og 11%</i>
<i>Respondenter som er interesseret i en SMS-service som levere informationer omkring trafikken ved Limfjordstunnelen</i>	<i>80%</i>
<i>Villigheden til at betale for at modtage informationer omkring trafiksituationen i Limfjordstunnelen via SMS, blandt de respondenter som er interesseret i denne service</i>	<i>46%</i>
<i>Bilister der vil ændre adfærd hvis de modtager en SMS-besked om kø i Limfjordstunnelen i hhv. morgen- og eftermiddagstimerne</i>	<i>28% og 40%</i>
<i>Respondenter som mener tidsforbruget med den offentlige transport er for stort til at de vil overveje det som alternativ til bilen</i>	<i>82%</i>

DEL

VI

I denne del af rapporten undersøger kapaciteten ved Limfjordstunnelen både ved dens nuværende og den fremtidige udformning, hvor der er etableret et ekstra spor i den nordlige retning nord for Limfjordstunnelen og frem til Motorvejskryds Vendsyssel. Dette gøres ved hjælp af trafiksimuleringsprogrammet VISSIM.

Desuden ændres trafikintensiteten i spidstimen også i forhold til resultaterne fra spørgeskemaundersøgelsen.

Ud fra de fundne kapaciteter er det muligt at bestemme, hvornår kapaciteten på vejnettet er opbrugt i spidstimen.

Kapacitetsanalyse

20 Kapaciteten ved Limfjords-tunnelen

Kapaciteten på motorvejsnettet ved Limfjordstunnelen er svær at beregne pga. de mange til- og frakørsler, der ligger tæt ved tunnelen. Disse skaber mange uhen-sigtsmæssige flettemanøvrer, der har indflydelse på kapaciteten i tunnelen. I forbindelse med planlægningen af den 3. Limfjordsforbindelse fik Aalborg Kommune og Nordjyllands Amt foretaget beregninger af kapaciteten for de to tunnelrør. Baggrundsrapporten er vedlagt på Bilags-CD'en i mappen 'DEL VI' under filnavnet 'Kapacitetsnotat.doc'.

20.1 Idealkapaciteten

Denne beregning blev foretaget ved hjælp af *Highway Capacity Manual 2000*, HCM2000, og giver en kapacitet under optimale forhold på 6.900 personbil-enheder/time/retning. Det er ved tidligere undersøgelser blevet vist, at alle tre spor ikke kan udnyttes optimalt i Limfjordstunnelen på grund af flettemanøvre i forbindelse med de nærtliggende til- og frakørselsramper. Derfor vurderes den fulde kapacitet af Limfjordstunnelen ud fra 2,5 spor, hvorved de enkelte rør opnår en kapacitet på 5.750 personbilenheder/time/retning.

Personbilenhederne (pe) beskriver trafikmængden ved en omregning af større køretøjer til et antal personbiler. Ved Limfjordstunnelen bestemmes denne faktor til omregning mellem personbilenheder og køretøjer til 1,17, hvilket betyder, at én personbilenhed svarer til 1,17 ktj. Denne faktor giver en kapacitet i Limfjordstunnelen på 4.900 ktj./time. Værdierne for kapaciteten er vist i tabel 20.1.

Tabel 20.1: Den beregnede idealkapacitet i Limfjordstunnelen.

Beregningsgrundlag	Idealkapacitet
3 spor	6.900 pe/time/retning
2,5 spor	5.750 pe/time/retning
	4.900 ktj./time/retning
2,5 spor omregnet til ktj.*	Pr. 15 min.: 1.225 ktj./retning
	Pr. 5 min.: 410 ktj./retning

* omregningsfaktoren mellem pe og ktj. er bestemt for Limfjordstunnelen til 1,17

20.2 *Serviceniveau*

I VVM-redegørelsen for den 3. Limfjordsforbindelse fra 2003 [Nordjyllands Amt et al., 2003] opstilles serviceniveauet som en funktion af belastningsgraden, jf. tabel 20.2.

Tabel 20.2: Trafikafvikling i Limfjordstunnelen ved forskellige serviceniveauer.

Service-niveau	Afvikling	Belastnings-grad	Trafik i hver retning
<i>A</i>	Jævn uhindret kørsel	under 0,3	op til 1.475 ktj./time
<i>B</i>	Forholdsvis jævn kørsel	0,30-0,46	op til 2.250 ktj./time
<i>C</i>	Ujævn kørsel	0,46-0,67	op til 3.275 ktj./time
<i>D</i>	Langsom kørsel	0,67-0,88	op til 4.300 ktj./time
<i>E</i>	Meget langsom kørsel	over 0,88	op til 4.900 ktj./time

I VVM-redegørelsen fastsættes grænsen ved serviceniveau D for spidstimerne, hvilket er op til 4.900 ktj./time, som er den fundne kapacitetsgrænse i foregående afsnit.

Sammenligning med kapacitet fra simuleringsmodel

Kapaciteten ved Limfjordstunnelen bestemmes også med trafiksimuleringsprogrammet VISSIM i nærværende projekt, og vil efterfølgende blive sammenlignet med de 4.900 ktj./time, som er bestemt ved hjælp af HCM2000.

I stedet for at se på en komfortfaktor i form af belastningsgraden til bestemmelse af serviceniveauet på en strækning, kan serviceniveauet også beskrives ved en fremkommelighedsfaktor som middelrejsehastigheden på en strækning. Dette benyttes i VISSIM.

Ved at se på middelrejsehastigheden for en strækning forstås strækningens længde delt med den gennemsnitlige tid, det tager køretøjerne at tilbagelægge strækningen.

I nærværende projekt defineres kapacitetsgrænsen, der bestemmes i VISSIM, for enten de nordgående eller sydgående spor som situationen, hvor middelhastigheden i en periode over ti min. ligger omkring 40km/t.

2 1 Scenarier til VISSIM

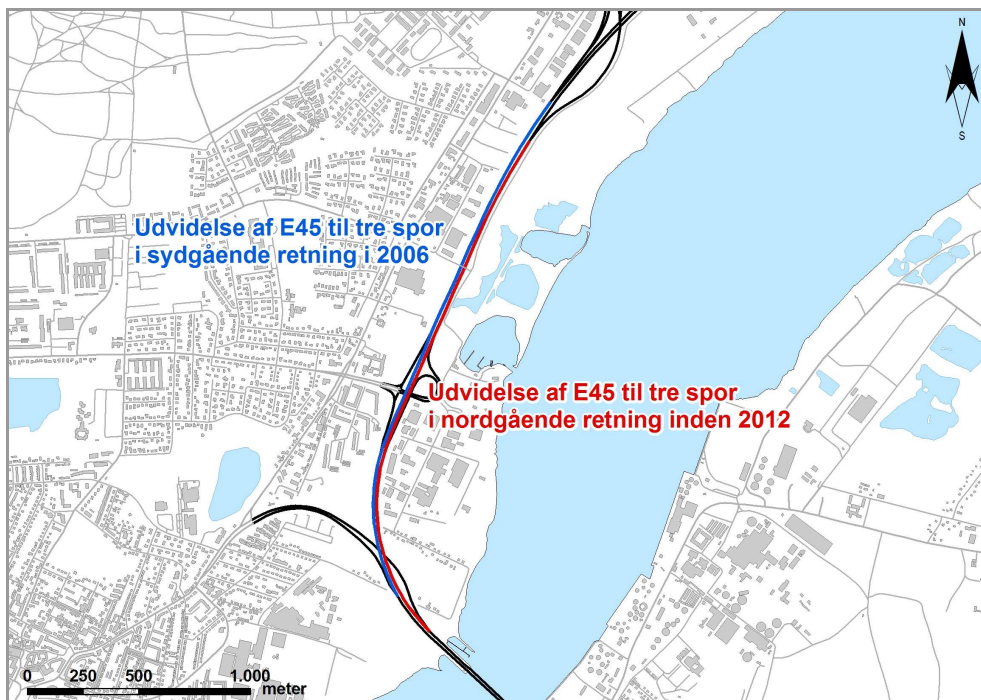
Vejnettet omkring Limfjordstunnelen har undergået en række udvidelser og ændringer de seneste år, og der foreligger allerede planer for yderligere tiltag for fremtiden. Samtidig sker der en konstant udvikling i trafikken i Limfjordstunnelen, der stiger år efter år. Alle disse ændringer og udviklinger forsøges medtaget i scenarierne, der skal indgå i simuleringerne med VISSIM, således simuleringen kan give et reelt billede af den fremtidige kapacitet af motorvejsnettet ved Limfjordstunnelen.

2 1 . 1 VISSIM

Aalborg Kommune har for flere år siden fået lavet en simuleringsmodel i programmet VISSIM til at simulere trafikken i og omkring Aalborg. Versionen, der benyttes i projektet, er fra år 2004, hvorfor den skal opdateres til de nutidige og fremtidige forhold ved Limfjordstunnelen. Disse ændringer vil blive gennemgået i det efterfølgende.

2 1 . 2 *Udvidelse og ombygninger*

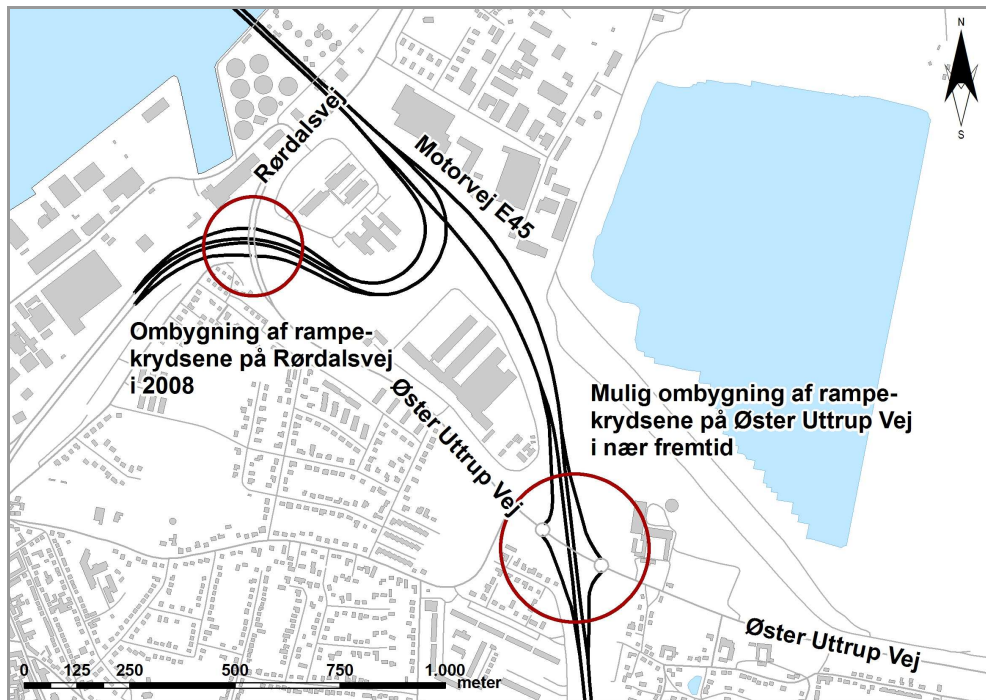
Efter den sydgående retning blev udvidet i 2006 til at omfatte tre spor fra Motorvejskryds Vendsyssel til Limfjordstunnelen, er det nu blevet besluttet at investere 70 mio. kr. på en 1,8km lang udvidelse af det nordgående spor fra to til tre spor - ligeledes mellem Limfjordstunnelen og Motorvejskryds Vendsyssel, jf. figur 21.1. Udvidelsen forventes færdigt senest i 2012.



Figur 21.1: Udvidelsen fra to til tre spor af Motorvej E45 nord for Limfjordstunnelen.

I 'Vejudbygningsplanen for Aalborg området' fra 2005 [aalborgkommune.dk, 2005] bliver det påpeget, at rampekrydset på Rørdalsvej i sin daværende form ikke ville kunne afvikle trafikken, jf. figur 21.2. Dette er der taget hånd om i efteråret 2008, hvor der blev etableret signalkryds med fuld kanalisering ved til- og frakørslerne til Kridtsvinget.

I samme plan anbefales det, at rundkørslerne på Øster Uttrup Vej, der fungerer som rampekryds, ombygges til lignende signalregulerede kryds med fuld kanalisering.

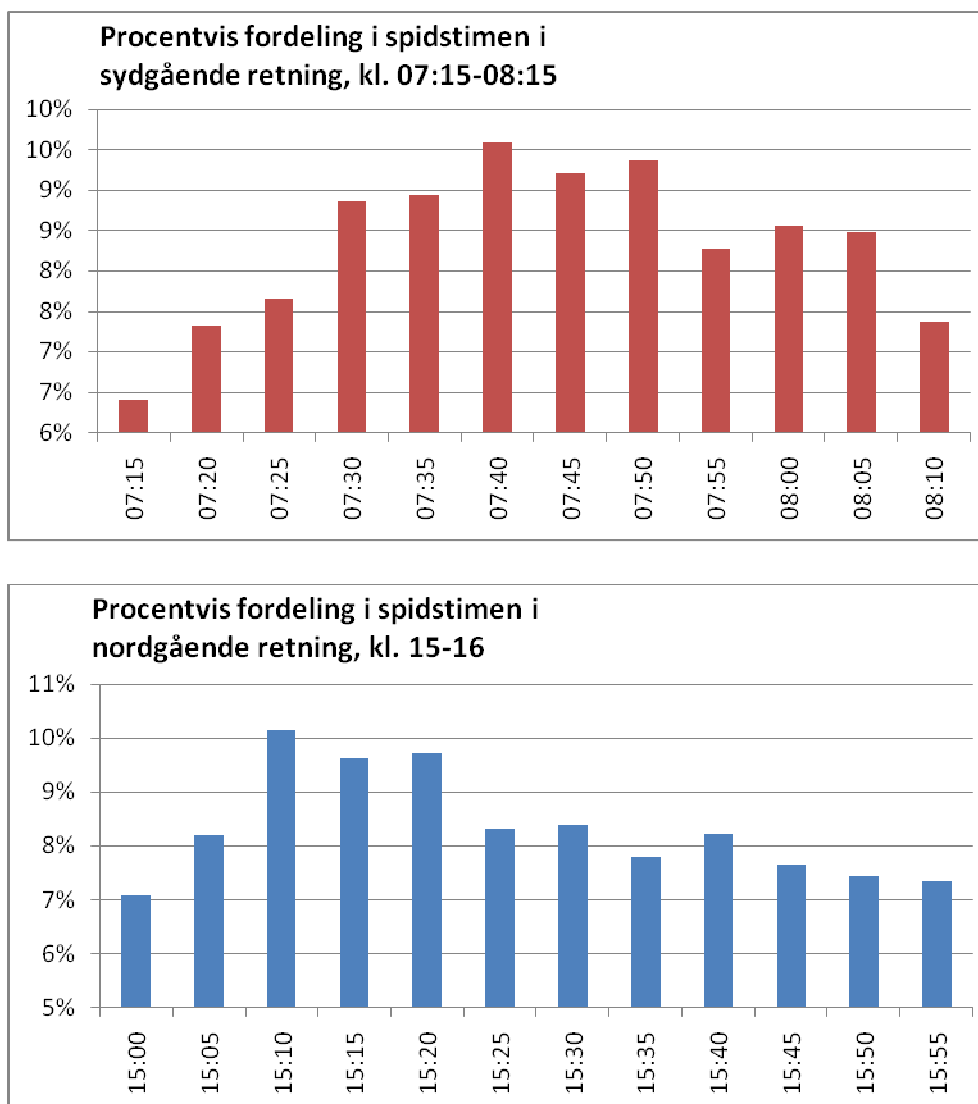


Figur 21.2: Rampekrydsene, der anbefales ombygget i Aalborg Kommunes Vej-udbygningsplan.

Nørresundbyggen blev efter udvidelsen af de sydgående spor reduceret fra at være firsporet til at være tosporet, således både til- og frakørslen blev et-sporet. Dette implementeres ligeledes i VISSIM-simuleringen.

21.3 Trafikfordeling

Til fordelingen af trafikken i morgen- og eftermiddagsspidstimen i VISSIM-modellen anvendes trafikdata fra Quo Vadis-spolerne fra fem hverdage i slutningen af marts. Trafikken deles ind i intervaller af fem minutter, jf. figur 21.3.



Figur 21.3: Trafikintensitetens fordeling i spidstimen opdelt på intervaller af fem minutter. Øverst vises morgentrafikken i sydgående retning - nederst eftermiddagstrafikken i nordgående retning.

21.4 Kapaciteten i VISSIM

Kapaciteten for både den nord- og sydgående retning ved Limfjordstunnelen blev som tidligere beskrevet bestemt til 4.900 ktj./time, jf. kapitel 20 – Kapaciteten ved Limfjordstunnelen. Denne kapacitet ønskes eftervist vha. VISSIM, således det er muligt at benytte simuleringen i VISSIM til at bestemme kapaciteten ved Lim-

fjordstunnelen nogle år ude i fremtiden, hvor bl.a. det tredje spor i nordgående retning nord for tunnelen er etableret.

Forudsætninger for bestemmelse af kapaciteten ved tunnelen

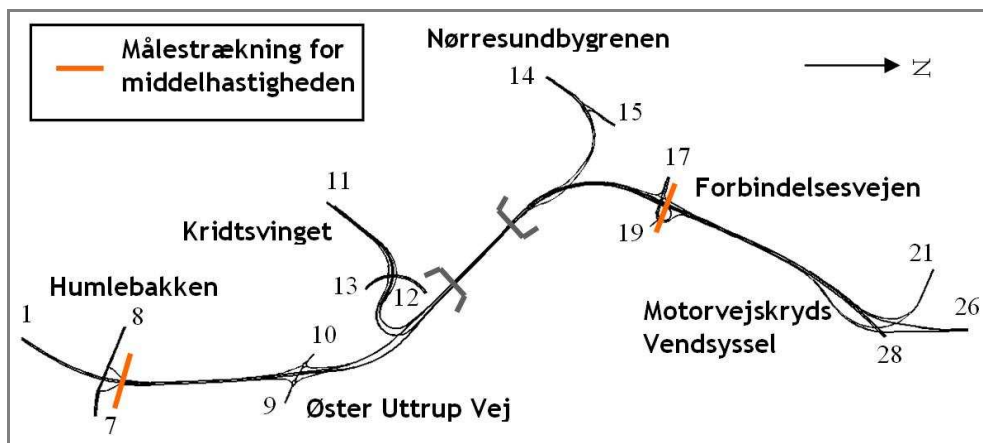
I VISSIM er det muligt at simulere trafikken og efterfølgende analysere på simuleringen bl.a. mht. middelhastighed og kølængde. I nærværende projekt anvendes middelhastigheden over en ca. 4,8km strækning på E45 ved og gennem Limfjords-tunnelen til at bestemme grænsen for kapaciteten ved tunnelen. Denne strækning anses som repræsentativ for de mange rejser, der bliver foretaget i spidsperioden.

Antager middelhastigheder over en ti minutters periode en middelværdi omkring 40km/t vurderes det i nærværende projekt, at denne fulde kapacitet i ved Limfjordstunnelen er nået, hvorfor den anvendte trafikintensitet i simuleringen benyttes som kapaciteten i myldretiden.

Der foretages fire simuleringer for hver situation med forskellige tilfældighedsfaktorer og middelværdien for rejsehastigheden bestemmes, derfor ud fra fire forskellige simuleringer

Opbygning af VISSIM-model

VISSIM-modellen er bygget op over Motorvej E45 fra syd for Humlebakken og til lige nord for Motorvejskryds Vendsyssel. Modellen indeholder alle motorvejsramperne og tilstødende veje langs motorvejen. Denne model simulerer kun trafikken i Limfjordstunnelen samt de nærmeste til- og frakørsler. Alle vejene i modellen, hvor der kommer trafik ind fra, er nummereret 1-28 med enkelte spring, jf. figur 21.4.



