

STF22 A04300 - Åpen

RAPPORT



Fremkommelighet i høytrafikkerte gater

Betydning av lavere fartsgrenser

SINTEF Bygg og miljø

Veg og samferdsel

Januar 2004

**SINTEF****SINTEF Bygg og miljø**
Veg og samferdselPostadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Klæbuveien 153
Telefon: 73 59 46 60
Telefaks: 73 59 46 56

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Fremkommelighet i høytrafikkerte gater –
betydning av reduserte fartsgrenser**

FORFATTER(E)

Terje Giæver og Arvid Aakre

OPPDRAGSGIVER(E)

Statens vegvesen, Veg og trafikkfaglig senter

RAPPORTNR. STF22 A04300	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Odd Nygård	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-03165-6	PROSJEKTNR. 22323200	ANTALL SIDER OG BILAG 65
ELEKTRONISK ARKIVKODE SINTEF RAPPORT.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Terje Giæver <i>Terje Giæver</i>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Torgeir Vaa <i>Torgeir Vaa</i>
ARKIVKODE 223232	DATO 2004-01-26	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Tore Knudsen <i>Tore Knudsen</i>	

SAMMENDRAG

Håndbok 017 Veg- og gateutforming skal revideres, og det skal ses spesielt på utforming av veger og gater i byer og tettbygde strøk. En av inngangsparametrene i den nye håndboken vil være fartsgrenser. I denne sammenheng vil blant annet valg av fartsgrenser i bystrøk stå sentralt.

Denne rapporten inneholder blant annet en litteraturstudie som dokumenterer hvordan fartsgrensereduksjoner i tettbygd strøk virker inn på fart og ulykker. Videre er det gjennomført reisetidsmålinger for å dokumentere hvordan eventuelle nedsatte fartsgrenser påvirker reisetiden på utvalgte vegstrekninger. Disse målingene er gjort på deler av gatenettet i Trondheim sentrum.

Det er dokumentert at reduserte fartsgrenser innenfor tettbygd strøk har positiv effekt på både fartsnivå og ulykker, men det er ikke funnet dokumentasjon med hensyn på reisetid.

Våre reisetidsmålinger viser at reisetiden øker relativt lite ved reduserte fartsgrenser. Dette betyr at reduserte fartsgrenser innenfor tettbygd strøk vil ha liten innvirkning på fremkommeligheten, og spesielt gjelder dette i rushtiden.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Veg og samferdsel	Road and Transport
GRUPPE 2	Trafikk	Traffic
EGENVALGTE	Kapasitet	Road Capacity
	Bygater	Urban Roads

FORORD

Statens vegvesen sin Håndbok 017: *Veg- og gateutforming* inngår sammen med flere andre håndbøker som en del av vegnormalene. Gjeldende Håndbok 017 skriver seg fra 1993, og det pågår nå et arbeid med å revidere denne håndboken. Statens vegvesen har engasjert avdeling for Veg og samferdsel ved SINTEF Bygg og miljø til å gjennomføre flere analyser og utredninger som grunnlag for dette revisjonsarbeidet.

I foreliggende rapport er det sett nærmere på hvordan reduserte fartsgrenser i byer og tettbygde områder påvirker kapasitet og avviklingsforhold på høytrafikkerte gater. For å dokumentere sammenhenger er det gjennomført litteratursøk, og foretatt egne reisetidsmålinger.

Odd Nygård har vært prosjektansvarlig hos oppdragsgiver. Hos SINTEF har Arvid Aakre og Terje Giæver arbeidet med prosjektet, med sistnevnte som prosjektleder. Børge Bang har stått for bearbeiding av reisetidsmålingene. Arbeidet er utført i perioden fra juni 2003 til januar 2004.

SINTEF Bygg og miljø
Avdeling Veg og samferdsel



Tore Knudsen
Forskningsjef

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD

INNHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG

1	Innledning	11
1.1	Bakgrunn	11
1.2	Målsetting	11
2	Generelt om kapasitet og avvikling i bygater.....	12
2.1	Begrep og definisjoner	12
2.2	Sammenheng mellom ulike parametre	15
2.3	Kryss og strekninger.....	17
3	Litteraturstudium	20
3.1	Fartsgrensekriterier i byer og tettsteder.....	20
3.2	Effekt av fartsgrensereduksjon på fart og ulykker	21
3.3	Reisetidsmålinger i byområder.....	23
3.4	Fartsgrenser og kapasitet.....	23
4	Reisetidsmålinger	24
4.1	Innledning.....	24
4.2	Beskrivelse av kjørerute	24
4.3	Opplegg og gjennomføring	25
4.4	Detaljerte resultater	27
5	Konklusjon og oppsummering.....	52
6	Litteratur	55

Vedlegg 1: Fartsgrensekriterier i byer og tettsteder.

Vedlegg 2: Detaljerte resultater fra reisetidsmålinger i september 2003. Forstudie.

SAMMENDRAG

Bakgrunn

Håndbok 017 Veg- og gateutforming skal revideres, og det skal ses spesielt på utforming av veger og gater i byer og tettbygde strøk. En av inngangsparametrene i den nye håndboken vil være fartsgrenser. I denne sammenheng vil blant annet valg av fartsgrenser i bystrøk stå sentralt.

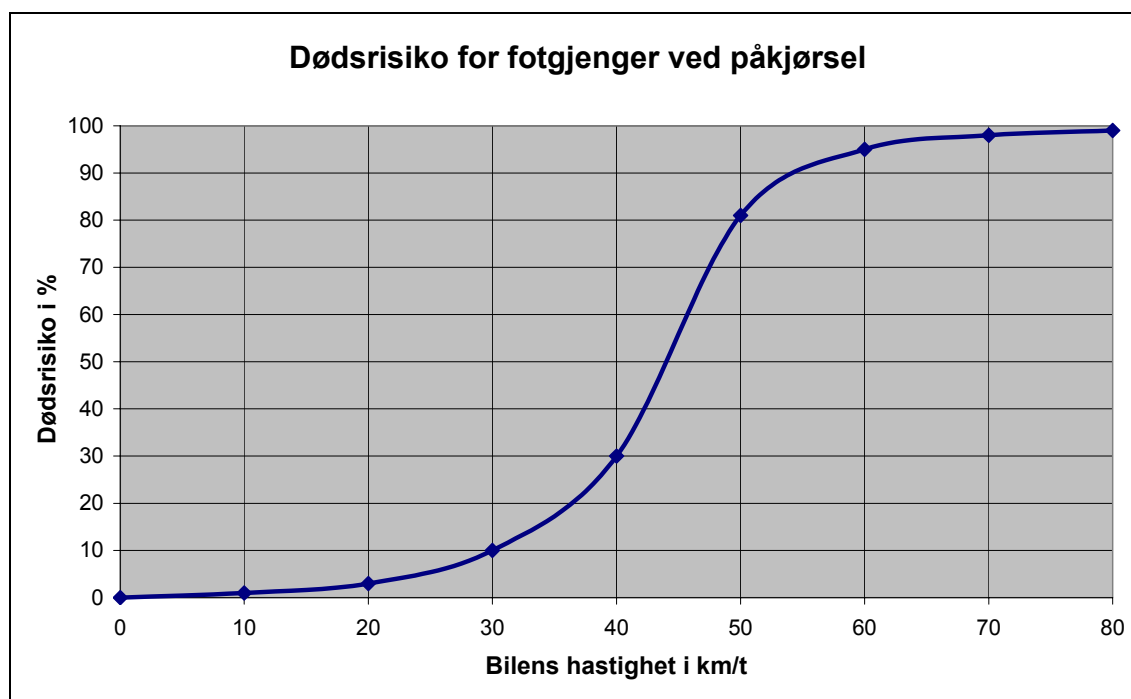
Denne rapporten inneholder blant annet en litteraturstudie som dokumenterer hvordan fartsgrensereduksjoner i tettbygd strøk virker inn på fart og ulykker. Videre er det gjennomført reisetidsmålinger for å dokumentere hvordan eventuelle nedsatte fartsgrenser påvirker reisetiden på utvalgte vegstrekninger. Disse målingene er gjort på deler av gatenettet i Trondheim sentrum. Den aktuelle strekningen er E6 gjennom Trondheim og har en ÅDT på mellom 17.000 og 35.000.