Figur 21.4: Nummerering af vejindgange i VISSIM-modellen.

VISSIM-simuleringen benytter sig af VISUM, der er en trafikmodel, som beskriver bilisternes rutemønster. Gennem spørgeskemaundersøgelse, interview o.a. er der blevet lavet en trafikmodel for den fjordkrydsende trafik ved Aalborg. Denne trafikmodel er efterfølgende etableret i VISUM. Rutebundterne, der er gemt i modellen, benyttes i nærværende projekt i deres delvis oprindelige form, mens trafikfordelingen i simuleringsperioden er bestemt ved dataene fra Quo Vadis.

Nogle af rutebundterne er blevet sammenlagt for at gøre simuleringsmodellen en smule mindre, og dermed det videre arbejde med modellen mere overskuelig og mindre tidskrævende. Denne afkortning af modellen har dog ingen effekt på det færdige resultat af simuleringen, men gør, at der forekommer spring i nummereringen af vejindgangen i modellen, jf. figur 21.4.

VISSIM-modellen indeholder også andelen af lastbiler på vejnettet i 2004, hvilket er blevet brugt i det videre arbejde med trafiksituationer i dette projekt. Det forudsættes at andelen af lastbiler ikke vil ændre sig i de fremtidige trafiksituationer, der simuleres.

21.5 **Kapaciteten i nordgående retning**

Det er i nærværende projekt valgt at simulere spidstimen i VISSIM-modellen med en opdeling af trafikintensiteten på fem og ti minutters intervaller, samt ét interval på 30 min. Om eftermiddagen er der simuleret i spidstimen fra kl. 14:55 til kl. 15:55. Intervallerne er valgt som vist i tabel 21.1.

Tabel 21.1: Intervallerne for trafikintensiteten i eftermiddagssimuleringerne for nordgående retning i VISSIM.

Nordgående retning, kl. 14:55-15:55	VISSIM-opdeling [sek]	Interval
Kl. 14:55-15:05	0-600	10 min.
Kl. 15:05-15:10	600-900	5 min.
Kl. 15:10-15:15	900-1200	5 min.
Kl. 15:15-15:25	1200-1800	10 min.
Kl. 15:25-15:55	1800-3600	30 min.

I afsnit 4.3 - Fordelingen af trafik i spidsperioderne i Limfjordstunnelen ses det, at den største trafikintensitet forekommer i intervallerne fra kl. 15:05 til 15:35, hvilket er årsagen til, at disse intervaller er inddelt på fem minutters niveau, mens de resterende på 10 og 30 minutters niveau.

Kapaciteten med to nordgående kørespor

I den nuværende situation med to spor i nordgående retning er det sammenfletningen fra tre til to spor nord for tunnelen, der er afgørende for, hvor kapacitetsgrænsen er. Der er i VISSIM blevet lavet fire simuleringer med en trafikintensitet på

4.700 ktj./time, hvilket resulterede i en middelhastighed over strækningen fra Humlebakken til Forbindelsesvejen var 44km/t, hvilket vurderes til kapacitetsgrænsen, jf. tabel 21.2.

Tabel 21.2: Middelhastigheden i simuleringen over en strækning på 4,8km med to spor i nordgående retning.

Trafikintensitet	4.700 ktj./time
Middelhastighed	44km/t

Ved denne trafikintensitet opstår der en mindre kø, ved sammenfletningen fra tre til to spor, der strækker sig halvvejs gennem tunnelen. Dette kan give problemer for de bilister, der skal benytte Nørresundbygrenen.

Det er i VISSIM ikke muligt, at lave realistiske fletninger mellem to trafikstrømme, da sådanne manøvrer i simuleringen sker ved vognbaneskift. Derved bliver fletningen ikke særlig effektive.

Sammenfletningen af Kridtsvinget og Motorvej E45 kan ikke modelleres op, som den i realiteten sker. Ved sammenfletningen er det det inderste spor i Kridtsvinget, der fletter sammen med det yderste spor på motorvejen. Denne sammenfletning er ikke mulig at lave, da VISSIM ikke kan lave realistiske sammenfletningsarealer, men i stedet laver arealer, hvor bilisterne i stedet laver vognbaneskift. For at skabe den mest realistiske trafiksituation gives der førsteprioritet til bilister, der kommer fra Kridtsvinget. Dette gør at en evt. kødannelse primært sker på E45, hvorimod trafikken fra Kridtsvinget stort set uhindret kører frem til Limfjordstunnelen. En mere realistisk situation vil være, at sammenfletningen ved stor trængsel forårsager en ligeværdig kødannelse på hhv. E45 og Kridtsvinget.

Ved sammenfletningen fra tre til to kørespor nord for Limfjordstunnelen opstår et tilsvarende problem, da trafikken i det ene spor skal flette sammen med de to resterende. I disse situationer ses det, at bilisterne i simuleringerne i høj grad forsøger at udnytte de naturlige huller i de andre trafikstrømme. En mere realistisk situation ved kødannelse vil være, at bilisterne blinker ud og der gøres relativt hurtigt plads til vognbaneskiftet.

En yderligere komplikation sker ved Nørresundbygrenen, hvor bilisterne skal flette på tværs af hinanden, da både fletning fra tre til to spor og udfletningen til Nørresundbygrenen sker over samme strækning. Bilisterne når ikke at skifte til inderste kørespor, hvorfor de holder i yderste spor og venter på at der gøres plads eller at der opstår et naturligt ophold i trafikken. Dette skaber stor kødannelse ned gennem tunnelen. Denne situation vurderes til ikke at være realistisk, da en bilist "normalt" vil sørge for i tilstrækkelig tid at skifte vognbane eller fortsætte til næste frakørsel og ikke standse op på motorvejen - til trods for kødannelse.

Hele situationen med vognbaneskift sker altså ikke som i virkelige situationer. I VISSIM er det i høj grad de naturlige afstande mellem køretøjerne, der benyttes til at skifte vognbane i. Disse naturlige pauser i trafikken optræder ikke i kødannelse-situationer, hvorfor et vognbaneskift i simuleringen er endnu mere besværligt end i virkeligheden, hvor bilister i det inderste spor normalt vil give plads - også i kødannelse-situationer - til bilister, der blinker for at foretage et vognbaneskift fra yderste til inderste spor.

Disse usikkerheder kan være medvirkende til at den fundne kapacitet i VISSIM ligger lavere end den bestemte med HCM2000. Dette vurderes ikke som værende et problem, hvorfor simuleringsmodellen benyttes til bestemmelse af kapacitet i den fremtidige situation for den nordgående retning med et tredje spor, samt til bestemmelse af kapaciteten i det sydgående spor.

Kapaciteten med tre nordgående kørespor

Den fundne kapacitet på 4.700 ktj./time med to nordgående spor er mindre end den beregnede kapacitet med HCM2000 fra *Kapiel 20 – Kapaciteten ved Limfjrodstunnelen*. Det vurderes dog, at VISSIM er i stand til at finde kapacitetsgrænsen for den fremtidige situation med tre nordgående spor.

Efter det tredje spor mod nord er etableret afgøres kapacitetsgrænsen af sammenfletningen mellem Motorvej E45 og Kridtsvinget. Middelhastigheden for fire simuleringer viser sig at være 39km/t over strækningen fra Humlebakken til Forbindelsesvej ved en trafikintensiteterne på 6.400 ktj./time, hvilket vurderes til kapacitetsgrænsen, jf. tabel 21.3.

Tabel 21.3: Middelhastigheden i simuleringen over en strækning på 4,8km med tre spor i nordgående retning.

Trafikintensitet	6.400 ktj./time
Middelhastighed	39km/t

I denne situation er der ingen problemer med trængsel i Limfjordstunnelen, men der opstår hurtigt problemer med sammenfletningen ved Kridtsvinget. Det giver kø ad Motorvej E45 med en længde ned til Østre Uttrup Vej på ca. 1.000m.

21.6 *Kapaciteten i sydgående retning*

Kapaciteten i sydgående retning bliver også undersøgt. Her undersøges dog kun situationen hvor der er tre spor i nord for Limfjordstunnelen idet det ekstra spor allerede er etableret og derfor unødvendigt at finde kapaciteten inden etableringen.

Om morgenen er der simuleret i spidstimen fra kl. 07:20 til kl. 08:20. Intervallerne er valgt som vist i tabel 21.4.

Tabel 21.4: Intervallerne for trafikintensiteten i morgensimuleringerne for sydgående retning i VISSIM.

Sydgående retning, kl. 07:20-08.20	VISSIM-opdeling [sek]	Interval
<i>Kl. 07:20-07:30</i>	0-600	10 min.
<i>Kl. 07:30-07:40</i>	600-1200	10 min.
<i>Kl. 07:40-07:45</i>	1200-1500	5 min.
<i>Kl. 07:45-07:50</i>	1500-1800	5 min.
<i>Kl. 07:50-07:55</i>	1800-2100	5 min.
<i>Kl. 07:55-08:20</i>	2100-3600	25 min.

I afsnit 4.3 - Fordelingen af trafik i spidsperioderne i Limfjordstunnelen ses det, at den største trafikintensitet forekommer i intervallerne fra kl. 07:40 til 07:55, hvilket er årsagen til, at disse intervaller er inddelt på fem minutters niveau, mens de resterende på 10 og 25 minutters niveau.

Kapaciteten med tre sydgående kørespor

Ved simuleringen i sydgående retning blev kapacitetsgrænsen fundet ved en trafikintensitet på 5.800 ktj./time. Ved denne trafikintensitet viser fire simuleringer, at den gennemsnitlige middelhastighed på strækningen er 45km/t, jf. tabel 21.5.

Tabel 21.5: Middelhastigheden i simuleringen over en strækning på 4,8km med tre spor i sydgående retning.

Trafikintensitet	5.800 ktj./time
Middelhastighed	45km/t

Ved denne situation er der flere ting, der har indvirkning på kapaciteten. Nørresundbygrenens og Forbindelsesvejens tilkørsel til motorvejen ligger ca. 700m fra hinanden og dette kombineret med at ca. 25% af trafikken igennem tunnelen kommer herfra, giver det mange problemer. De mange udflettende bilister fra de to tilkørsler giver mange stop og afbrydelser i den resterende trafik. Dette forplanter sig op ad ramperne ved Forbindelsesvejen, hvorved der opstår trængselsproblemer i de tilstødende kryds. Ved trafikmængder i denne størrelse kræver det, at krydsene ombygges til at kunne kapere denne trafikmængde.

I simuleringen udfletter bilisterne sig fra Limfjordstunnelen til Motorvej E45 og Kridtsvinget. Denne udfletning sker ikke optimalt, idet bilisterne ikke erkender udfletningen i tide nok. Derfor er der ændret på parameteren, der angiver, hvornår bilisten fletter til det rigtige spor. Den er ændret til 1450m, så de begynder at flette til det rigtige spor tidligere, hvilket giver et mere realistisk billede af den virkelige situation.

Kapaciteten i sydgående retning viser sig at være ca. 10% lavere end kapaciteten i den nordgående retning. Denne forskel kan skyldes den trafikale fordeling i

spidstimen, men også andelen af tilkørsler samt trafikken fra disse vil spille ind på kapaciteten.

21.7 ***Sammenfatning***

Kapaciteten i Limfjordstunnelen er fundet for både to og tre spor i nordgående retning nord for Limfjordstunnelen samt for tre spor i sydgående retning ligeledes nord for Limfjordstunnelen. Den fundne kapacitet er vist i tabel 21.6.

Tabel 21.6: Kapaciteten i Limfjordstunnelen for to og tre spor i nordgående retning, samt tre spor i sydlig retning nord for Limfjordstunnelen.

	Nordgående retning		Sydgående retning
<i>Antal spor</i>	to spor	tre spor	tre spor
<i>Kapacitet</i>	4.700 ktj./time	6.400 ktj./time	5.800 ktj./time

2.2 Ændring af trafik-fordelingen i spidstimerne

Gennem spørgeskemaundersøgelsen er det blevet forsøgt at estimere, hvor mange trafikanter det er muligt at flytte ud af de mest trafikbelastede perioder ved Limfjordstunnelen.

2.2.1 Forudsætninger for ændringen af trafikfordelingen

Analysen af besvarelsene fra spørgeskemaundersøgelsen gav en indikation af, hvor stor en andel af bilisterne, der benytter Limfjordstunnelen i morgen- og eftermiddagsspidstimerne, der har mulighed og er villige til at ændre deres rejsetidspunkt, jf. afsnit 18.2 - *Mulighed for at ændre rejsetidspunkt*.

Gennem besvarelsen optræder en stor andel, der har mulighed for både at fremskynde og udskyde sine rejsetidspunkter. Disse fordeles ud med halvdelen til andelen, der kan fremskynde, og den anden halvdel til andelen, der kan udskyde sine rejsetidspunkter, jf. tabel 22.1.

Tabel 22.1: Villigheden i populationen til at ændre adfærd fundet gennem spørgeskemaundersøgelsen, samt de benyttede værdier i den ændrede trafikfordeling i spidstimerne.

	Om morgenen		Om eftermiddagen	
	Under-søgelsen	Benyttet til fordeling	Under-søgelsen	Benyttet til fordeling
<i>Mulighed for og villighed til at fremskynde rejsetidspunkt</i>	48%	67%	25%	50%
<i>Mulighed for og villighed til at udskyde rejsetidspunkt</i>	13%	33%	30%	50%
<i>Mulighed for og villighed til både at fremskynde og udskyde rejsetidspunkt</i>	39%		45%	

Forbehold til trafikfordelingerne

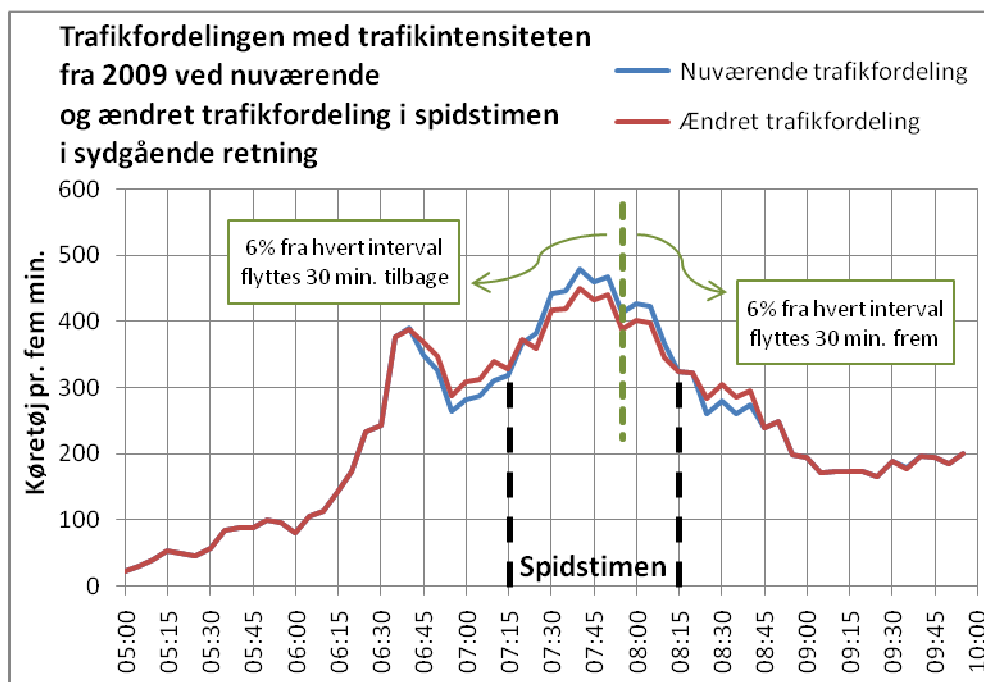
For både spidstimen i hhv. nord- og sydgående retning tages der ikke stilling til trafikens fordeling i selve spidstimen, hvorfor bilister, der er villige til at ændre deres rejsetidspunkter med mindre end 30 min. ikke medregnes i den ændrede trafikfordeling.

Desuden medregnes det ikke i ændringerne, at de bilister, der flytter deres rejsetidspunkt f.eks. om morgenen i teorien bør ændre deres rejsetidspunkt parallelt om eftermiddagen, da det er bolig-arbejdsstedtrafik, som spidstimen hovedsageligt består af. Det må altså forventes, at bilisterne bibeholder deres normale timetal for deres arbejdsuge, men dette medregnes ikke i flytningen af trafikken.

22.2 *Ændring i sydgående retning*

Spidstimen i sydgående retning ligger i perioden kl. 07:15 til kl. 08:15. Det er i analysen af besvarelserne fra spørgeskemaundersøgelsen blevet bestemt, at 6% af den samlede trafik, der kører gennem Limfjordstunnelen i spidstimen i sydgående retning, er villig til at ændre deres rejsetidspunkt med mere end 30 min.

Disse antages at fordele sig jævnt i spidstimen, hvorfor der flyttes 6% fra hvert interval af fem minutter. Da 67% af disse er villige til at fremskynde deres rejsetidspunkt, flyttes 6% fra de første otte intervaller fra kl. 07:15 til kl. 07:55 en halv time tilbage, mens der flyttes 6% af de sidste fire intervaller fra kl. 07:55 til kl. 08:15, der dermed repræsenterer de 33%, der har mulighed for udskyde deres rejsetidspunkt. Den endelige fordeling fremgår af figur 22.1.



Figur 22.1: Den nuværende trafikfordeling, hvorfra der er flyttet 6% af trafikken ud af spidstimen om morgenen. Trafikken er delt op på intervaller af fem minutter og flyttet en halv time hhv. frem og tilbage i tiden, hvorved den ændrede trafikfordeling for en trafikintensitet for 2009 bestemmes.

Ved at flytte 6% fra spidstimens intervaller, sænkes spidsbelastningen også 6%. Samtidig øges belastningen på skulderperioderne, hvorfor perioden mellem de to spidsperioder fra kl. 06:45 til kl. 07:15 bliver mere trafikeret.

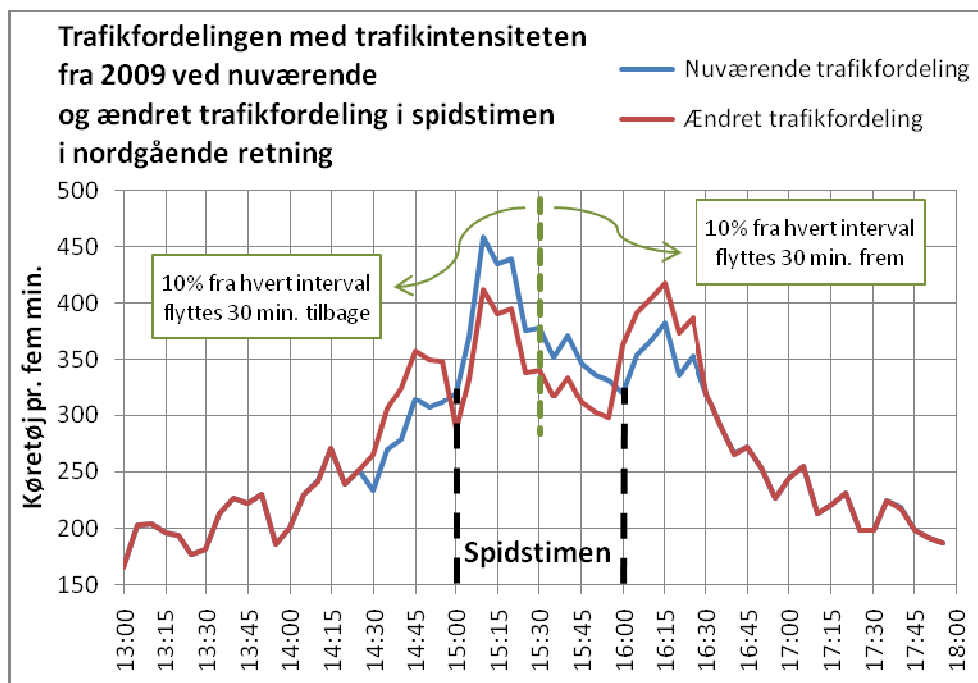
22.3 Ændring i nordgående retning

Spidstimen i nordgående retning ligger i perioden mellem kl. 15:00 og kl. 16:00. Analysen af spørgeskemaundersøgelsen viste, at 10% af den samlede trafik, der kører igennem Limfjordstunnelen i spidstimen i nordgående retning, er villige til at ændre deres rejsetidspunkt med mere end en halv time.

Disse antages at fordele sig jævnt i spidstimen, således at der fjernes 10% fra hvert interval af fem minutter i spidstimen. I eftermiddagsspidstimen er den ene halvdel af bilisterne villige til at fremskynde deres rejsetidspunkt, mens den anden halvdel er villig til at udskyde deres rejsetidspunkt, jf. tabel 22.1.

Derfor deles spidstimen i to dele og der flyttes 10% af trafikken fra de første seks intervaller af fem minutter tilbage, mens der flyttes 10% af trafikken frem i tiden for de seks resterende intervaller. Denne manøvre skaber to ligeværdige spidsperioder hhv. omkring kl. 15:15 og kl. 16:15, jf. figur 22.2. Det virker urealistisk, at bilisterne vil flytte sig fra en mindre belastet periode i slutningen af spidstimen til en ny spidsperiode, hvor trængslen er højere. Derfor må det formodes, at disse

bilister enten vælger at udskyde rejsetidspunktet mindre end en halv time, således de placerer sig i mellem de to spidsperioder, eller udskyder deres rejsetidspunkt noget mere end en halv time.



Figur 22.2: Den nuværende trafikfordeling, hvorfra der er flyttet 10% af trafikken ud af spidstimen om eftermiddagen. Trafikken er delt op på intervaller af fem minutter og flyttet en halv time hhv. frem og tilbage i tiden, hvorved den ændrede trafikfordeling for en trafikintensitet for 2009 bestemmes.

2.3 Udnyttet kapacitet

Det undersøges i det følgende kapitel, hvornår kapacitetsgrænsen for Limfjords-tunnelens syd- og nordgående spor nås. Dette gøres ved hjælp af de i rapporten fundne værdier for Limfjordstunnelens kapacitet, villigheden blandt bilisterne til at ændre rejsetidspunkt samt forskellige fremskrivningsfaktor for den trafikale udvikling i myldretiden.

2.3.1 *Mulige udviklinger*

I nærværende projekt er der blevet beregnet en fremskrivning af trafikintensiteten på 5,3% p.a. i myldretiden. Samtidige har trafiksimuleringer medvirket til en fastsættelse af kapaciteten for den nordgående retning på 4.700 ktj./time inden udvidelsen med et tredje spor i 2012, hvorefter kapaciteten i nordgående retning øges til 6.400 ktj./time. Kapaciteten i den sydgående retning er ved simulering bestemt til 5.800 ktj./time for de tre spor tilsammen.

Endelig har spørgeskemaundersøgelsen givet et billede af andelen af trafikanter i Limfjordstunnelen, der kan påvirkes til at ændre rejsemønstre. Analysen af spørgeskemabesvarelserne viser derfor, at det er muligt at fjerne 10% af bilisterne fra spidstimen fra kl. 15 til kl. 16 i nordgående retning, mens 6% af bilisterne i sydgående retning er villige til at flytte ud af spidstimen fra kl. 07:15 til kl. 08:15.

Den trafikale fremskrivning for spidstimen er nødvendigvis ikke korrekt for de kommende år - bl.a. pga. den globale finansielle krise, der rammer de fleste. Derfor foretages en analyse, hvor alternative fremskrivninger på hhv. 2%, 3%, 4% og 6% p.a. benyttes til at beskrive, hvornår kapaciteten på motorvejsnettet ved Limfjords-tunnelen er opbrugt.

2.3.2 *Fremtidige trafiksituationer i den nordgående retning*

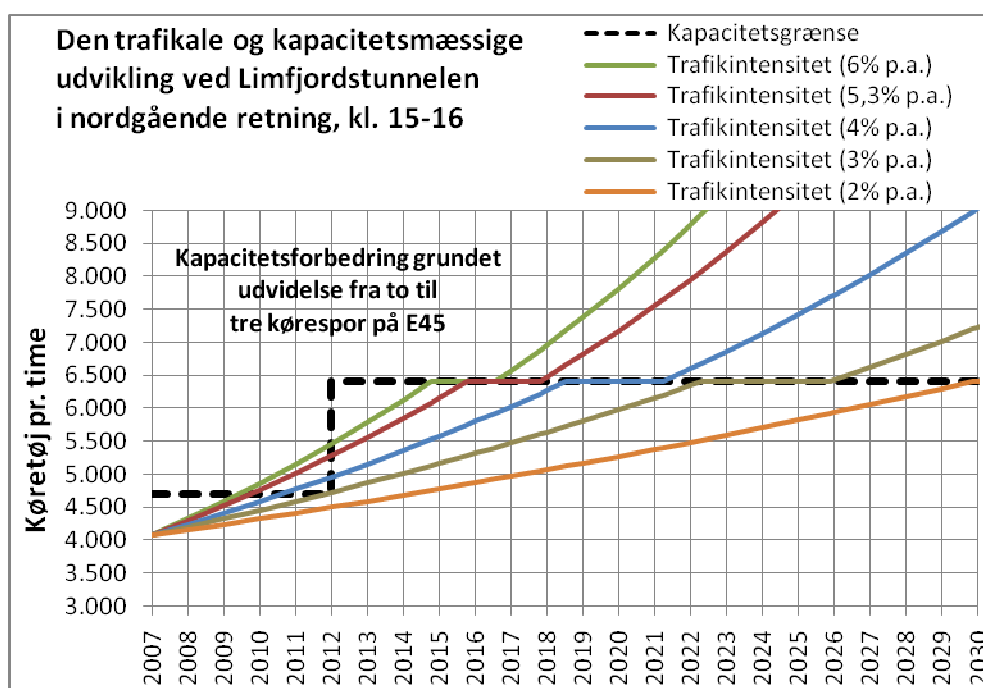
Kapaciteten på 6.400ktj./time ved Limfjordstunnelen er ikke opbrugt endnu i den nordgående retning, men inden 2012 vil kapacitetsgrænsen ved fire af de fem fremskrivningsniveauer være nået, jf. figur 23.1.

På figur 23.1 vises en kapacitetsforbedring i 2012, hvor det antages, at udbygningen fra to til tre er færdiggjort i den nordgående retning. Denne forbedring vil skabe rum til mere trafik indtil midten af 2015, jf. figur 23.1, hvor trafikintensiteten igen når kapacitetsgrænsen ved en fremskrivning på 5,3% p.a. For en trafikal fremskrivning med hhv. 2%-6% p.a. nås kapacitetsgrænserne som vist i tabel 23.1.

Tabel 23.1: Årene, hvor kapacitetsgrænserne nås i den sydgående retning ved forskellige fremskrivningsfaktorer i spidstimen.

Fremskrivningsfaktor	2% p.a.	3% p.a.	4% p.a.	5,3% p.a.	6% p.a.
Kapacitet: 4.700 ktj./time	Efter 2012	ultimo 2011	primo 2010	primo 2010	medio 2009
Kapacitet: 6.400 ktj./time	ultimo 2029	primo 2022	medio 2018	medio 2015	medio 2014

Ved kapacitetsgrænsen efter 2012 stagnerer trafikintensiteten i spidstimen, jf. figur 23.1. Dette skyldes de 10% af bilisterne, der kan flyttes væk fra spidstimen ved påvirkning. Det antages i nærværende projekt, at det ved kapacitetsgrænsen er mest sandsynligt at bilisterne vil ændre rejsetidspunkt. Der er selvfølgelig intet, der direkte taler imod, at dette vil ske tidligere. F.eks. kunne det ske inden kapacitetsforbedringen på motorvejen bliver udført i 2012. Dog må det antages, at færre er villige til at lade sig påvirke jo lavere belastningsgraden på E45 er.



Figur 23.1: Udviklingen i trafikintensiteten i nordgående retning i spidstimen kl. 15-16 ved forskellige fremskrivningsfaktorer. Springet i kapaciteten skyldes en udvidelse af E45 fra to til tre spor i nordgående retning. Stagnationen i trafikintensiteten skyldes den mulige reducere på 10% af trafikken i spidstimen. Denne stagnation er figurativt placeret ved kapacitetsgrænsen.

Stagnationen er ikke det reelle billede af trafiksituationen, men trafikintensiteten vil afhænge af hvilke tiltag, der tages i brug, samt i hvilken grad de påvirker trafikkanterne. Stagnationen strækker sig over perioden, som det tager de forskellige fremskrivningsfaktorer, at indhente faldet på de 10%, jf. figur 23.1 eller *Bilag H: Udviklingen ved Limfjordstunnelen*.

Omkring år 2017 er der med en fremskrivning af trafikintensiteten på 5,3% p.a. brug for yderligere tiltag - højst sandsynlig i form af en udbygning af motorvejsnettet ved Aalborg. Tidspunktet, hvor kapacitetsgrænsen nås, rykkes til år 2016, 2021, 2025 og 2035 ved en fremskrivningsfaktor på hhv. 6%, 4%, 3% og 2% p.a. i myldretiden, tabel 23.2.

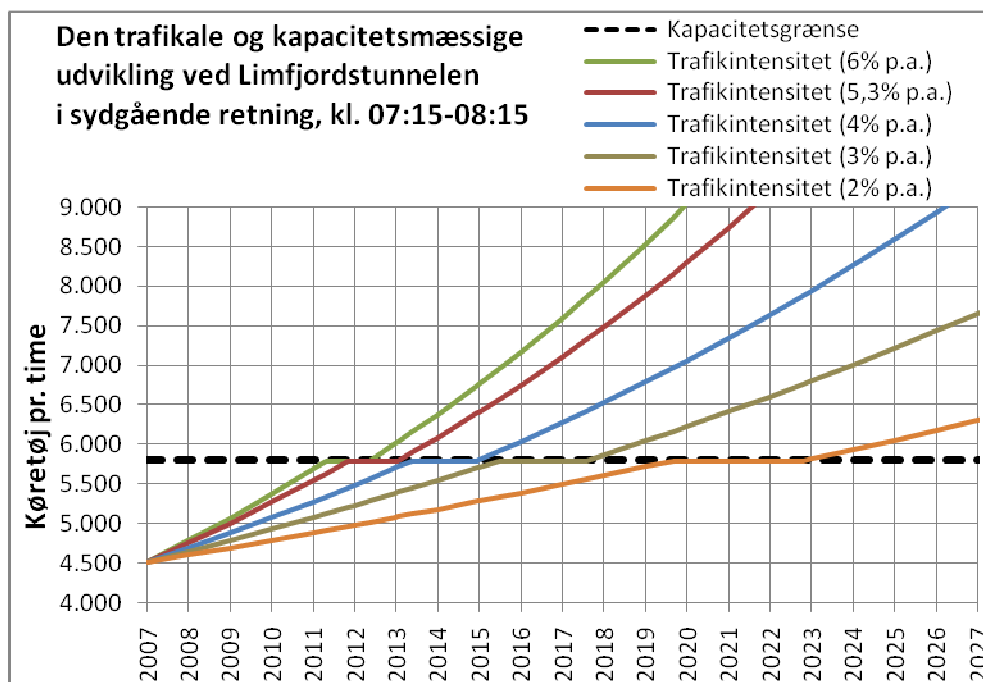
En udbygning af motorvejsnettet kunne omfatte rampedosering på de nordvendte ramper frem mod Limfjordstunnelen. Dette vurderes i nærværende projekt, at have en positiv effekt på op til 3% på kapaciteten i de nordgående spor. Dette vil medvirke til at kapacitetsgrænsen stiger til 6.600 ktj./time. En sammenfatning af de tidspunktet for kapacitetsudnyttelsen efter flytning af trafik fra spidstimen, samt ved en ekstra kapacitetsforbedring på 3% grundet implementering af rampedosering, fremgår af tabel 23.2. Hverken de forventede kapacitetsnedsættelser i forbindelse med etableringen af et tredje spor i nordgående retning eller rampedoseringsanlæggene er medregnet i de fremtidige situationer.

Tabel 23.2: Tidspunkterne for fuld kapacitetsudnyttelse i de nordgående spor ved Limfjordstunnelen.

Fremskrivningsfaktor	Kapacitet 6.400 ktj./time Efter flytning af 10% i spidstimen	Kapacitet 6.600 ktj./time Efter implementering af rampedosering
2% p.a.	primo 2035	ultimo 2036
3% p.a.	ultimo 2025	primo 2027
4% p.a.	primo 2021	primo 2022
5,3% p.a.	ultimo 2017	medio 2018
6% p.a.	medio 2016	primo 2017

23.3 **Fremtidige trafiksituationer i den sydgående retning**

Kapaciteten i det sydgående er ved en trafiksimulering bestemt til 4.700 ktj./time. Denne kapacitetsgrænse er ikke nået endnu i år 2009. Men allerede i 2011 vil den mest progressive trafikstigning på 6% p.a. få trafikintensiteten til at overstige kapacitetsgrænsen, jf. figur 23.2 eller *Bilag H: Udviklingen ved Limfjordstunnelen*.



Figur 23.2: Udviklingen i trafikintensiteten i sydgående retning i spidstimen kl. 07:15-08:15 ved forskellige fremskrivningsfaktorer. Stagnationen i trafikintensiteten skyldes den mulige reducereing på 6% af trafikken i spidstimen. Denne stagnation er figurativt placeret ved kapacitetsgrænsen.

De resterende fremskrivningsfaktorer giver et billede af at kapaciteten i sydgående retning snart er opbrugt, såfremt der ikke foretages kapacitetsforbedrende eller trafikintensitetssænkende tiltag. Kapacitetsgrænsen på 5.800 ktj./time overskrides af trafikintensiteten i perioden 2011-2019 ved fremskrivningsfaktorer mellem 2% og 6% p.a. i myldretiden, jf. tabel 23.3.

Tabel 23.3: Årene, hvor kapacitetsgrænsen i sydgående retning nås ved forskellige fremskrivningsfaktorer i spidstimen.

Fremskrivnings-faktor	2% p.a.	3% p.a.	4% p.a.	5,3% p.a.	6% p.a.
Kapacitet: 5.800 ktj./time	medio 2019	medio 2015	medio 2013	ultimo 2011	primo 2011

Analysen af besvarelserne til spørgeskemaundersøgelsen viser, at det er muligt at fjerne 6% af trafikken i spidstimen. Denne sænkning af trafikintensiteten ses på figur 23.2 som en stagnation i trafikintensiteten ved fuld udnyttelse af kapaciteten i den periode, det vil tage de forskellige fremskrivningsfaktorer, at indhente de 6% igen.

Som i tilfældet for den nordgående retningskapacitet, vurderes det i nærværende projekt, at rampedosering på tilkørselsramperne i sydgående retning vil have en positiv effekt på op til 3% på kapaciteten. Dette vil medføre en kapacitetsstigning på knap 200ktj./time, hvilket hæver kapacitetsgrænsen til 6.000 ktj./time i sydgående retning.

Rampedoseringernes kapacitetsforbedring og fjernelsen af trafikken i spidstimen vil forlænge perioden inden de sydgående spors fulde kapacitet er opnået, jf. tabel 23.4. I lighed med situationen i den nordgående retning tages der ikke højde for eventuelle kapacitetsnedsættelser i forbindelse med anlæggelse af rampedoseringsanlæg.

Tabel 23.4: Tidspunkterne for fuld kapacitetsudnyttelse i de sydgående spor ved Limfjordstunnelen.

Fremskrivningsfaktor	Kapacitet 5.800 ktj./time Efter flytning af 6% i spidstimen	Kapacitet 6.000 ktj./time Efter implementering af rampedosering
2% p.a.	ultimo 2022	medio 2024
3% p.a.	medio 2017	medio 2018
4% p.a.	ultimo 2014	ultimo 2015
5,3% p.a.	primo 2013	ultimo 2013
6% p.a.	medio 2012	primo 2013

23.4 **Sammenfatning af kapacitetsudnyttelsen**

Begge kørselsretninger på Motorvej E45 kan med udbygninger og investeringer forlænge perioden inden den endelige beslutning om en endelig udbygning af motorvejsnettet ved Aalborg tages.

De sydgående spor belastet af en højere trafikintensitet i sin spidstime end de nordgående spor i deres. Samtidig er kapacitetsgrænsen ca. 10% lavere i sydgående retning. Derfor sker der en fuld udnyttelse i de sydgående spor inden, det - på sigt - sker i de nordgående. De nordgående står overfor de mest presserende problemer med trafikken, da kapacitetsforbedringen med et tredje spor ikke etableres i tide ved fire ud af fem trafikudviklinger, jf. figur 23.1.

Med den mest progressive trafikstigning på 6% sker, der en fuld udnyttelse af kapaciteten i det nord- og sydgående spor i hhv. år 2017 og 2013. Den mindste trafikstigning giver et andet billede med kapacitetsudnyttelse i nord- og sydgående retning i hhv. år 2036 og 2024.

Den endelige udnyttelse af de to kørselsretninger fremgår af tabel 23.5

Tabel 23.5: Den endelige udnyttelse af kapaciteten efter kapacitetsforbedringer og sænkning af trafikintensiteten i spidstimen for to kørselsretninger

Fremskrivnings- faktor	Nordgående retning kapacitet 6.600 ktj./time	Sydgående retning kapacitet 6.000 ktj./time
2% p.a.	ultimo 2036	medio 2024
3% p.a.	primo 2027	medio 2018
4% p.a.	primo 2022	ultimo 2015
5,3% p.a.	medio 2018	ultimo 2013
6% p.a.	medio 2017	primo 2013

DEL

VII

Rapporten afsluttes med en perspektivering og konklusion over resultaterne fra analysen af spørgeskemaundersøgelsen, simuleringerne af kapaciteten ved Limfjordstunnelen og de mulige ændringer i trafikintensiteten.

Perspektivering og konklusion

2 4 P e r s p e k t i v e r i n g

Gennem nærværende projekt er der blevet afdækket flere forskellige problemstillinger, der bør arbejdes videre med i forlængelse af dette projekt. Dette omfatter optimering af de nuværende systemer, nærmere undersøgelse af tilgængelige trafikdataene, der bliver indsamlet omkring Limfjordstunnelen, økonomien i forbindelse implementeringen af forskellige ITS-teknologier, samt hvornår en ny forbindelse over fjorden skal stå klar, hvis trafikken fortsat i fremtiden skal kunne afvikles på en acceptabel vis i Aalborg.

Trafikdata og det nuværende system

Trafikdataene, der er blevet arbejdet med igennem projektet, har været behæftet med en del usikkerheder, da de har afvejet meget fra hinanden. Data fra Vejdirektoratet, Quo Vadis og videodetekteringssystemet viser alle forskellige trafiktal. Det trafikale billede ved Limfjordstunnelen vil forblive uklart så længe, det ikke vides hvilke trafikdata, der beskriver den virkelige situation ved tunnelen.

Dataene fra Quo Vadis bruges i sin nuværende form til at lede trafikken omkring tunnelen og informere trafikanterne om trafiksituationen på internettet. Data som indsamles via dette system virker til at være behæftet med store fejl, hvilket en simpelt manuel trafiktælling, der er udført i forbindelse med projektet, bekræfter. Desuden tyder meget på, at middelhastighederne, som måles af spolerne fra Quo Vadis er for høje, dog uden at dette er undersøgt nærmere. Hvis situationen ved Limfjordstunnelen er som hastighedsmålingerne fra Quo Vadis-spolerne viser, sker der meget store hastighedsoverskridelser i og omkring myldretiden på E45, og det bør overvejes at implementere en strækningsbaseret hastighedskontrol, der kan hjælpe til at reducere dette.