Litteraturstudium

Generelt sett foreligger det mye dokumentasjon på virkningen av endrede fartsgrenser, både på fartsnivå og ulykker. Når det gjelder fartsgrensereduksjoner innenfor tettbygd strøk er det dokumentert reduksjon i personskadeulykkene på mellom 10 og 50%. Endringene vil i stor grad være avhengig av den fartsreduksjon man oppnår. Fartsreduksjonen en kan oppnå er videre svært avhengig av fartsnivået i utgangspunktet.

I den tyske byen Darmstadt ble det i løpet av 1980-årene gjennomført omfattende forsøk med 30 km/t soner. Forsøkene viste at gjennomsnittsfarten ble redusert med 10-15% innenfor sonene.

Både i en brosjyre fra Vägverket (L11) og på Statens vegvesens internettsider (L12) gis det en oversikt over risikoen for at en gående skal bli drept ved påkjørsel av bil ved ulike hastigheter. Ved 70 km/t er risikoen nærmere 100%. Ved 50 km/t er risikoen fortsatt nokså høy med drøyt 80%. Det er viktig å legge merke til at risikoen endres fra 80 og helt ned til 30 % ved en ytterligere reduksjon i farten fra 50 til 40 km/t. Ved 30 km/t er risikoen i størrelsesorden 10%.



Systematiske reisetidsmålinger som er foretatt i sentrumsområdene av de største byene i Norge viser at fartsnivået i rushperiodene er relativt lavt. Resultatene indikerer at det vil ha liten betydning for reisetiden i disse periodene dersom en setter ned fartsgrensen fra 50 til 30 km/t. Det er imidlertid ikke funnet dokumentasjon på endringer i reisetid ved reduksjon av fartsgrensen.

Gjennom litteratursøket er det heller ikke funnet dokumentasjon som går direkte på sammenhengen mellom fartsgrense og kapasitet i bystrøk. Dette indikerer at fartsgrensen har liten innvirkning på kapasiteten i bystrøk, hvor en i utgangspunktet har lavt fartsnivå.

Reisetidsmålinger

I dette prosjektet er det foretatt reisetidsmålinger for å dokumentere eventuelle effekter nedsatt fartsgrense i bystrøk har på reisetid og forsinkelse. Det er både kjørt etter gjeldende fartsgrense, og etter en fiktiv nedsatt fartsgrense. Ved kjøring etter gjeldende fartsgrense er det kjørt med en hastighet som er subjektivt oppfattet som gjennomsnittshastighet for trafikkstrømmen. Ved kjøring etter en fiktiv nedsatt fartsgrense har føreren forsøkt å ikke overskride denne fartsgrensen. Alle målinger er foretatt på en 4,1 km lang kjørerute gjennom Trondheim sentrum.

Tabellen på nedenfor viser fartsgrense på de ulike strekningene, og den teoretiske reisetida dersom en holder de angitte fartsgrensene på hver enkelt delstrekning. Dette forutsetter altså konstant hastighet uten stopp i kryss osv. Til høyre i tabellen ser vi differansen i teoretisk reisetid mellom de to alternativene. I praksis vil den reelle økningen i reisetid være vesentlig mindre enn dette.