Hvis tilfældet er, at spolerne fra Quo Vadis måler forkert, kunne dette være årsagen til situationerne med forkerte hastighedsbegrænsninger i forhold til den trafikale situation. Der bør derfor udføres en undersøgelse af spolernes målinger, for er disse behæftet med alvorlige fejl på både hastigheds- og trafikmålingerne, kan det diskuteres om de i realiteten kan lede trafikken på en så kompliceret og trængselsplaget strækning som Motorvej E45 ved Aalborg.

ITS-løsninger

I forbindelse med de forskellige ITS-løsninger, der foreslås i rapporten, kræver alle disse også en nærmere analyse af økonomien i projekterne, specielt omkring rampedoseringsanlæggene og SMS-servicen, som foreslås.

For rampedoseringsanlæggene vil det være nødvendigt at undersøge, om de eksisterende ramper er lange nok til systemet, eller om disse skal forlænges for at have plads til køretøjer, der venter på at blive lukket ud på motorvejen. En yderligere undersøgelse af trafikken omkring tilkørselsramperne på E45 vil kunne give et bedre estimat på den lokale trafikforbedring ved implementering af en eller flere rampedoseringsanlæg.

Også teknologien bag en SMS-service skal undersøges, samtidig med at de mest relevante oplysninger til påvirkning af bilisternes adfærd skal klarlægges. Desuden skal der være et firma, der er villig til at stå for systemet. Dette kunne både være et offentligt eller et privat, da en stor andel også er villig til at betale for servicen. En mere omfattende spørgeskemaundersøgelse vil kunne belyse yderligere incitamenter for at udvikle og drive et sådan informationssystem.

Angående den foreslåede strækningsbaserede hastighedskontrol ved Limfjordstunnelen, kræver denne ligeledes en nærmere undersøgelse om, hvordan et sådant kamerasystem skal implementeres sammen med de øvrige systemer, der findes på strækningen. Dette kunne i samme ombæring være en mulighed, at udvide og opgradere det nuværende trafikinformationssystem ved Limfjordstunnelen til også at styre og vejlede trafikken væk fra tunnelen.

Beregning af kapacitet

Ved beregningen af kapaciteten i VISSIM blev den faktiske trafikfordeling gennem spidstimen benyttet. Trafiksimuleringerne tyder på, at programmet har problemer med at simulere trafik, der fletter sammen og skifter vognbane. I dette projekt burde VISSIM måske derfor være suppleret med kapacitetsberegninger udført vha. f.eks. Highway Capacity Manual (HCM).

Den trafikale udvikling

Det er på tide, at der tages en beslutning om, hvilken løsning, der skal etableres som den 3. Limfjordsforbindelse. Nærværende rapport viser, at kapaciteten i nordgående retning er fuldt udnyttet i perioden mellem år 2014-2029 alt efter hvilken stigning (2-6% p.a.), spidstimetrafikken vil følge de kommende år. For den sydgående retning opbruges kapaciteten i perioden 2011-2019. Disse perioder kan for-

længes for den nordgående retning med 2-6 år, mens værdien bliver 1-3 år for den sydgående retning - igen afhængigt af den trafikale stigning - ved at påvirke trafikkanterne i spidstimen i hhv. morgen- og eftermiddagstimerne til at ændre rejsetidspunkterne væk fra spidstimen.

Hvilke tiltag, der reelt vil realisere trafikanternes villighed til at ændre adfærd, kræver en større undersøgelse, dog viser dette projekts analyse af en mindre spørgeskemaundersøgelses besvarelser, at der forefindes en villighed blandt bilisterne i tunnelen til at ændre rejsetidspunkt på 6% og 10% i hhv. morgen- og eftermiddagsspidstimen. Disse bilister er alle villige til at ændre deres rejsetidspunkt med mere end en halv time.

Når VVM-redegørelsen bliver færdiggjort, bør der snarest muligt tages en beslutning, således at de videre processer kan gå i gang. Det vil være mest optimalt, hvis åbningen af denne nye forbindelse blev klar, inden kapaciteten i tunnelen er opbrugt. Dette vil kræve en præcis analyse af kapaciteten samt mere pålidelig data med trafikintensiteten og -fordelingen. Derfor bør der f.eks. foretages en nummerpladeundersøgelse for at beskrive trafikken omkring Limfjordstunnelen.

Spørgeskemaundersøgelse

Metoden, der benyttes i nærværende projekt, til bestemmelse af bilisternes adfærd mht. rejsetidspunkt omfattede en spørgeskemaundersøgelse blandt medarbejdere ved virksomheder i Aalborg Øst. Medarbejderne, der medvirkede, er alle bosat nord for Limfjorden og benytter Limfjordstunnelen i deres daglige kørsel til og fra arbejde.

Mængden af respondenter nåede ikke en størrelse, der gør det muligt at konkludere på alle forhold, der blev efterspurgt i undersøgelsen. Men den viste nogle tendenser. Respondentgruppen var i spørgeskemaundersøgelsen koncentreret omkring arbejdspladser i Aalborg Øst og derfor ikke nødvendigvis et dækkende billede for alle arbejdspladser i Aalborg. Samtidig blev spørgeskemaet modtaget af en stor andel respondenter med flextid. Dette forhold efterstratificeres i analysen. Desuden efterstratificeres respondenternes besvarelser efter deres bopæl, således andelen i fem valgte zoner stemmer overens med en til nærværende projekt tilgængelig trafikmodel.

En mere omfattende spørgeskemaundersøgelse til flere områder i Aalborg samt en bredere og større respondentgruppe vil give et mere nuanceret billede af bilisterne i spidstimerne i Limfjordstunnelen, og flere forhold vil kunne beskrives yderligere. Det kunne forhold omkring valg af transportmiddel og incitament for at skifte. Disse forhold er blevet udeladt i nærværende projekts analyse af besvarelserne til

spørgeskemaundersøgelsen, da svarene var for få og blev spredt ud over for mange svarmuligheder.

2 5 K o n k l u s i o n

Kapitlet indeholder en sammenfattende konklusion af de forskellige dele i projektet
”Optimering af infrastrukturen ved Limfjordstunnelen”

Den nuværende situation

Ved gennemgangen af den nuværende situation og det nuværende udstyr i og ved Limfjordstunnelen er der fundet nogle forhold, som projektgruppen mener, kan forbedres. Dette drejer sig om brugen af de variable hastighedstavler, samt en problematik ved at det er politiet, der skal styre trafikken fra politigården inde i Aalborg.

De variable hastighedstavler virker ikke til at være hurtige nok til at regulere den skilte hastighed op igen, efter f.eks. en kø er afviklet. Systemet skifter først til en hastighedsbegrænsning på 90km/t, når middelhastigheden på motorvejen igen er langt over de 50km/t, der skiltes med i køsituationerne ved tunnelen. Derved mister trafikanterne respekten for hastighedstavlerne, der efterlader et indtryk hos bilisterne af ikke at passer til trafikforholdene, hvilket ikke er hensigtsmæssigt.

Samtidig viser hastighedsmålingerne fra dataene til Quo Vadis, at der sker store hastighedsoverskridelser på motorvejen i begge kørselsretninger. Middelhastighederne i det yderste spor i nordgående retning ligger på op til 120km/t ved en hastighedsbegrænsning på 90km/t. Dette kunne tyde på at hastighedsmålingerne er behæftet med nogle usikkerheder. Samtidig viser manuelle tællinger, at trafikintensiteten ikke registreres korrekt, men at Quo Vadis-spolerne måler for lidt, hvilket ligeledes kan tyde på at systemet trænger til et større eftersyn og eventuelt en opdatering.

Det vurderes, at trafikken kan styres bedre, hvis det er en fastansat ved Limfjordstunnelen, der sidder og overvåger trafikken og kan tage stilling til de forskellige alarmer, som aktiveres i løbet af døgnet. Han vil således også kunne supplere de automatiske systemer med vurderinger af, hvornår hastighedsbegrænsningen skal skiltes op igen efter en situation med kø.

Andre tunnelsystemer i Europa har et permanent beredskab til fjernelse af forulykkede køretøjer, således at trafikken på vejnettet hurtigst muligt kan blive normaliseret. Dette kunne være en løsning til at forbedre forholdene for trafikanterne på E45 ved Aalborg, når der sker uheld på strækningen.

Litteraturstudiet

Gennem litteraturstudiet af forskellige ITS-teknologier, som kan være relevante at implementere ved Limfjordstunnelen, er der fundet frem til fire tiltag, som vurderes at vil kunne forbedre trafiksituationen i forhold til situationen i dag. Et af forslagene er en udvidelse af området med de variable hastigheds- og informationstavler, samt en udskiftning af de eksisterende, således at disse i fremtiden vil være i stand til at vise 110km/t. I dag kan de højest vise 90km/t, hvilket er lavt i de perioder, hvor der ikke er ret meget trafik ved tunnelen. På strækningen væk fra tunnelen er der allerede i dag i sydgående retning en hastighedsbegrænsning på 110km/t.

De øvrige forslag til ITS-løsninger omfatter rampedosering, formidling af trafikinformation via SMS-service og hastighedskontrol på motorvejen, således at bilisterne i større grad overholder de variable hastighedsbegrænsninger. De faktorer, der påvirkes af løsningerne er trafikafviklingen, trafiksikkerhed, rejsetid og kapacitet. For de tre første parametre er det svært at give et bud på størrelsen af forbedringen, da det er meget forskelligt fra lokalitet til lokalitet, og desuden virker flere af tiltagene på de samme faktorer. Ens for alle løsningerne er dog, at de har givet trafikale forbedringer rundt omkring i Europa og USA. Kapaciteten påvirkes kun af rampedoseringsanlægget, for hvilke effekten vurderes til at være mellem 0-3% større kapacitet ved Limfjordstunnelen. Tilkørslerne ved Aalborg ligger med kort afstand til hinanden og har stor indvirkning på trafikafviklingen på motorvejen i myldretiden.

Både rampedosering og hastighedskontrol medvirker til en større trafiksikkerhed, samtidig med at fremkommeligheden forbedres på vejnettet, men også for fremkommeligheden. I dag er det ofte i situationer med hændelser ved Limfjordstunnelen, at trafikken bryder sammen. Disse situationer vil derfor blive færre, hvilket vil give mere regelmæssige rejsetider.

Spørgeskemaundersøgelse

Projektgruppen har udført en spørgeskemaundersøgelse, omhandlende trafikanternes fleksibilitet og interesse for at modtage informationer om trafiksituationen i Limfjordstunnelen. Undersøgelsen omfattede bilister, der kører syd på gennem Limfjordstunnelen om morgenen og nord på om eftermiddagen, og blev udført blandt virksomheder i Aalborg Øst.

Undersøgelsen viser, at der er et potentiale for at flytte trafikken væk fra perioderne med størst trængsel. Om morgenen mellem kl. 07:15 og kl. 08:15 viser undersøgelsen, at det er muligt at flytte ca. 6% af bilisterne, der kører gennem Limfjordstunnelen i sydgående retning, med mindst en halv time, og ca. 10% ligeså om eftermiddagen i nordgående retning mellem kl. 15:00 og kl. 16:00. Denne andel vil kunne påvirke trafikafviklingen i en positiv retning og afhjælpe en del af trængselsproblemerne, der vil komme i fremtiden. Det er ikke undersøgt i nærværende projekt, hvorfor andelene endnu ikke har flyttet deres rejsetidspunkt væk fra spidstimen om morgenen eller eftermiddagen. Dette kunne tyde på, at bilisterne endnu ikke føler, at den trafikale situation er uacceptabelt i myldretiden.

Spørgeskemaundersøgelsen viser, at bilisterne er meget interesseret i at modtage informationer omkring trafiksituationen i tunnelen. Her er ca. 80% interesseret i at modtage informationer via en SMS-service, så de enten kan ændre deres rute i forhold til informationerne eller vælge at udskyde tidspunktet, de havde tænkt sig at krydse fjorden. 46% af bilisterne, som er interesseret i SMS-servicen, er også villige til at betale for at modtage disse informationer. Det kunne derfor være et interessant område at undersøge nærmere, for f.eks. Vejdirektoratet eller en privat virksomhed.

Den store interesse blandt bilisterne tyder på, at mange overvejer, at ændre deres adfærd, men mangler de rette oplysninger om den trafikale situation og daglige udvikling, for at deres rejsetid til og fra arbejde kan forbedres.

Kapacitetsanalyse

I forbindelse med undersøgelsen af, hvor længe det er muligt at holde trafikmængden i Limfjordstunnelen under kapacitetsgrænsen, er der udført trafiksimuleringer i VISSIM. Trafikfordelingen over den undersøgte spidstime stammer fra Quo Vadis.

I morgentimerne er kapaciteten fundet i sydgående retning ved at benytte trafikfordelingen fra 07:20 til 08:20. Denne beregning viser, at kapaciteten ligger på 5.800 ktj./time. Simuleringerne viser, at de to tilkørsler, Nørresundbygrenen og Forbindelsesvejen bestemmer kapacitetsgrænsen, idet der kommer store trafikmængde herfra samtidig med at afstanden mellem dem er kort.

Om eftermiddagen er kapaciteten fundet i den nordgående retning ved at bruge trafikfordelingen fra kl. 14:55 til kl. 15:55. Denne viser, at kapaciteten er på ca. 4.700 ktj. pr. time i den nuværende situation med to spor nord for Limfjordstunnelen. Her er det sammenfletningen fra tre til to spor, der er afgørende for kapacitetsgrænsen. Efter etableringen af de tredje spor nord for tunnelen i 2012, stiger kapaciteten af trafiksystemet omkring tunnelen til 6.400 ktj./time. I dette tilfælde er det

Kridtsvinget, som sætter grænsen for, hvor mange køretøjer, der kan ledes gennem Limfjordstunnelen.

Den fundne kapacitet ved Limfjordstunnelen er lavere end kapaciteten, som er fundet ud fra Highway Capacity Manual (HCM2000), hvilket kan skyldes, at der i VISSIM-modellen bruges en trafikfordelingen fra Quo Vadis-dataene til at finde kapaciteten. Samtidig vurderes det, at problemerne med vognbaneskift og flette-manøvrerne også har påvirket det endelige resultat. Ved disse manøvrer går trafikken ofte i stå i tæt trafik, fordi bilisterne bremser ned eller stopper for at skifte vognbane og ikke tildeles plads til at foretage vognbaneskiftet.

Den fundne trafikintensitet på 10%, som kan flyttes ud af spidstimen i nordgående retning, og kapaciteten er efterfølgende blevet brugt til at komme med nogle estimater på, hvornår kapaciteten er opbrugt i Limfjordstunnelen. Tidspunktet, for hvornår kapaciteten er opbrugt i nordgående retning i perioden år 2014-2029 for en fremskrivningsfaktor på 2%-6% p.a. En flytning af 10% i spidstimen vil forlænge levetiden for kapaciteten med yderligere to til seks år for den nordgående retning.

Kapaciteten for den sydgående retning opbruges hurtigere end i den nordgående. Allerede i perioden 2011-2019 for en fremskrivningsfaktor på 2-6% p.a. For trafikken i den sydgående retning er det muligt at fjerne 6% af trafikken fra spidstimen om morgenen. Dette vil resultere i en forlængelse af levetiden på ét til tre år.

Ved en implementering af rampedosering vurderes det, at kapaciteten kan forbedres med op til 3% i begge retninger, hvorfor den fulde kapacitet vurderes opbrugt i perioden år 2017-2036 for nordgående retning og i perioden år 2013-2024 for sydgående retning.

Resultaterne tyder på, at tidspunktet, hvormed kapacitetsgrænsen er opbrugt, afhænger mere af den fremtidige trafikstigning end den eksakte kapacitetsgrænse. Derfor kan præcise estimater på trafikfremskrivningen være mere afgørende for de fremtidige beslutninger omkring vejnettet i Aalborg, end hvilken grænse kapacitet reelt antager.

DEL

VIII

Litteraturlisten omfatter al litteratur, der er blevet benyttet til denne rapport. Litteraturlisten er delt op efter forskellige medier hhv. tidsskrifter, bøger og rapporter samt internetsider.

Desuden anvises til tilgængelige litteratur, der er medlagt på Bilags-CD'en.

Litteraturliste

2⁶ Litteraturliste

TIDSSKRIFTARTIKLER

[Dansk Vejtidskrift, 1968]

Kirkegård, Christian, 1968, 'Foredrag i anledning af amtsvejingeniørforeningens årsmøde den 13. maj 1968 i Aalborg', *Dansk Vejtidskrift*, årgang 1968, nr. 12, s. 232-235

[Dansk Vejtidskrift, 1994a]

Studstrup, Frank, 1994, 'Limfjordsforbindelserne ved Aalborg', *Dansk Vejtidskrift*, årgang 1994, nr. 6/7, s. 30-35

[Dansk Vejtidskrift, 1994b]

Milner, Per, 1994, 'Fra 1936 til 1994 – træk fra motorvejens historie', *Dansk Vejtidskrift*, årgang 1994, nr. 6/7, s. 3-5

[Dansk Vejtidskrift, 1994c]

Jensen, Lone, 1994, 'Quo Vadis – dynamisk trafikinformation', *Dansk Vejtidskrift*, årgang 1994, nr. 6/7, s.17-18

[Dansk Vejtidskrift, 1996]

Rygaard, Rikke og Colding, Steffen, 1996, 'Hastighedsregulering ved Limfjords-tunnelen', *Dansk Vejtidskrift*, årgang 1996, nr. 3, s. 14-15

[Dansk Vejtidskrift, 2004]

Holst, Jørgen og Bak, Henrik, 2004, 'Automatisk hændelsesdetektering i Limfjordstunnelen', *Dansk Vejtidskrift*, årgang 2004, nr. 9, s. 25-27

BØGER OG RAPPORTER

[Boolsen, 2008]

Boolsen, Merete Watt, 2008, *Spørgeskemaundersøgelser fra konstruktion af spørgsmål til analyse af svarene*, 1. udg., Hans Reitzel, København, ISBN: 978-87-412-5143-1

[Aalborg Kommune, 2005]

Aalborg Kommune, 2005, *Trafikledelse i Aalborg området - Trafikledelse i anlægsfasen for 3. sydgående spor på E45 samt oplæg til strategi for fremtidig ruteinformation, Delrapport 1*

[Jørgensen, 2001]

Jørgensen, Steffen Elmer, 2001, *Fra chausséen til motorvej – Det overordnede danske vejnets udvikling fra 1761*, Odense Universitetsforlag, Odense, ISBN: 87-7838-520-2

[Larsen, Lindholm, Lahrmann, 2004]

Larsen, Torben, Lindholm, Rasmus, Lahrmann, Harry, 2004, *Statusrapport for ITS*, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning - Trafikforskningsgruppen, Aalborg, ISBN: 87-90893-57-3

[Nordjyllands Amt et al., 2003]

Nordjyllands Amt, Vejdirektoratet & Aalborg Kommune, 2003, *3. Limfjordsforbindelse - VVM-Sammenfatning, Landskabsvurderinger, Scenarier*, Specialtrykkeriet, Viborg, ISBN: 87-7775-491-3

[Vejdirektoratet, 1990]

Vejdirektoratet, 1990, *Motorveje i Vendsyssel*, ISBN: 87-7491-3263

[Vejdirektoratet, 1996]

Vejdirektoratet, 1996, rapport 46, *Quo Vadis – Evaluering*, ISBN: 87-7491-719-6

[Vejdirektoratet, 1999]

Vejdirektoratet, 1999, rapport 191, *Trafikledelsessystemer - udvalgte europa-eksempler*, ISBN: 87-7923-006-7

[Vejdirektoratet, 2001]

Vejdirektoratet, 2001, rapport 220, *Håndbog i trafiksikkerhedsberegninger - brug af uheldsmodeller og andre vurderingsmetoder*, ISBN: 87-7923-124-1

[Vejdirektoratet, 2008]

Vejdirektoratet i samarbejde med Aalborg Kommune, Nordjyllands Politi, COWI og ÅF-Hansen & Henneberg, 2008, *Trafikledelse i Aalborg-området – Beslutningsoplæg*

INTERNETSIDER

[aalborgkommune.dk, 2000]

Aalborg Kommune, Nordjyllands Amt og Trafikministeriet under navnet Infrastrukturudvalget, 2000, *Udviklingen af infrastrukturen i Aalborg-området*
<http://www.aalborgkommune.dk/NR/rdonlyres/E43E2BFE-D3F4-4105-999F-3E4944E9D5AB/5752/infrastr.pdf>

Set d. 11. marts 2009

[aalborgkommune.dk, 2005]

Aalborg Kommune og Nordjyllands Amt, 2005, *Vejudbygningsplan for Aalborg-området 2005-2016 - Baggrundsrapport*

<http://www.aalborgkommune.dk/NR/rdonlyres/5654A66A-F42A-40DB-BA7C-C9DA5411E692/19582/BaggrundsrapportSCREEN20070622.pdf>

Set d. 11. maj 2009

[aatrust.com, 2000]

AA Motering Trust, men nu The Institute of Advanced Moterist, 2000, *Tunnel test 2000 Safty of Road Tunnels in Europe*

<http://www.iam.org.uk/OneStopCMS/Core/CrawlerResourceServer.aspx?resource=7d2b92999013449da5a4afb393c44223&mode=link&guid=a20d8e9570844535afb60a9b90ebe590>

Set d. 20. marts 2009

[easyway-its.eu, 2004]

EasyWay – Projekt støttet af Europa-Kommisionen, 2004, *UK- M8 Motorway Ramp Metering (TABASCO project)*, [http://www.easyway-its.eu/1/index.php?](http://www.easyway-its.eu/1/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=368&Itemid=103)

[option=com_docman&task=doc_download&gid=368&Itemid=103](http://www.easyway-its.eu/1/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=368&Itemid=103)

Set d. 23. april 2009

[easyway-its.eu, 2006]

EasyWay – Projekt støttet af Europa-Kommisionen, 2006, *M25 Controlled Motorway – Summary Report*, http://www.easyway-its.eu/1/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=358&Itemid=103

Set d. 3. maj 2009

[dft.gov.uk, 2000]

Faber, Oscar, 2000, *UTMC05a Performance Indicators First Project Report – Review of ITS Applications, Evaluation Procedures and Benefits*, Urban Traffic Management & Control Development Group (UDG) – Department for Transport <http://www.dft.gov.uk/adobepdf/165240/244921/326557/327187/utmc05a.pdf>

Set d. 28. april 2009

[dft.dot.gov, 2004]

PA Consulting Group & University College London, 2004, *The national safety camera programme - Three-year evaluation report* http://www.dft.gov.uk/pgr/roadsafety/speedmanagement/nscp/nscp/coll_thenationalafetycameraprogram/ationalafetycameraprogram4600.pdf

Set d. 11. maj 2009

[elmore.ie, 2009]

Elmore Group, 2009, *MS3* <http://www.elmore.ie/content.asp?contentID=147>

Set d. 19. maj 2009

[its.dot.gov, 2000]

Minnesota Department of Transportation, 2000, *Twin Cities Ramp Meter Evaluation* http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov/JPODOCS/REPTS_TE/13425.pdf

Set d. 21 april

[its.leeds.ac.uk, 2000]

University of Leeds, 2000, *SMARTTEST Final Report for Publication* <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smarttest/finrep.PDF>

Set d. 17. april 2009

[itsdanmark.dk, 2006]

Clausen, Niels Ulrich, 2006, *ITS i Aalborg Kommune*, Aalborg Kommune
http://www.itsdanmark.dk/site/filer/Netvaerksarrangementer/2006/ITS-strategi_AalborgKommune.pdf
Set d. 11. marts 2009

[itstoolkit.co.uk, 2006]

Department for Transport, 2006, *Broadcast Congestion Information*
<http://www.itstoolkit.co.uk/itstoolkit/Tools/T24.php#>
Set d. 23. april 2009

[itstoolkit.co.uk, 2008a]

Department for Transport, 2008, *Ramp Metering*
<http://www.itstoolkit.co.uk/itstoolkit/Tools/T33.php#>
Set d. 22. april 2009

[itstoolkit.co.uk, 2008b]

Department for Transport, 2008, *Variable Message Signs*
<http://www.itstoolkit.co.uk/itstoolkit/Tools/T25.php#>
Set d. 23. april 2009

[itstoolkit.co.uk, 2009]

Department for Transport, 2009, *M25 Controlled Motorway*
<http://www.itstoolkit.co.uk/itstoolkit/CaseStudies/m25controlledmotorway.htm>
Set d. 28. April 2009

[ltrc.lsu.edu, 2002]

Louisiana Transportation Research Center, 2002, *Evaluation of Intelligent Transport Systems in The Netherlands*
http://www.ltrc.lsu.edu/TRB_82/TRB2003-000237.pdf
Set d. 14. april 2009

[nordiclink.org, 2000]

Nordjyllands Amtkommune og Vestagder Fylkeskommune, 2002, *Nordic Link*
http://www.nordiclink.org/Info/folder-dk/NLbroch_dk_saml.pdf
Set d. 28. April 2009

[trafikken.dk, 2009]

Vejdirektoratet, 2009, *Trafikken.dk*

www.trafikken.dk

Set d. 7. maj 2009

[trafficmaster.co.uk, 2009]

Trafficmaster, 2009, *Traffic Alarm*,

<http://www.trafficmaster.co.uk/live-services/traffic-alarm.php>

Set d. 20. april 2009

[traffictv.co.uk, 2009]

Trafficmaster, 2009, *Traffic TV*,

<http://www.traffictv.co.uk/aboutmore.aspx>

Set d. 22. april 2009

[trg.soton.ac.uk, 1999]

Transportation Research Group - University of Southampton, 1999, *Deployment of Interurban ATT Test Scenarios: Evaluation of ATT system-scenario deployment options*

<http://www.trg.soton.ac.uk/diats/D17.pdf>

Set d. 28. april 2009

[trm.dk, 2008]

Transportministeriet, 2008, *Bæredygtig transport – bedre infrastruktur*

http://www.trm.dk/graphics/Synkron-Library/trafikministeriet/Publikationer/2008/B%E6redygtig%20transport/TRM_Infrastruktur_web.pdf

Set d. 5. marts 2009

[vejdirektoratet.dk, 2001]

Vejdirektoratet, 2001, *Rampedosering på motorveje*

<http://www.vejdirektoratet.dk/publikationer.asp?page=document&objno=9082>

Set d. 14. april 2009

[vejdirektoratet.dk, 2002]

Vejdirektoratet, 2002, rapport 268, *Personer pr. personbil*

<http://www.vejdirektoratet.dk/pdf/persbil.pdf>

Set d. 11 maj 2009

[vejdirektoratet.dk, 2008a]

Rasmussen, Marianne Yde, 2008, 3. *Limfjordsforbindelse*, Vejdirektoratet
<http://www.vejdirektoratet.dk/dokumentniveau.asp?page=document&objno=74752>
Set d. 5. marts 2009

[vejdirektoratet.dk, 2008b]

Vejdirektoratet, 2008, rapport 340, *Statsvejnettet – Oversigt over tilstand og udvikling*
<http://www.vejdirektoratet.dk/publikationer/VDrapp340/pdf/rap340.pdf>
set d. 10. marts 2009

[vejdirektoratet.dk, 2009]

Vejdirektoratet, 2009, *Hastighedsbarometer*
<http://www.vejdirektoratet.dk/imageblob/image.asp?objno=85613>
Set. d. 4. juni 2009

[statistikbanken.dk, 2009]

Danmarks Statistik, 2009
<http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1680>
Set d. 18. marts 2009

[wikipedia.org, 2009]

Wikipedia, 2009, *Variable-message signs*
http://en.wikipedia.org/wiki/Variable_message_signs
Set d. 29. april 2009

DEL

IX

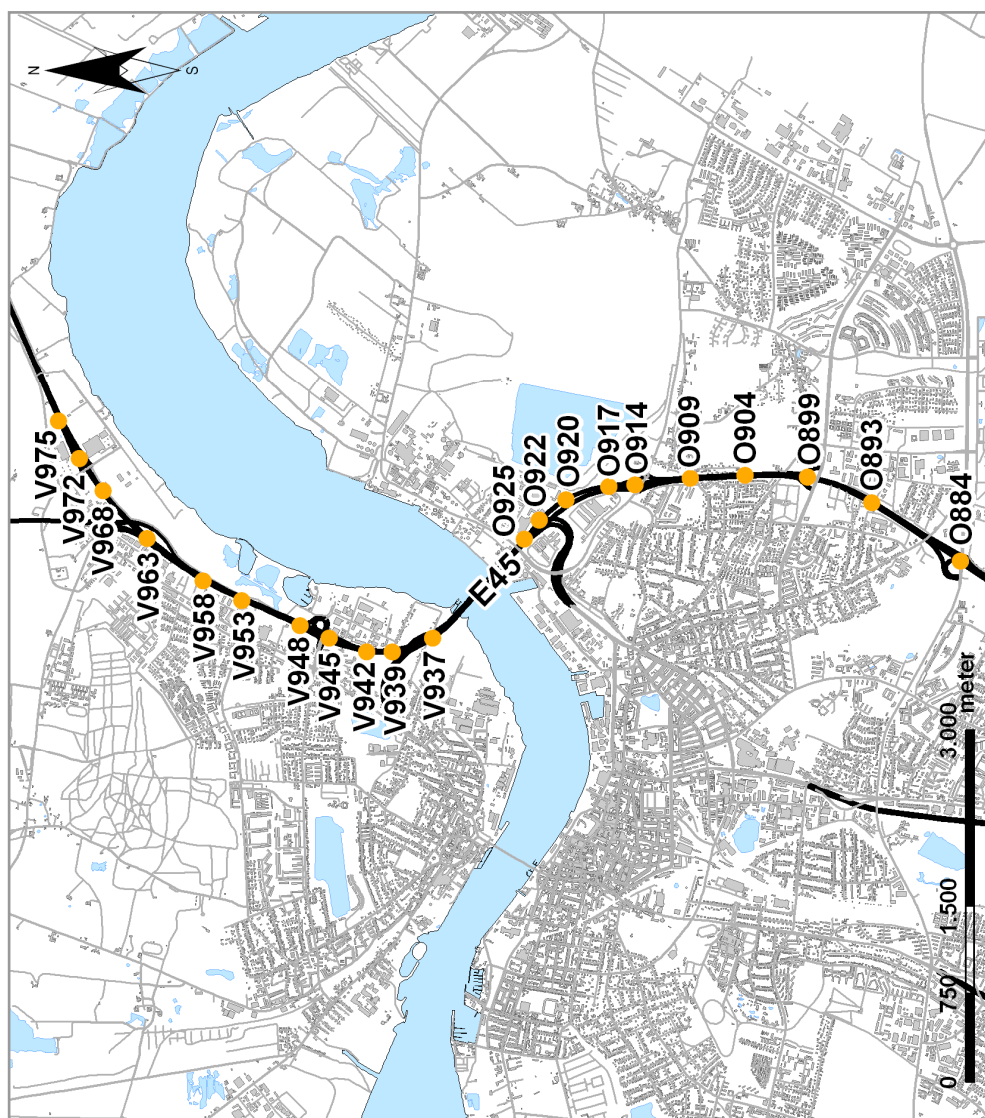
Bilagsrapporten indeholder de dele som ikke har plads i hovedrapporten.

Her indgår spørgeskema, besvarelserne fra respondenterne, div. kortmateriale og interview af taxachauffører.

Bilagsrapport

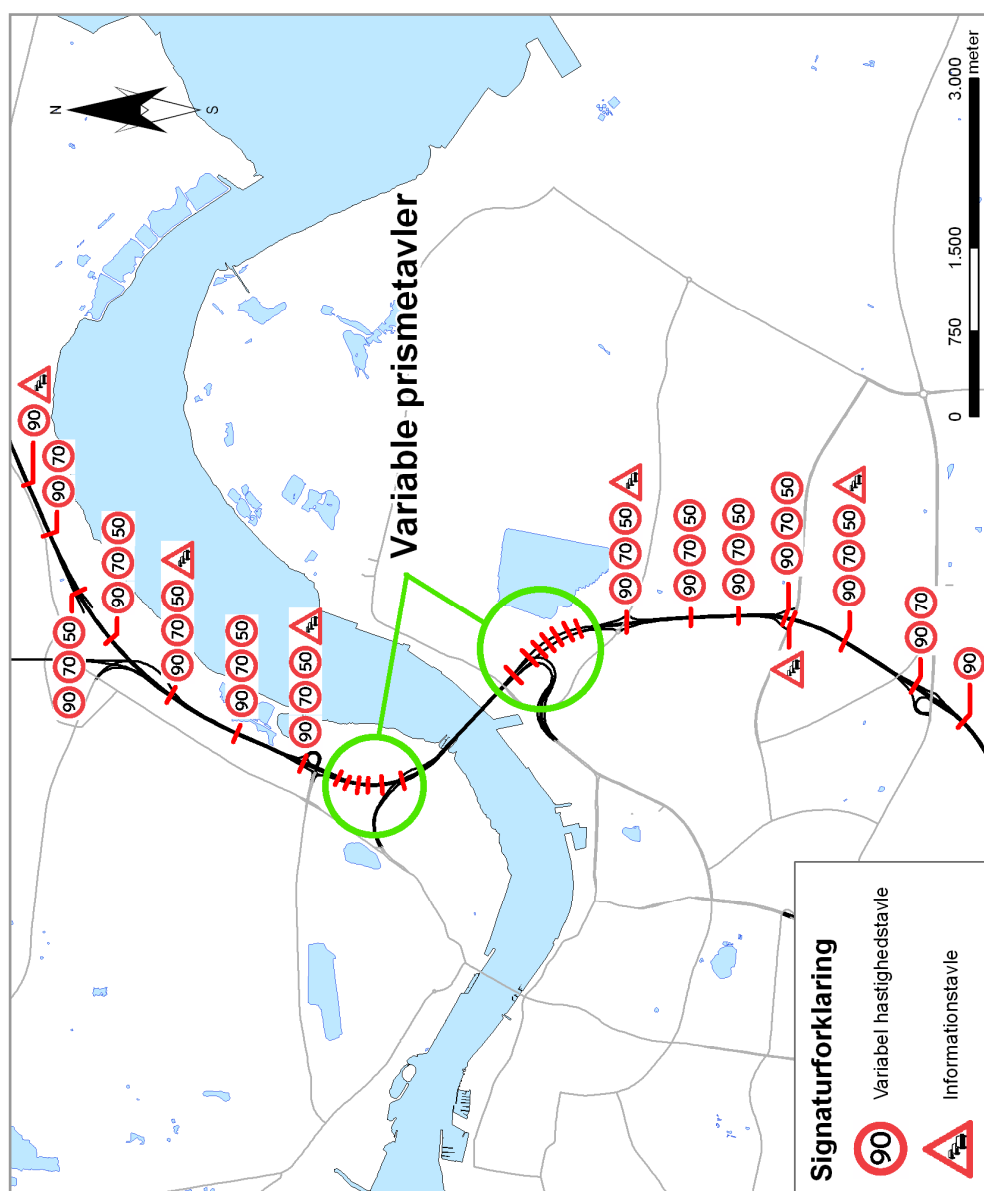
Bilag A: Placering af Quo Vadis-spolerne

Placering og nummerering af Quo Vadis-spolerne. Spolerne tilhørende det vestlige tunnelenrør og dets spor starter med V, mens spolerne tilhørende det østlige rør navngives med O.



Bilag B: Oversigtskort over variable tavler

De variable tavler omkring Limfjordstunnelen strækker sig over en længere strækning både nord og syd for fjorden, men i begge tilfælde kun frem mod tunnelen.



Bilag C: Interview af taxachauffører

I forbindelse med undersøgelsen af trafiksituationen i Limfjordstunnelen blev der lavet nogle korte interview af taxachauffører i Aalborg for at høre hvad de mente om trafiksituationen. Taxachaufførerne kører meget i løbet af dagen og forventes at have et godt indblik i trafikale situation i Aalborg.

Interview af taxachauffører

Inden spørgeskemaerne var udfærdiget blev flere taxachauffører interviewet i Aalborg. Formålet var at få nogle nye oplysninger, som kunne anvendes i spørgeskemaundersøgelsen. Det var forventet at de ville have en del viden om den almindelige trafikkant færden og hvordan de selv opfattede den trafikale situation i og omkring Limfjordstunnelen. Der blev interviewet 11 chauffører.

Alle på nær 1 af taxachaufførerne kørte ofte igennem Limfjordstunnelen både i myldretiden og resten af dagen. Den enkelte chauffør var meget kritisk for at køre igennem tunnelen og ville helst undgå dette, da der ofte var problemer dernede. Flere af dem kører ofte andre veje i myldretiden, men det kom også an på, hvor de kom fra, og hvad kunderne i taxaen prioriterede (tid/penge). Der var generelt delte meninger når det kom til at vælge en anden rute end Limfjordstunnelen.

Samtlige taxachauffører havde nogenlunde samme opfattelse af den trafikale situation i tunnelen. I løbet af dagen var der ikke meget trængsel og der var ingen problemer med at komme frem. I myldretiden var trafiksituationen værre med mange flere biler og dermed mere trængsel. Der var ofte kødannelser i Limfjordstunnelen og store problemer med at komme frem i normalt tempo. Generelt var det blevet værre de seneste år og bliver stadig værre og værre, men ifølge 1 chauffør var trængselsproblemerne ingenting sammenlignet med problemerne i og omkring København.

Ifølge taxachaufførerne skyldtes de store trængselsproblemer i myldretiden uheld, alt for mange vognbaneskift, bilisterne kørte alt for tæt og for få der overholder hastighedsbegrænsningerne. Desuden nævnte en chauffør også de problemer det gav, når Kridtsvinget bliver koblet på E45 i den "forkerte" vognbane. Der var

mange forskellige forslag til tiltag, som kunne løse problemerne. Mange nævnte en 3. Limfjordsforbindelse som løsning, men også et tredje spor i nordgående retning, indsats for færre vognbaneskift og overholdelse af hastighedsbegrænsning. Der var dog en enkelt chauffør der mente hastighedsgrænsen var for lav. Når der var skiltet til 90 km/t fungerede Aalborgs motorvejsnet som flaskehals, når resten af motorvejsnettet er skiltet til 110 km/t eller 130 km/t.

Når de blev spurgt om hvilken 3. Limfjordsforbindelse de helst ville foretrække var der delte meninger. De fleste foretrak en Vestforbindelse, da det også vil mindske trængslen i Aalborg by, andre ville have en parrallelforbindelse for at skåne Eg-holm.

Bilag D: Spørgeskemaundersøgelse

I dette afsnit beskrives, hvordan spørgeskemaet er bygget op. Det følgende kapitel er primært skrevet ud fra bogen *Spørgeskemaundersøgelser* [Boolsen, 2008].

Guidelines

Når spørgsmålene skal opstilles er der flere ting, der skal med i overvejelserne. Det er vigtigt at formålet med spørgeskemaet og problemstillingen fremgår, og det er her udgangspunktet skal være. Det er desuden vigtigt at have de rette baggrundsvARIABLE parametre med. Det er disse parametre der belyser informationer om respondenterne og er med til at identificere sammenhængene. I litteraturen er opstillet generelle regler som skal bruges, når der konstrueres spørgsmål [Boolsen, 2008].

Tænk baglæns

Det er vigtigt at tænke baglæns og danne et overblik over hele processen i undersøgelsen, samt hvilke data og tabeller spørgeskemaet skal ende ud med, og derudfra danne spørgsmålene. Desuden skal der overvejes, hvad der er brug for at vide i spørgeskemaet. Det kan hurtigt virke uoverskueligt for respondenterne, hvis der er for mange spørgsmål og derfor kan det være vigtigt at prioritere spørgsmålene efter, hvor vigtige de er for resultatet.

Vær præcis

Spørgsmålene skal være udført på et enkelt og forståeligt sprog, men også være præcise i udformningen, så respondenterne ikke kan misforstå spørgsmålet. Det vil f.eks. give større præcision at stille flere spørgsmål.

Tænk på respondenterne

Foretag en forprøve af spørgeskemaet på en mindre gruppe for at undersøge om spørgsmålene bliver opfattet korrekt. Der skal være en entydig sammenhæng mellem det, henholdsvis forskeren og respondenterne tænker. Det betyder, at forskeren og respondenterne skal forstå spørgsmålene på samme måde.

Centrale variable

Der skal være en klar præcisering, når den teoretiske variabel skal oversættes til en operativ variable. Det er vigtigt, at der er overensstemmelse mellem de begreber, der skal undersøges, og den måde de undersøges på. Operativ variable skal opfylde nogle videnskabelige krav. De skal være gyldige, hvilket vil sige de skal måle det der ønskes målet og pålidelige, hvilket vil sige at gentagne målinger skal give samme resultat.

Anbefalinger

Der er desuden også flere anbefalinger til hvordan spørgsmål til et spørgeskema skal og ikke skal udformes.

- Det skal undgås at ét spørgsmål omfatter flere forskellige forhold eller ord har flere betydninger
- Lange spørgsmål kan også være problematiske idet respondenter kan glemme starten af spørgsmålet og kun svare på den sidste del, hvilket giver en dårligere pålidelighed
- Det er en dårlig idé med følelsesladet spørgsmål, da der kan være en uvilje mod at svare på spørgsmålet. Det kan f.eks. være økonomiske spørgsmål
- Hypotetiske spørgsmål skal undgås, dvs. ofte *hvis* spørgsmål
- Generelle spørgsmål er problematiske, da det kan være svært at fortolke svaret
- Ledende spørgsmål skal undgås, da det ikke giver et validt resultat
- Tekniske udtryk skal undgås
- Spørgsmål, der forudsætter særlig viden er problematiske, da respondenter muligvis ikke kan svare på spørgsmålet
- Undgå negative ord som *ikke*, da dette ord kan ændre spørgsmålet så det bliver uklart og derfor kan give problemer i analysefasen

Spørgsmål i spørgeskemaet skal ses i en sammenhæng med skemaets andre spørgsmål. Ofte stilles konkrete spørgsmål om handlinger først i spørgeskemaet, mens spørgsmål om følelser og holdninger bør stå senere eller sidst i spørgeskemaet.

Svarkategorier

Der findes flere forskellige svarkategorier til et spørgeskema med lukkede, åbne og halv-åbne.

De lukkede svarkategorier er bokse, der kan krydses af, og derfor er det forskerens egne svarkategorier, der analyseres og ikke andre mulige svar, som respondenterne kunne have valgt. Pålideligheden af svarene er relativt højt, mens gyldigheden vil være lav.

Ved åbne svarkategorier er det respondenterne, der selv skal svare med sine egne ord. Disse besvarelser er derimod mere tidskrævende at analysere, da svaret skal studeres og grupperes. Her vil gyldigheden af svarene være relativt høj, men pålideligheden være lav.

De halv-åbne svarkategorier er en mellemkategori, hvor der er bokse til afkrydsning, men også et ”andet” felt hvor respondenterne kan komme med yderligere uddybende svar. På den måde tages der højde for uforudsete situationer og svar.

Opstilling af spørgsmål

Ud fra informationerne fra foregående afsnit kan spørgsmålene til spørgeskemaet udformes. Inden spørgsmålene opstilles er det vigtigt at liste de oplysninger som spørgeskemaet resulterer i. I det følgende er listet de informationer, som kan findes med hjælp fra spørgeskemaet:

- Hvem kører om morgen/eftermiddagen?
- Hvilken alder, køn, indkomst, arbejdsplads kører de?
- Hvad tid kører de i tunnelen?
- Hvornår oplever de at der er kø i tunnelen?
- Hvorfor kører de på det tidspunkt?
- Er det muligt at køre på et andet tidspunkt?
- Hvad er de afhængig af, siden der køres på det tidspunkt?

Bilag E: Spørgeskemaet

Spørgeskemaet der er uddelt til virksomheder i Aalborg Øst i forbindelse med nærværende projekt. Spørgeskemaet findes i sin originale form på følgende internetadresse: www.kortlink.dk/6g95

For medarbejdere, der benytter Limfjordstunnelen til og fra arbejde

Dette spørgeskema skal undersøge bilisters færden i Limfjordstunnelen i morgen- og eftermiddagstimerne, hvor der er meget trængsel.

Formålet med spørgeskemaet er at give et indblik i, hvor villig du er til at ændre dit køretidspunkt omkring myldretiden. Hvis blot en mindre andel har mulighed for og er villige til at ændre en smule på deres kørevaner vil trafikafviklingen i Limfjordstunnelen kunne forbedres markant.

Spørgeskemaet tager 5-10 min at udfylde og besvarelsenerne vil blive behandlet fortroligt. Slutteligt i undersøgelsen får du mulighed for at deltage i en konkurrence om 300 kr. til Holte Vinlager, der har butikker rundt omkring i hele landet – bl.a. i Aalborg.

Der er også mulighed for at besvare spørgeskemaet online på adressen: www.kortlink.dk/6g95

På forhånd tak

Anders Rue Gregersen, Niels Boesgaard Jensen og Jeppe Mølgaard Larsen
Aalborg Universitet, Vej- & trafikteknik, 10. semester

1. Hvor bor du?

Postnr: _____

2. Hvor ligger din arbejdsplads?

Postnr: _____

3. Hvor langt har du fra dit hjem til din arbejdsplads?

_____ km

4. Benytter du Limfjordstunnelen p vej til eller fra din arbejdsplads?

- ☐ Ja
☐ Nej

5. Kører du mod syd i Limfjordstunnelen om morgenen?

- ☐ Ja
☐ Nej

6. Kører du mod nord i Limfjordstunnelen om eftermiddagen?

- ☐ Ja
☐ Nej

7. Hvilket tidspunkt ankommer du normalt til Limfjordstunnelen, når du kører til arbejde?

- kl. _____
☐ Kører ikke igennem Limfjordstunnelen om morgenen

8. Hvilket tidspunkt ankommer du normalt til Limfjordstunnelen, når du kører fra arbejde?

kl. _____

☐ Kører ikke igennem Limfjordstunnelen om eftermiddagen

9. Hvor langt har du fra dit hjem til Limfjordstunnelen, og hvor lang tid tager det at køre turen på en normal hverdag uden uheld i tunnelen?

Afstand:

_____ km

Rejsetid:

_____ minutter

10. Hvor langt har du fra dit arbejde til Limfjordstunnelen, og hvor lang tid tager det at køre turen på en normal hverdag uden uheld i tunnelen?

Afstand:

_____ km

Rejsetid:

_____ minutter

11. I hvilken grad tilpasser du køretidspunktet grundet tæt trafik i Limfjordstunnelen på en normal hverdag?

	I meget høj grad	I høj grad	I nogen grad	I mindre grad	Slet ikke / ikke nødvendigt	Ved ikke
Om morgenen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Om eftermiddagen	☐	☐	☐	☐	☐	☐

12. Hvor mange personer (inkl. dig selv) sidder der normalt i bilen, når du kører gennem Limfjordstunnelen?

	1 pers.	2 pers.	3 pers.	4 pers.	5 pers.	Ved ikke
Om morgenen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Om eftermiddagen	☐	☐	☐	☐	☐	☐

13. Hvordan oplever du trafiksituationen i Limfjordstunnelen, når du kører i gennem?

	Meget god	God	Hverken / eller	Dårlig	Meget dårlig	Ved ikke
Om morgenen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Om eftermiddagen	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Besvares kun ved "Dårlig" eller "Meget dårlig" i spørgsmål 13:

Hvorfor oplever du situationen som dårlig/meget dårlig?

- ☐ Jeg oplever dagligt kødannelser, som følge af megen trafik
☐ Jeg oplever ugentligt kødannelser, som følge af megen trafik
☐ Jeg oplever af og til kødannelser, som følge af megen trafik
☐ Andet: _____

14. Hvor enig er du i følgende udsagn?

	Meget enig	Enig	Hverken / eller	Uenig	Meget uenig	Ved ikke
Der opstår tit køer på grund af trafikuheld i Limfjordstunnelen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Trafikuheld i tunnelen giver anledning til lange køer i Limfjordstunnelen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Der opstår tit køer på grund af tabte genstande på kørebanen i Limfjordstunnelen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Der opstår tit risikofyldte situationer, når der er kødannelse i Limfjordstunnelen	☐	☐	☐	☐	☐	☐

De følgende spørgsmål omhandler din fleksibilitet i forbindelse med ture, der går gennem Limfjordstunnelen.

Limfjordstunnelen er ramt af kødannelse i spidstimerne. Den trafikale situation kan på kort og mellemlang sigt forbedres, hvis trafikanterne omlægger deres transportvaner. En måde er, at flere bilister ændrer tidspunkt for deres bolig-arbejdstur, så den i stedet afvikles udenfor den normale myldretid. En anden mulighed er, at flere bilister skifter til andre transportmuligheder på bolig-arbejdsturen.

I denne del af spørgeskemaet bedes du besvare spørgsmål omkring dine muligheder for og din villighed til at gennemføre bolig-arbejdsturen på et andet tidspunkt.

15. Har du mulighed for at ændre dit køretidspunkt på hverdage?

	Ja	Nej	Ved ikke
Om morgenen	☐	☐	☐
Om eftermiddagen	☐	☐	☐

Hvis "Nej": Hvorfor kan du ikke flytte dit starttidspunkt? Sæt gerne flere markeringer.

- ☐ Har fast mødetidspunkt på arbejdspladsen
- ☐ Skal aflevere/afhente børn, samlever etc.
- ☐ Kører sammen med andre f.eks. kollegaer
- ☐ Har ikke mulighed for at arbejde frivilligt over
- ☐ Skal være hjemme til et bestemt tidspunkt
- ☐ Skal købe ind
- ☐ Andet: _____

Hvis "Nej": Hvad mener du, der skal til for, at du vil overveje at køre tidligere/senere? Sæt gerne flere markeringer.

- ☐ Flextid på arbejdspladsen
- ☐ Mere fleksible åbningstider i daginstitutioner
- ☐ Ændrede ringetider i skolerne
- ☐ Øget trængsel i Limfjordstunnelen
- Andet: _____

Gå til spørgsmål 23

Hvis "Ja": Besvar spørgsmål 16-22

16. I hvilken grad er du villig til at ændre dit køretidspunkt på hverdage?

	I meget høj grad	I høj grad	I nogen grad	I mindre grad	Slet ikke	Ved ikke
Om morgenen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Om eftermiddagen	☐	☐	☐	☐	☐	☐

17. Hvis du skulle flytte turtidspunktet om morgenen, hvad er så mest sandsynligt?

- ☐ At jeg fremskynder starttidspunktet
☐ At jeg udskyder starttidspunktet
☐ Jeg har både mulighed for at fremskynde og udskyde starttidspunkt

18. Hvor meget er du villig til at ændre dit rejsetidspunkt om morgenen?

Fremskynde:

- ☐ 0-15 min.
☐ 15-30 min.
☐ 30-45 min.
☐ 45-60 min.
☐ 1-2 timer
☐ Over 2 timer

Udskyde:

- ☐ 0-15 min.
☐ 15-30 min.
☐ 30-45 min.
☐ 45-60 min.
☐ 1-2 timer
☐ Over 2 timer

19. Hvis du skulle flytte turtidspunktet om eftermiddagen, hvad er så mest sandsynligt?

- ☐ At jeg fremskynder starttidspunktet
☐ At jeg udskyder starttidspunktet
☐ Jeg har både mulighed for at fremskynde og udskyde starttidspunkt

20. Hvor meget er du villig til at ændre dit rejsetidspunkt om eftermiddagen?

Fremskynde:

- ☐ 0-15 min.
☐ 15-30 min.
☐ 30-45 min.
☐ 45-60 min.
☐ 1-2 timer
☐ Over 2 timer

Udskyde:

- ☐ 0-15 min.
☐ 15-30 min.
☐ 30-45 min.
☐ 45-60 min.
☐ 1-2 timer
☐ Over 2 timer

21. Hvor længe er du villig til at sidde i kø ved Limfjordstunnelen på en normal hverdag, før du ændrer dit køretidspunkt?

	0-5 min.	5-10 min.	10-15 min.	15-20 min.	20-25 min.	25-30 min.	Over 30 min.	Ved ikke
Om morgenen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Om eftermiddagen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

22. Hvor længe er du villig til at sidde i kø ved Limfjordstunnelen på en normal hverdag, før du vælger at køre ad Limfjordsbroen?

	0-5 min.	5-10 min.	10-15 min.	15-20 min.	20-25 min.	25-30 min.	Over 30 min.	Ved ikke
Om morgenen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Om eftermiddagen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

En måde at løse fremkommelighedsproblemerne på er at oprette en SMS-service, så trafikanter har mulighed for at modtage en SMS, der kan advare om kødannelse i Limfjordstunnelen, så man har mulighed for at ændre sit turtidspunkt, køre ad anden rute eller skifte transportmiddel.

23. Forestil dig, at du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. tæt trafik i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 10 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...:

	Kører alligevel som du har planlagt	Kører ad Limfjordsbroen	Venter 15-30 min. inden du kører	Venter 30-60 min. inden du kører	Andre gøremål (f.eks. købe ind, besøge venner etc.)	Ved ikke	Andet:
...inden du tager af sted til arbejde <u>om morgenen</u> :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
...efter du er taget af sted til arbejde <u>om morgenen</u> :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
...inden du tager af sted fra arbejde <u>om eftermiddagen</u> :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
...efter du er taget af sted fra arbejde <u>om eftermiddagen</u> :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

24. Du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. uheld i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 30 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...:

	Kører alligevel som du har planlagt	Kører ad Limfjordsbroen	Venter 15-30 min. inden du kører	Venter 30-60 min. inden du kører	Venter til du får at vide at køen er opløst (f.eks. fra endnu en SMS)	Andre gøremål (f.eks. købe ind, besøge venner etc.)	Ved ikke	Andet:
...inden du tager af sted til arbejde <u>om morgenen</u> :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
...efter du er taget af sted til arbejde <u>om morgenen</u> :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
...inden du tager af sted fra arbejde <u>om eftermiddagen</u> :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
...efter du er taget af sted fra arbejde <u>om eftermiddagen</u> :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

25. Ville du være interesseret i en SMS-service, der informerer dig om kø pga. uheld i Limfjordstunnelen?

- ☐ Ja
☐ Nej
☐ Ved ikke

Hvis "Ja": Er du også villig til at betale for en sådan SMS-service?

- ☐ Nej
☐ Ja, under 1 kr. pr. SMS
☐ Ja, 1-2 kr. pr. SMS
☐ Ja, 3-5 kr. pr. SMS
☐ Ved ikke

En anden ligende mulighed er en "pop-up"-service, der dukker frem på din computerskærm og informerer dig om kø pga. uheld i Limfjordstunnelen? "Pop-up"-servicen inderholder oplysninger om kølængde samt forventet rejsetid og hastighed gennem Limfjordstunnelen, evt. suppleret med direkte billeder fra tunnelen

26. Ville du være interesseret i en sådan service?

- ☐ Ja
- ☐ Nej
- ☐ Ikke relevant
- ☐ Ved ikke

Hvis "Ja": Er du også villig til at betale for en sådan service

- ☐ Nej
- ☐ Ja, 10 kr. om måneden
- ☐ Ja, 30 kr. om måneden
- ☐ Ja, 50 kr. om måneden
- ☐ Ved ikke

I dag findes der på www.trafikken.dk en service, der gør det muligt at holde sig opdateret med den øjeblikkelige trafikale situation i Aalborg.

27. Er du bekendt med hjemmesiden?

- ☐ Ja
- ☐ Nej
- ☐ Ved ikke

28. Benytter du dig af informationerne?

- ☐ Ja, hver dag
- ☐ Ja, et par gange om ugen
- ☐ Ja, et par gange om måneden
- ☐ Ja, ved specielle lejligheder som f.eks., hvis jeg skal nå et tog, fly el. andet
- ☐ Nej

De følgende spørgsmål omhandler din holdning til forskellige transportformer til og fra din arbejdsplads

29. Overvejer du at bruge et andet transportmiddel til og fra arbejde?

- ☐ Ja
- ☐ Nej (gå til spørgsmål 34)
- ☐ Ved ikke

30. Hvilket? Sæt gerne flere markeringer.

- ☐ Offentlig transport
- ☐ Cykel
- ☐ Samkørsel
- ☐ Andet:

31. Hvilke tiltag kan få dig til at skifte til den offentlige transport til og fra arbejde? Sæt gerne flere markeringer.

- ☐ Prisen på den offentlige transport bliver konkurrencedygtig med bilen
- ☐ Rejsetiden på den offentlige transport bliver konkurrencedygtig med bilen
- ☐ Bedre komfort i den offentlige transport f.eks. flere siddepladser
- ☐ Ved ikke
- ☐ Andet: _____

32. Hvilke tiltag kan få dig til at begynde at cykle til og fra arbejde? Sæt gerne flere markeringer.

- ☐ Forbedrede cykelstier samt vedligeholdelse
- ☐ Mulighed for bad på arbejdspladsen
- ☐ Sundhedskampagner som f.eks. *Vi cykler til arbejde*
- ☐ Ved ikke
- ☐ Andet: _____

33. Hvilke tiltag kan få dig til at benytte samkørsel til og fra arbejde? Sæt gerne flere markeringer.

- ☐ Mere oplysning om muligheder som f.eks. www.pendlernet.dk
- ☐ Større opmærksomhed på emnet fra virksomhedens side
- ☐ Ved ikke
- ☐ Andet: _____

Besvares kun ved "Nej" i spørgsmål 29

34. Hvorfor ikke? Sæt gerne flere markeringer.

- ☐ Bruger bil i forbindelse med arbejde
- ☐ Bruger bilen til ærinder på turen til og fra arbejde (henter og bringer børn, indkøb etc.)
- ☐ Lægger vægt på bilens komfort og frihed
- ☐ Den offentlige transport er for dyr
- ☐ Tidsforbruget med den offentlige transport til og fra arbejdspladsen er for stor
- ☐ Køreplanen for den offentlige transport passer ikke med arbejdstiderne
- ☐ Ruterne for den offentlige transport ligger ikke i nærheden af hjem/arbejdsplads
- ☐ Der er for langt at cykle
- ☐ For dårlige forhold for cyklister mellem hjem og arbejde
- ☐ Føler mig uhygiejnisk, når jeg kommer frem til arbejdspladsen efter cykelturen
- ☐ Samkørsel med f.eks. kollegaer er ikke en mulighed for mig
- ☐ Vil ikke være afhængig af andre i forbindelse med samkørsel
- ☐ Andet: _____

Slutteligt er opstillet en række spørgsmål omkring faktuelle forhold

35. Hvad er dit køn?

- ☐ Mand
☐ Kvinde

36. Hvad er din alder?

_____ år

37. Er du ansat med en flextidsordning?

- ☐ Ja
☐ Nej

38. Hvordan er du aflønnet?

- ☐ Timelønnet
☐ Funktionærlønnet
☐ Joblønnet
☐ Andet: _____

39. Hvor mange personer over 18 år er der i husstanden?

_____ personer

40. Hvor mange personer under 18 år er der i husstanden?

_____ personer

41. Hvad er husstandens samlede indkomst?

- ☐ 0-199.999 kr.
☐ 200.000-399.999 kr.
☐ 400.000-599.999 kr.
☐ 600.000-799.999 kr.
☐ 800.000-999.999 kr.
☐ > 1.000.000 kr.
☐ Ønsker ikke at oplyse

42. Hvor mange biler er der i husstanden?

_____ stk.

43. Hvor mange cykler til voksne er der i husstanden?

_____ stk.

Deltagelse i konkurrence

Hvis du vil være med i konkurrencen om et gavekort på 300 kr. til Holte Vinlager, der har butikker over hele landet bl.a. i Aalborg, bedes du oplyse din e-mail herunder. Vinderen vil blive kontaktet.

Tak for din deltagelse i undersøgelsen

Bilag F: Planche

Planche som er brugt i forbindelse med distributionen af spørgeskemaer blandt timelønnede medarbejdere i Aalborg Øst, for at gøre opmærksom på undersøgelsen.

Træt af kø i Limfjordstunnelen?

- deltag i spørgeskemaundersøgelse

Trængslen stiger i Limfjordstunnelen og en 3. Limfjordsforbindelse ligger langt ude i fremtiden. I mellemtiden kan du være med til at forbedre trafikforholdene i Limfjordstunnelen ved at svare på spørgeskemaet her!

Undersøgelsen henvender sig kun til de medarbejdere, der er bosat nord for Limfjorden



Vind et gavekort på 300 kr. til Holte Vinlager i Aalborg

Bilag G: Besvarelserne

Respondenternes besvarelser i spørgeskemaundersøgelsen.

Hvor langt har du fra dit hjem til din arbejdsplads?

	Respondenter	Procent
0-5 km	6	3,3%
5-10 km	22	12,2%
10-15 km	17	9,4%
15-20 km	16	8,8%
20-25 km	26	14,4%
25-30 km	18	9,9%
30-35 km	17	9,4%
35-40 km	16	8,8%
40-45 km	8	4,4%
45-50 km	7	3,9%
over 50 km	28	15,5%
I alt	181	100,0%

Benytter du Limfjordstunnelen på vej til eller fra din arbejdsplads?

	Respondenter	Procent
Ja	169	93,9%
Nej	11	6,1%
I alt	180	100,0%

Kører du mod syd i Limfjordstunnelen om morgenen?

	Respondenter	Procent
Ja	169	100,0%
Nej	0	0,0%
I alt	169	100,0%

Kører du mod nord i Limfjordstunnelen om eftermiddagen?

	Respondenter	Procent
Ja	159	94,1%
Nej	10	5,9%
I alt	169	100,0%

Hvilket tidspunkt ankommer du normalt til Limfjordstunnelen, når du kører til arbejde?

	Respondenter	Procent
kl. 6:00	4	2,4%
kl. 6:15	2	1,2%
kl. 6:30	2	1,2%
kl. 6:45	8	4,7%
kl. 7:00	5	3,0%
kl. 7:15	26	15,4%
kl. 7:30	32	18,9%
kl. 7:45	45	26,6%
kl. 8:00	19	11,2%
kl. 8:15	11	6,5%
kl. 8:30	4	2,4%
kl. 8:45	5	3,0%
kl. 9:00	1	0,6%
Tidligere	5	3,0%
Senere	0	0,0%
I alt	169	100,0%

Hvilket tidspunkt ankommer du normalt til Limfjordstunnelen, når du kører fra arbejde?

	Respondenter	Procent
kl. 14:00	2	1,3%
kl. 14:15	1	0,6%
kl. 14:30	3	1,9%
kl. 14:45	2	1,3%
kl. 15:00	6	3,8%
kl. 15:15	32	20,1%
kl. 15:30	16	10,1%
kl. 15:45	38	23,9%
kl. 16:00	25	15,7%
kl. 16:15	9	5,7%
kl. 16:30	14	8,8%
kl. 16:45	4	2,5%
kl. 17:00	3	1,9%
Tidligere	4	2,5%
Senere	0	0,0%
I alt	159	100,0%

Hvor langt har du fra dit hjem til Limfjordstunnelen, og hvor lang tid tager det at køre turen på en normal hverdag uden uheld i tunnelen? - Afstand

	Respondenter	Procent
0-5 km	23	13,9%
5-10 km	13	7,8%
10-15 km	24	14,5%
15-20 km	26	15,7%
20-25 km	15	9,0%
25-30 km	17	10,2%
30-35 km	8	4,8%
35-40 km	8	4,8%
40-45 km	7	4,2%
45-50 km	7	4,2%
Over 50 km	18	10,8%
I alt	166	100,0%

Hvor langt har du fra dit hjem til Limfjordstunnelen, og hvor lang tid tager det at køre turen på en normal hverdag uden uheld i tunnelen? - Rejsetid

	Respondenter	Procent
0-5 minutter	12	7,2%
5-10 minutter	19	11,4%
10-15 minutter	25	15,1%
15-20 minutter	28	16,9%
20-25 minutter	30	18,1%
25-30 minutter	23	13,9%
30-35 minutter	6	3,6%
35-40 minutter	10	6,0%
40-45 minutter	8	4,8%
45-50 minutter	5	3,0%
Over 50 minutter	0	0,0%
I alt	166	100,0%

Hvor langt har du fra dit arbejde til Limfjordstunnelen, og hvor lang tid tager det at køre turen på en normal hverdag uden uheld i tunnelen? - Afstand

	Respondenter	Procent
0-5 km	81	51,9%
5-10 km	61	39,1%
10-15 km	9	5,8%
15-20 km	1	0,6%
20-25 km	3	1,9%
Over 25 km	1	0,6%
I alt	156	100,0%

Hvor langt har du fra dit arbejde til Limfjordstunnelen, og hvor lang tid tager det at køre turen på en normal hverdag uden uheld i tunnelen? - Rejsetid

	Respondenter	Procent
0-5 minutter	34	21,7%
5-10 minutter	75	47,8%
10-15 minutter	27	17,2%
15-20 minutter	11	7,0%
20-25 minutter	8	5,1%
Over 25 minutter	2	1,3%
I alt	157	100,0%

I hvilken grad tilpasser du køretidspunktet grundet tæt trafik i Limfjordstunnelen på en normal hverdag? - Om morgenen

	Respondenter	Procent
I meget høj grad	30	18,1%
I høj grad	41	24,7%
I nogen grad	39	23,5%
I mindre grad	37	22,3%
Slet ikke / ikke nødvendigt	19	11,4%
Ved ikke	0	0,0%
I alt	166	100,0%

I hvilken grad tilpasser du køretidspunktet grundet tæt trafik i Limfjordstunnelen på en normal hverdag? - Om eftermiddagen

	Respondenter	Procent
I meget høj grad	25	16,0%
I høj grad	24	15,4%
I nogen grad	51	32,7%
I mindre grad	35	22,4%
Slet ikke / ikke nødvendigt	21	13,5%
Ved ikke	0	0,0%
I alt	156	100,0%

Hvor mange personer (incl. dig selv) sidder der normalt i bilen, når du kører gennem Limfjordstunnelen? - Om morgenen

	Respondenter	Procent
1	134	80,7%
2	22	13,3%
3	8	4,8%
4	0	0,0%
5	0	0,0%
Ved ikke	2	1,2%
I alt	166	100,0%

Hvor mange personer (incl. dig selv) sidder der normalt i bilen, når du kører gennem Limfjordstunnelen? - Om eftermiddagen

	Respondenter	Procent
1	129	82,7%
2	18	11,5%
3	7	4,5%
4	0	0,0%
5	0	0,0%
Ved ikke	2	1,3%
I alt	156	100,0%

Hvordan oplever du trafiksituationen i Limfjordstunnelen, når du kører i gennem? - Om morgenen

	Respondenter	Procent
Meget god	17	10,2%
God	52	31,3%
Hverken / eller	46	27,7%
Dårlig	36	21,7%
Meget dårlig	14	8,4%
Ved ikke	1	0,6%
I alt	166	100,0%

**Hvordan oplever du trafiksituationen i Limfjordstunnelen, når du kører i gennem? -
Om eftermiddagen**

	Respondenter	Procent
Meget god	10	6,4%
God	31	19,9%
Hverken / eller	39	25,0%
Dårlig	48	30,8%
Meget dårlig	28	17,9%
Ved ikke	0	0,0%
I alt	156	100,0%

Hvorfor oplever du situationen som dårlig/meget dårlig?

	Respondenter	Procent
Jeg oplever dagligt kødannelser, som følge af megen trafik	56	62,2%
Jeg oplever ugentligt kødannelser, som følge af megen trafik	24	26,7%
Jeg oplever af og til kødannelser, som følge af megen trafik	2	2,2%
Andet:	8	8,9%
I alt	90	100,0%

Hvorfor oplever du situationen som dårlig/meget dårlig?
1) Jeg oplever ugentligt kødannelser, som følge af megen trafik 2) Oplever af og til fartbegrænsning uden at det synes nødvendigt
Ikke dagligt, men flere gange om ugen.
Jeg oplever ofte kødannelser. Det er ikke fordi der er megen trafik, men derimod fordi der ofte sker uheld, hvilket medfører kø.
Jeg har tit kørt hjemmefra på forskellige tidspunkter og alligevel kommet ind i en kø.
Folk kører med for høj fart og skifter vognbane ofte. Et specielt problem er, at mange ikke holder afstand. Jeg føler mig presset af biler, der kun holder 30-40 cm afstand.
Bilister er for dårlige til at flette. Tit og ofte kødannelse og dårlig trafikafvikling. Tit er hastighedens skiltene tæt også selv om der ikke er noget galt, det ender med at man ikke respekterer dem og bare kører som man syntes selv er bedst (det gælder så også hvis der er noget galt!).
Der er om ikke daglig så næsten daglig unødvendig kødannelse. Der er meget ofte 50 km/t begrænsning i tunnelen uden nogen synlig årsag. I retning syd om morgenen trappes der ned fra 110 -> 90-> 70 -> 50 hvilket medvirker til at skabe køer i stedet for at afvikle dem, derefter skiftes fra 50 -> 90 lige før sidste tilkørsel og kaos forværrer. Hvis man overholder hastighedsbegrænsningerne presse man evig og altid bagfra og overhales såvel inden- som udenom. Mange krydser og krydser bane for at spare ½ minut og der opstår hele tiden farlige situationer. Lav mere kontrol (gerne stærekasser) så vi lovlige kan køre i fred.
Der er tit 50 km fartbegrænsning i tunnelen selv trafikmængden er tynd. Ca 1-2 gange om ugen

Hvor enig er du i følgende udsagn? - Der opstår tit køer på grund af trafikuheld i Limfjordstunnelen

	Respondenter	Procent
Meget enig	51	30,7%
Enig	70	42,2%
Hverken / eller	19	11,4%
Uenig	20	12,0%
Meget uenig	1	0,6%
Ved ikke	5	3,0%
I alt	166	100,0%

Hvor enig er du i følgende udsagn? - Trafikuheld i tunnelen giver anledning til lange køer i Limfjordstunnelen

	Respondenter	Procent
Meget enig	112	67,5%
Enig	43	25,9%
Hverken / eller	4	2,4%
Uenig	3	1,8%
Meget uenig	0	0,0%
Ved ikke	4	2,4%
I alt	166	100,0%

Hvor enig er du i følgende udsagn? - Der opstår tit køer på grund af tabte genstande på kørebanen i Limfjordstunnelen

	Respondenter	Procent
Meget enig	9	5,4%
Enig	28	16,9%
Hverken / eller	61	36,7%
Uenig	36	21,7%
Meget uenig	2	1,2%
Ved ikke	30	18,1%
I alt	166	100,0%

Hvor enig er du i følgende udsagn? - Der opstår tit risikofyldte situationer, når der er kødannelse i Limfjordstunnelen

	Respondenter	Procent
Meget enig	87	52,4%
Enig	59	35,5%
Hverken / eller	10	6,0%
Uenig	7	4,2%
Meget uenig	0	0,0%
Ved ikke	3	1,8%
I alt	166	100,0%

Har du mulighed for at ændre dit køretidspunkt på hverdage? - Om morgenen

	Respondenter	Procent
Ja	98	59,8%
Nej	61	37,2%
Ved ikke	5	3,0%
I alt	164	100,0%

Har du mulighed for at ændre dit køretidspunkt på hverdage? - Om eftermiddagen

	Respondenter	Procent
Ja	87	56,5%
Nej	59	38,3%
Ved ikke	8	5,2%
I alt	154	100,0%

I hvilken grad er du villig til at ændre dit køretidspunkt på hverdage? - Om morgenen

	Respondenter	Procent
I meget høj grad	10	9,7%
I høj grad	15	14,6%
I nogen grad	48	46,6%
I mindre grad	22	21,4%
Slet ikke	5	4,9%
Ved ikke	3	2,9%
I alt	103	100,0%

I hvilken grad er du villig til at ændre dit køretidspunkt på hverdage? - Om eftermiddagen

	Respondenter	Procent
I meget høj grad	6	6,3%
I høj grad	14	14,7%
I nogen grad	50	52,6%
I mindre grad	17	17,9%
Slet ikke	5	5,3%
Ved ikke	3	3,2%
I alt	95	100,0%

Hvis du skulle flytte turtidspunktet om morgenen, hvad er så mest sandsynligt?

	Respondenter	Procent
At jeg fremskynder starttidspunktet	49	50,0%
At jeg udskyder starttidspunktet	10	10,2%
Jeg har både mulighed for at fremskynde og udskyde starttidspunkt	39	39,8%
I alt	98	100,0%

Hvor meget er du villig til at fremskynde dit rejsetidspunkt om morgenen?

	Respondenter	Procent
0-15 min.	31	35,2%
15-30 min.	42	47,7%
30-45 min.	11	12,5%
45-60 min.	1	1,1%
1-2 timer	3	3,4%
Over 2 timer	0	0,0%
I alt	88	100,0%

Hvor meget er du villig til at udskyde dit rejsetidspunkt om morgenen?

	Respondenter	Procent
0-15 min.	15	30,6%
15-30 min.	23	46,9%
30-45 min.	9	18,4%
45-60 min.	2	4,1%
1-2 timer	0	0,0%
Over 2 timer	0	0,0%
I alt	49	100,0%

Hvis du skulle flytte turtidspunktet om eftermiddagen, hvad er så mest sandsynligt?

	Respondenter	Procent
At jeg fremskynder starttidspunktet	23	25,6%
At jeg udskyder starttidspunktet	27	30,0%
Jeg har både mulighed for at fremskynde og udskyde starttids- punkt	40	44,4%
I alt	90	100,0%

Hvor meget er du villig til at fremskynde dit rejsetidspunkt om eftermiddagen?

	Respondenter	Procent
0-15 min.	16	25,8%
15-30 min.	27	43,5%
30-45 min.	11	17,7%
45-60 min.	7	11,3%
1-2 timer	1	1,6%
Over 2 timer	0	0,0%
I alt	62	100,0%

Hvor meget er du villig til at udskyde dit rejsetidspunkt om eftermiddagen?

	Respondenter	Procent
0-15 min.	11	16,4%
15-30 min.	28	41,8%
30-45 min.	14	20,9%
45-60 min.	11	16,4%
1-2 timer	3	4,5%
Over 2 timer	0	0,0%
I alt	67	100,0%

Hvorfor kan du ikke flytte dit starttidspunkt om morgenen? Sæt gerne flere markeringer.

	Respondenter	Procent
Har fast mødetidspunkt på arbejdspladsen	30	49,2%
Skal aflevere børn, samlevere etc.	32	52,5%
Kører sammen med andre f.eks. kollegaer	9	14,8%
Andet:	7	11,5%
I alt	61	100,0%

Hvorfor kan du ikke flytte dit starttidspunkt om morgenen? Sæt gerne flere markeringer.
Har i forvejen udnyttet at jeg har flextid og kører først så sent som muligt og dermed også arbejder længere om eftermiddagen. Men jeg kan ikke strække den længere og heller ikke på grund af at små børn skal afleveres/hentes i daginstitution.
Har sommetider undervisning
Mit mødetidspunkt er tilpasset arbejdsplads og privatliv
Jeg har ændret min mødetid til mellem kl. 7.00 - 7.30 (normalt kl. 8.00).
Har allerede flyttet starttidspunktet fra 7.45, hvor det er værre.
Jeg har faste mødetider eller aftaler med kolleger
Skal møde på arbejde inden kl. 09.00

Hvorfor kan du ikke flytte dit starttidspunkt om eftermiddagen? Sæt gerne flere markeringer.

	Respondenter	Procent
Har ikke mulighed for at arbejde frivilligt over	17	28,8%
Skal afhente børn, samlever etc.	28	47,5%
Kører sammen med andre f.eks. kollegaer	7	11,9%
Skal være hjemme til et bestemt tidspunkt	11	18,6%
Skal købe ind	4	6,8%
Andet:	5	8,5%
I alt	59	100,0%

Hvorfor kan du ikke flytte dit starttidspunkt om eftermiddagen? Sæt gerne flere markeringer.
Har i forvejen udnyttet at jeg har flextid og kører først så sent som muligt og dermed også arbejder længere om eftermiddagen. Men jeg kan ikke strække den længere og heller ikke på grund af at små børn skal afleveres/hentes i daginstitution.
har et job, der gør, at det er vanskeligt at gå til et bestemt tidspunkt.
Det passer mig bedst at køre hjem på dette tidspunkt
Jeg har ændret tidspunktet til ca. 14.50, da jeg har flekstid.
Sportsaktiviteter

Hvad mener du, der skal til for, at du vil overveje at køre tidligere/senere? Sæt gerne flere markeringer.

	Respondenter	Procent
Flextid på arbejdspladsen	18	25,4%
Mere fleksible åbningstider i daginstitutioner	16	22,5%
Ændrede ringetider i skolerne	8	11,3%
Øget trængsel i Limfjordstunnelen	29	40,8%
Andet:	14	19,7%
I alt	71	100,0%

Hvad mener du, der skal til for, at du vil overveje at køre tidligere/senere? Sæt gerne flere markeringer.
Har i forvejen udnyttet at jeg har flextid og kører først så sent som muligt og dermed også arbejder længere om eftermiddagen. Men jeg kan ikke strække den længere og heller ikke på grund af at små børn skal afleveres/hentes i daginstitution.
Har ikke brug for at ændre noget
Kan ikke ændres
Tiden passer mig bedst Kører 5 min før om eftermiddagen for at undgå kø.
Flere BUS ruter, der passer til børnenes mødetider.
Jeg har ikke andre muligheder - men bruger min cykel i sommerperioden
Det skulle være, hvis mine kolleger fik andre arbejdstider og mine børn ikke skulle til fritids-aktiviteter :-)
jeg mener ikke trafikken skal styre hvornår jeg skal arbejde
Min samkørende skal møde til fast tid.
Så vil jeg overveje at tage cyklen.
Jeg har ikke lyst til at møde hverken tidligere end senere, så jeg må finde mig i kødannelse
At flere mennesker gør det. Hvis man f.eks arrangerer møder om morgenen kl. 07.30 på min arbejdsplads, vil ingen mennesker være til stede.
En meget nær 100% regelmæssighed i tunnellen, da man aldrig ved om det tager 15 min eller 60 min at komme hjem/på arbejde.

Hvor længe er du villig til at sidde i kø ved Limfjordstunnelen på en normal hverdag, før du ændrer dit køretidspunkt? - Om morgenen

	Respondenter	Procent
0-5 min.	23	17,7%
5-10 min.	52	40,0%
10-15 min.	31	23,8%
15-20 min.	8	6,2%
20-25 min.	2	1,5%
25-30 min.	0	0,0%
Over 30 min.	1	0,8%
Ved ikke	13	10,0%
I alt	130	100,0%

Hvor længe er du villig til at sidde i kø ved Limfjordstunnelen på en normal hverdag, før du ændrer dit køretidspunkt? - Om eftermiddagen

	Respondenter	Procent
0-5 min.	20	16,7%
5-10 min.	45	37,5%
10-15 min.	28	23,3%
15-20 min.	7	5,8%
20-25 min.	3	2,5%
25-30 min.	1	0,8%
Over 30 min.	1	0,8%
Ved ikke	15	12,5%
I alt	120	100,0%

Hvor længe er du villig til at sidde i kø ved Limfjordstunnelen på en normal hverdag, før du vælger at køre ad Limfjordsbroen? - Om morgenen

	Respondenter	Procent
0-5 min.	9	5,7%
5-10 min.	18	11,4%
10-15 min.	24	15,2%
15-20 min.	27	17,1%
20-25 min.	10	6,3%
25-30 min.	12	7,6%
Over 30 min.	14	8,9%
Ved ikke	44	27,8%
I alt	158	100,0%

Hvor længe er du villig til at sidde i kø ved Limfjordstunnelen på en normal hverdag, før du vælger at køre ad Limfjordsbroen? - Om eftermiddagen

	Respondenter	Procent
0-5 min.	9	6,1%
5-10 min.	14	9,5%
10-15 min.	24	16,2%
15-20 min.	26	17,6%
20-25 min.	15	10,1%
25-30 min.	9	6,1%
Over 30 min.	12	8,1%
Ved ikke	39	26,4%
I alt	148	100,0%

Forestil dig, at du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. tæt trafik i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 10 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...inden du tager af sted til arbejde om morgenen:

	Respondenter	Procent
Kører alligevel som du har planlagt	76	48,4%
Kører ad Limfjords-broen	18	11,5%
Venter 15-30 min. inden du kører	44	28,0%
Venter 30-60 min. inden du kører	6	3,8%
Andre gøremål (f.eks. købe ind, besøge venner etc.)	0	0,0%
Andet:	10	6,4%
Ved ikke	3	1,9%
I alt	157	100,0%

Forestil dig, at du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. tæt trafik i Limfjords-tunnelen, der vil forlænge din tur med 10 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...inden du tager af sted til arbejde om morgenen: - Andet:
Det kommer an på hvor nødvendigt min tilstedeværelse er om morgenen
Tager færgen Hals - Egense
tager nedkørslen tættere på tunnelen
kører alligevel, da køen ofte er opløst inden jeg når tunnelen.
Afvente situationen og lytte til radioen om hvornår der er frit igen
Jeg vill vælge at køre længere ned i Nrsb. til en senere tilkørsel (lige før tunnellen)
tager den nederste tilkørsel
Har ikke mkn mobil tændt når jeg kører
lytter til trafikmeldinger i radioen
Aggersund og syd om fjorden

Forestil dig, at du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. tæt trafik i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 10 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...efter du er taget af sted til arbejde om morgenen:

	Respondenter	Procent
Kører alligevel som du har planlagt	109	69,4%
Kører ad Limfjords-broen	32	20,4%
Venter 15-30 min. inden du kører	4	2,5%
Venter 30-60 min. inden du kører	1	0,6%
Andre gøremål (f.eks. købe ind, besøge venner etc.)	1	0,6%
Andet:	6	3,8%
Ved ikke	4	2,5%
I alt	157	100,0%

Forestil dig, at du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. tæt trafik i Limfjords-tunnelen, der vil forlænge din tur med 10 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...efter du er taget af sted til arbejde om morgenen: - Andet:
Prøver at finde en alternativ rute
do
tager nedkørslen tættere på tunnelen
Kører alligevel, det kan ikke betale sig, at køre af broen. Der er total kaos i disse situationer.
Bliver nord for fjorden
10 min er helt normal ventetid - der skal annonceres om 30 min før jeg vil køre gennem byen der jo i disse tilfælde giver større kaos, når man som mig arbejder (og bor) lige på den anden side af tunnellen

Forestil dig, at du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. tæt trafik i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 10 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...inden du tager af sted fra arbejde om eftermiddagen:

	Respondenter	Procent
Kører alligevel som du har planlagt	38	25,9%
Kører ad Limfjords-broen	22	15,0%
Venter 15-30 min. inden du kører	58	39,5%
Venter 30-60 min. inden du kører	19	12,9%
Andre gøremål (f.eks. købe ind, besøge venner etc.)	3	2,0%
Andet:	5	3,4%
Ved ikke	2	1,4%
I alt	147	100,0%

Forestil dig, at du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. tæt trafik i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 10 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...inden du tager af sted fra arbejde om eftermiddagen: - Andet:

afh. af børneafhentning

Tager færgen Egense - Hals

arbejder lidt længere

tager den nederste tilkørsel

Syd om fjorden og Aggersundbroen

Kører ad Budumvej og kommer til nedkørslen lige før tunnelen

Forestil dig, at du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. tæt trafik i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 10 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...efter du er taget af sted fra arbejde om eftermiddagen:

	Respondenter	Procent
Kører alligevel som du har planlagt	91	61,9%
Kører ad Limfjords-broen	30	20,4%
Venter 15-30 min. inden du kører	8	5,4%
Venter 30-60 min. inden du kører	2	1,4%
Andre gøremål (f.eks. købe ind, besøge venner etc.)	9	6,1%
Andet:	3	2,0%
Ved ikke	4	2,7%
I alt	147	100,0%

Forestil dig, at du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. tæt trafik i Limfjords-tunnelen, der vil forlænge din tur med 10 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...efter du er taget af sted fra arbejde om eftermiddagen: - Andet:
Prøver at finde en alternativ rute
hvis jeg ikke er kommet på motorvejen kan jeg tage broen
kører ad Budumvej og kommer ned til frakørslen lige for tunnelen

Du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. uheld i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 30 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...inden du tager af sted til arbejde om morgenen:

	Respondenter	Procent
Kører alligevel som du har planlagt	17	11,0%
Kører ad Limfjords-broen	40	26,0%
Venter 15-30 min. inden du kører	41	26,6%
Venter 30-60 min. inden du kører	23	14,9%
Venter til du får at vide at køen er opløst (f.eks. fra endnu en SMS)	19	12,3%
Andre gøremål (f.eks. købe ind, besøge venner etc.)	1	0,6%
Andet:	11	7,1%
Ved ikke	2	1,3%
I alt	154	100,0%

Du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. uheld i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 30 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...inden du tager af sted til arbejde om morgenen: - Andet:
Tage færgen
venter til der er klar bane
Arbejder hjemme / holder fri
Vurdere køen og evt. tager broen
Tager cyklen
nederste tilkørsel
Har ikke min mobil tændt når jeg kører
Kører normalt som planlagt og afventer trafikinfo via P4
Tage Færge
forsøge at arbejde hjemmefra og kører på et senere tidspunkt.
Aggersundbroen

Du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. uheld i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 30 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...efter du er taget af sted til arbejde om morgenen:

	Respondenter	Procent
Kører alligevel som du har planlagt	55	35,7%
Kører ad Limfjords-broen	68	44,2%
Venter 15-30 min. inden du kører	3	1,9%
Venter 30-60 min. inden du kører	2	1,3%
Venter til du får at vide at køen er opløst (f.eks. fra endnu en SMS)	6	3,9%
Andre gøremål (f.eks. købe ind, besøge venner etc.)	3	1,9%
Andet:	12	7,8%
Ved ikke	5	3,2%
I alt	154	100,0%

Du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. uheld i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 30 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...efter du er taget af sted til arbejde om morgenen: - Andet:
bande
det kommer an på hvor i trafikken jer er
vender om
Kører ud i køen. Broen og byen er forlængst i total kaos.
tager en anden afkørsel tættere på tunnellen
Arbejder hjemme / holder fri
Vurdere køen og evt. tager broen
Køre hjem og afvente
Forsøger at komme til den sidste tilkørsel i sydgående retning
nederste tilkørsel
Kører normalt som planlagt og afventer trafikinfo via P4
Overveje at tage Hals-Egense færgeren

Du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. uheld i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 30 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...inden du tager af sted fra arbejde om eftermiddagen:

	Respondenter	Procent
Kører alligevel som du har planlagt	12	8,3%
Kører ad Limfjords-broen	30	20,8%
Venter 15-30 min. inden du kører	35	24,3%
Venter 30-60 min. inden du kører	37	25,7%
Venter til du får at vide at køen er opløst (f.eks. fra endnu en SMS)	21	14,6%
Andre gøremål (f.eks. købe ind, besøge venner etc.)	2	1,4%
Andet:	4	2,8%
Ved ikke	3	2,1%
I alt	144	100,0%

Du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. uheld i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 30 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...inden du tager af sted fra arbejde om eftermiddagen: - Andet:
Tage færgen
Vurdere køen og evt. tager broen
nederste tilkørsel
Aggersundbroen

Du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. uheld i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 30 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...efter du er taget af sted fra arbejde om eftermiddagen:

	Respondenter	Procent
Kører alligevel som du har planlagt	48	33,3%
Kører ad Limfjords-broen	57	39,6%
Venter 15-30 min. inden du kører	3	2,1%
Venter 30-60 min. inden du kører	3	2,1%
Venter til du får at vide at køen er opløst (f.eks. fra endnu en SMS)	7	4,9%
Andre gøremål (f.eks. købe ind, besøge venner etc.)	18	12,5%
Andet:	5	3,5%
Ved ikke	3	2,1%
I alt	144	100,0%

Du modtager en SMS med besked om, at der er kø pga. uheld i Limfjordstunnelen, der vil forlænge din tur med 30 minutter. Hvad gør du hvis, du modtager beskeden kort...: - ...efter du er taget af sted fra arbejde om eftermiddagen: - Andet:

igen kommer det and på hvor jer er i trafikken

vender om hvis muligt

vurdere køen og evt. tager broen

nederste tilkørsel

Overveje at tage Hals-Egense færgen

Ville du være interesseret i en SMS-service, der informerer dig om kø pga. uheld i Limfjordstunnelen?

	Respondenter	Procent
Ja	126	81,8%
Nej	13	8,4%
Ved ikke	15	9,7%
I alt	154	100,0%

Er du også villig til at betale for en sådan SMS-service?

	Respondenter	Procent
Nej	58	46,0%
Ja, under 1 kr. pr. SMS	43	34,1%
Ja, 1-2 kr. pr. SMS	16	12,7%
Ja, 3-5 kr. pr. SMS	1	0,8%
Ved ikke	8	6,3%
I alt	126	100,0%

Ville du være interesseret i en sådan service?

	Respondenter	Procent
Ja	95	61,7%
Nej	30	19,5%
Ikke relevant	16	10,4%
Ved ikke	13	8,4%
I alt	154	100,0%

Er du også villig til at betale for en sådan "pop-up"-service?

	Respondenter	Procent
Nej	58	61,1%
Ja, 10 kr. om måneden	24	25,3%
Ja, 30 kr. om måneden	0	0,0%
Ja, 50 kr. om måneden	0	0,0%
Ved ikke	13	13,7%
I alt	95	100,0%

Er du bekendt med hjemmesiden?

	Respondenter	Procent
Ja	103	66,9%
Nej	46	29,9%
Ved ikke	5	3,2%
I alt	154	100,0%

Benytter du dig af informationerne?

	Respondenter	Procent
Ja, hver dag	3	2,9%
Ja, et par gange om ugen	10	9,7%
Ja, et par gange om måneden	29	28,2%
Ja, ved specielle lejligheder som f.eks, hvis jeg skal nå et tog, fly el. andet	32	31,1%
Nej	29	28,2%
I alt	103	100,0%

Overvejer du at bruge et andet transportmiddel til og fra arbejde?

	Respondenter	Procent
Ja	19	12,3%
Nej	135	87,7%
Ved ikke	0	0,0%
I alt	154	100,0%

Hvilket? Sæt gerne flere markeringer.

	Respondenter	Procent
Offentlig transport	8	42,1%
Cykel	13	68,4%
Samkørsel	2	10,5%
Andet:	3	15,8%
I alt	19	100,0%

Hvilket? Sæt gerne flere markeringer.

Tog

men det kræver udbygning. - idag tager det alt for lang tid at komme på arbejde hvis jeg benytter offentlig transport

Alt andet er ikke muligt - jeg bor lige ved tilkørslen til motorvejen og arbejder lige efter fra-kørslen. Busforbindelsen er totalt umulig fordi jeg bor/arbejder i yderområder.

Hvilke tiltag kan få dig til at skifte til den offentlige transport til og fra arbejde? Sæt gerne flere markeringer.

	Respondenter	Procent
Prisen på den offentlige transport bliver konkurrencedygtig med bilen	3	37,5%
Rejsetiden på den offentlige transport bliver konkurrencedygtig med bilen	6	75,0%
Bedre komfort i den offentlige transport f.eks. flere siddepladser	0	0,0%
Ved ikke	0	0,0%
Andet:	1	12,5%
I alt	8	100,0%

Hvilke tiltag kan få dig til at skifte til den offentlige transport til og fra arbejde? Sæt gerne flere markeringer.

Aalborg kommune har næste nedlagt metrobussen gennem tunnellen. Denne rute skal have 5-10 min drift både morgen og eftermiddag for at det er relevant at tage bussen.

Hvilke tiltag kan få dig til at begynde at cykle til og fra arbejde? Sæt gerne flere markeringer.

	Respondenter	Procent
Forbedrede cykelstier samt vedligeholdelse	7	53,8%
Mulighed for bad på arbejdspladsen	2	15,4%
Sundhedskampagner som f.eks. Vi cykler til arbejde	3	23,1%
Ved ikke	1	7,7%
Andet:	4	30,8%
I alt	13	100,0%

Hvilke tiltag kan få dig til at begynde at cykle til og fra arbejde? Sæt gerne flere markeringer.
Lysten til at cykle i sommerhalvåret
Jeg cykler ofte - og altid om sommeren. Det er dog lidt problematisk om vinteren af flere årsager.
Hvis min man havde bedre mulighed for at aflevere og hente vores søn i dagpleje.
Bedre til dvs, at mine børn skal være større først, så det er først relevant om ca. 5 år. Jeg har så langt at cykling kun er relevant om sommeren. Hvis det blev muligt at cykle gennem tunnelen, ville jeg kraftig overveje at cykle. (Hvorfor kan motorvejsplanlægning ikke kombineres med stiplanlægning?)

Hvilke tiltag kan få dig til at benytte samkørsel til og fra arbejde? Sæt gerne flere markeringer.

	Respondenter	Procent
Mere oplysning om muligheder som f.eks. www.pendlernet.dk	2	100,0%
Større opmærksomhed på emnet fra virksomhedens side	2	100,0%
Ved ikke	0	0,0%
Andet:	1	50,0%
I alt	2	100,0%

Hvilke tiltag kan få dig til at benytte samkørsel til og fra arbejde? Sæt gerne flere markeringer.
Jeg har forsøgt mig med samkørsel, men har følt mig til besvær ved at skulle spørge om lift - har ikke fundet en køremakker at lave en fast aftale med på trods af opslag i kantinen.

Hvorfor ikke? Sæt gerne flere markeringer.

	Respondenter	Procent
Bruger bil i forbindelse med arbejde	33	24,4%
Bruger bilen til ærinder på turen til og fra arbejde (henter og bringer børn, indkøb etc.)	58	43,0%
Lægger vægt på bilens komfort og frihed	45	33,3%
Den offentlige transport er for dyr	23	17,0%
Tidsforbruget med den offentlige transport til og fra arbejdspladsen er for stor	118	87,4%
Køreplanen for den offentlige transport passer ikke med arbejdstiderne	48	35,6%
Ruterne for den offentlige transport ligger ikke i nærheden af hjem/arbejdsplads	36	26,7%
Der er for langt at cykle	86	63,7%
For dårlige forhold for cyklister mellem hjem og arbejde	9	6,7%
Føler mig uhygiejnisk, når jeg kommer frem til arbejdspladsen efter cykelturen	9	6,7%
Samkørsel med f.eks. kollegaer er ikke en mulighed for mig	46	34,1%
Vil ikke være afhængig af andre i forbindelse med samkørsel	58	43,0%
Andet:	14	10,4%
I alt	135	100,0%

Hvorfor ikke? Sæt gerne flere markeringer.
Primært pga at jeg har 2 små børn der skal afleveres og det ene barn skal afleveres i nabo-byen i dagpleje inden afgang, hvilket gør off.transport umuligt. Ellers god busforbindelse men dog med langt tidsforbrug.
Køresyge ved transport med offentlige transportmidler...
a
Den primære årsag er, at jeg arbejder som konsulent og derfor har brug for bil i forbindelse med mit arbejde.
Brug af offentlig transport forlænger min transporttid med min. 30 minutter hver vej.
Hvis togtider blev koordineret med busdriften i Aalborg, ville jeg meget gerne bruge offentlig transport. Men ikke en ventetid i Aalborg på 30 min. 2 gange om dagen.
offentlig transport nødvendiggør 2 skift (3 ventetider) hver vej på arbejde. Kan ikke accepteres
Kan ikke tage offentlige transportmidler grundet handicap
Har en medkørende.
Bor i landdistrikt og der er ikke offentlig transport.
Det vil ikke være muligt at tage offentlig transport fra min bopæl til jobbet indenfor en rimelig samlet arbejdstid. Har forsøgt at finde nogen at køre sammen med, men der er kun få på min hjemegn, der kører så langt.
Hvis der var en direkte forbindelse fra Frederikshavn til Aalborg Øst med offentlig transportmiddel, ville jeg overveje at benytte den. Men tog og busser går alle ind til Kennedy Plads, hvor man skal skifte til bus og derefter til Aalborg Øst. Tidsforbruget for mig et 1 time 45 minutter hver vej, i bil 45 minutter hver vej. Jeg skal altså bruge 2 timer ekstra hver dag, hvis jeg vil benytte offentlig transport.
Hvis man skal tage det offentlige er problemerne de samme de vil også komme til at køre i kø. Det tager simplethen for lang tid med det offentlige.
skal aflevere og hente børn

Hvad er dit køn?

	Respondenter	Procent
Mand	54	35,1%
Kvinde	100	64,9%
I alt	154	100,0%

Hvad er din alder?

	Respondenter	Procent
Under 18 år	0	0,0%
18-25 år	3	1,9%
26-35 år	33	21,4%
36-45 år	60	39,0%
46-55 år	38	24,7%
56-65 år	19	12,3%
Over 65 år	1	0,6%
I alt	154	100,0%

Er du ansat med en flextidsordning?

	Respondenter	Procent
Ja	119	77,3%
Nej	35	22,7%
I alt	154	100,0%

Hvordan er du aflønnet?

	Respondenter	Procent
Timelønnet	11	7,1%
Funktionærlønnet	134	87,0%
Joblønnet	7	4,5%
Andet	2	1,3%
I alt	154	100,0%

Hvordan er du aflønnet?

Hvad betyder mon joblønnet? Jeg er månedslønnet - og ja, jeg får min løn for at passe mit job....

Overenskomstansat

Hvor mange personer over 18 år er der i husstanden?

	Respondenter	Procent
0	7	4,5%
1	28	18,2%
2	98	63,6%
3	21	13,6%
4	0	0,0%
5	0	0,0%
Over 5	0	0,0%
I alt	154	100,0%

Hvor mange personer under 18 år er der i husstanden?

	Respondenter	Procent
0	63	40,9%
1	29	18,8%
2	53	34,4%
3	8	5,2%
4	1	0,6%
5	0	0,0%
Over 5	0	0,0%
I alt	154	100,0%

Hvad er husstandens samlede indkomst?

	Respondenter	Procent
0-199.999	0	0,0%
200.000-399.999	14	9,1%
400.000-599.999	41	26,6%
600.000-799.999	50	32,5%
800.000-999.999	27	17,5%
> 1.000.000	6	3,9%
Ønsker ikke at oplyse	16	10,4%
I alt	154	100,0%

Hvor mange biler er der i husstanden?

	Respondenter	Procent
0 stk.	0	0,0%
1 stk.	75	48,7%
2 stk.	73	47,4%
Flere end 2 stk.	6	3,9%
I alt	154	100,0%

Hvor mange cykler til voksne er der i husstanden?

	Respondenter	Procent
0 stk.	2	1,3%
1 stk.	41	26,6%
2 stk.	69	44,8%
3 stk.	25	16,2%
Flere end 3 stk.	17	11,0%
I alt	154	100,0%

Bilag H: Udviklingen ved Limfjordstunnelen