Strekning	Lengde [meter]	Ved dagens fartsgrense		Ved redusert fartsgrense		Teoretisk potensiale for økning i reisetid [sek]
		Fartsgrense [km/t]	Teoretisk reisetid [sek]	Fartsgrense [km/t]	Teoretisk reisetid [sek]	
Siemens-Byporten	1000	60	60	50	72	12
Byporten-Bispegata	1500	50	108	40	135	27
Bispegata-Bakke bro	1600	50	115	30	192	77
Hele strekningen	4100	-	283	-	399	116

Resultatene fra reisetidsmålingene viser at når det gjelder akkumulert reisetid i ettermiddagsrushet ser det ikke ut til at det er noen systematisk forskjell mellom de to alternativene dagens og redusert fartsgrense. Det er imidlertid stor spredning i reisetid mellom de enkelte turene, og dette viser at avviklingsforholdene varierer mye innenfor rushperioden. Enkelte kryss står for en relativt stor andel av reisetiden.

På kveldstid er det mindre spredning i reisetidene, men det er en viss tendens til noe lengre reisetid ved redusert fartsgrense sammenlignet med dagens fartsgrense. Også i denne perioden er relativt mye av reisetiden knyttet til forsinkelser i enkelte kryss. Spesielt gjelder dette ved redusert fartsgrense. Samkjøringen av signalanleggene er tilpasset dagens fartsnivå. Dersom signalanleggene hadde vært tilpasset en redusert fartsgrense ville forsinkelsene i kryssene ha blitt mindre.

Fartsprofilen for hver enkelt tur viser generelt at kjørefarten blir jevnere ved redusert fartsgrense. Dette skjer ved at "toppene" reduseres og dels at de laveste hastighetene blir noe høyere sammenlignet med fartsprofilen ved dagens fartsgrense. Spesielt gjelder dette for kveldsperioden. I ettermiddagsrushet er forskjellene i fartsprofilen noe mindre for de to alternativene.

Det er også sett på hvordan kjøretid og stopptid varierer ved dagens og redusert fartsgrense for hver enkelt tur. I ettermiddagsrushet er det relativt sett liten variasjon i kjøretid i de ulike alternativene. Variasjonen i stopptid er noe større, og dette skyldes trolig oppbyggingen av signalprogrammene i kryssene og tilpasning til dagens fartsnivå.

På kveldstid er også liten variasjon i kjøretiden i de ulike alternativene. Det er videre noe mindre variasjon i stopptidene om kvelden enn i ettermiddagsrushet.

Det er liten forskjell i gjennomsnittlig kjøretid og gjennomsnittlig stopptid i retning mot Midtbyen i ettermiddagsrushet for de to alternativene. I retningen fra Midtbyen er resultatene noe mer sprikende, men dette kan skyldes tilfeldigheter. I Midtbyen får vi noe økt kjøretid ved redusert fartsgrense, men på den andre siden får vi reduksjon i stopptiden. På strekningen Bispegata-Byporten får vi redusert kjøretid ved redusert fartsgrense. Dette skyldes nok at en i større grad har ”unngått” rushtidstoppen ved redusert fartsgrense.

På kveldstid fører redusert fartsgrense til noe lengre reisetid. Det er liten variasjon i stopptidene, og det meste av forsinkelsene er knyttet til strekningen i Midtbyen.

Med utgangspunkt i de gjennomførte kjørtidsmålingene har vi innført et begrep som vi har kalt ”potensiale for økning i reisetid”. Med dette mener vi differansen mellom målt reisetid med dagens fartsgrense og en reisetid basert på at en aldri kjører fortere enn redusert fartsgrense. Med basis i de turene som er foretatt med dagens fartsgrense utgjør ”potensiale for økning i reisetid” hvor mye reisetiden øker dersom en innfører en redusert fartsgrense.

Reisetiden gjennom Midtbyen vil med utgangspunkt i våre målinger øke slik dersom fartsgrensen reduseres

- fra 60 til 50 km/t på strekningen Siemens-Byporten (1,1 km)
- fra 50 til 40 km/t på strekningen Byporten-Bispegata (1,5 km)
- fra 50 til 30 km/t på strekningen Bispegata-Bakke bro (1,6 km)

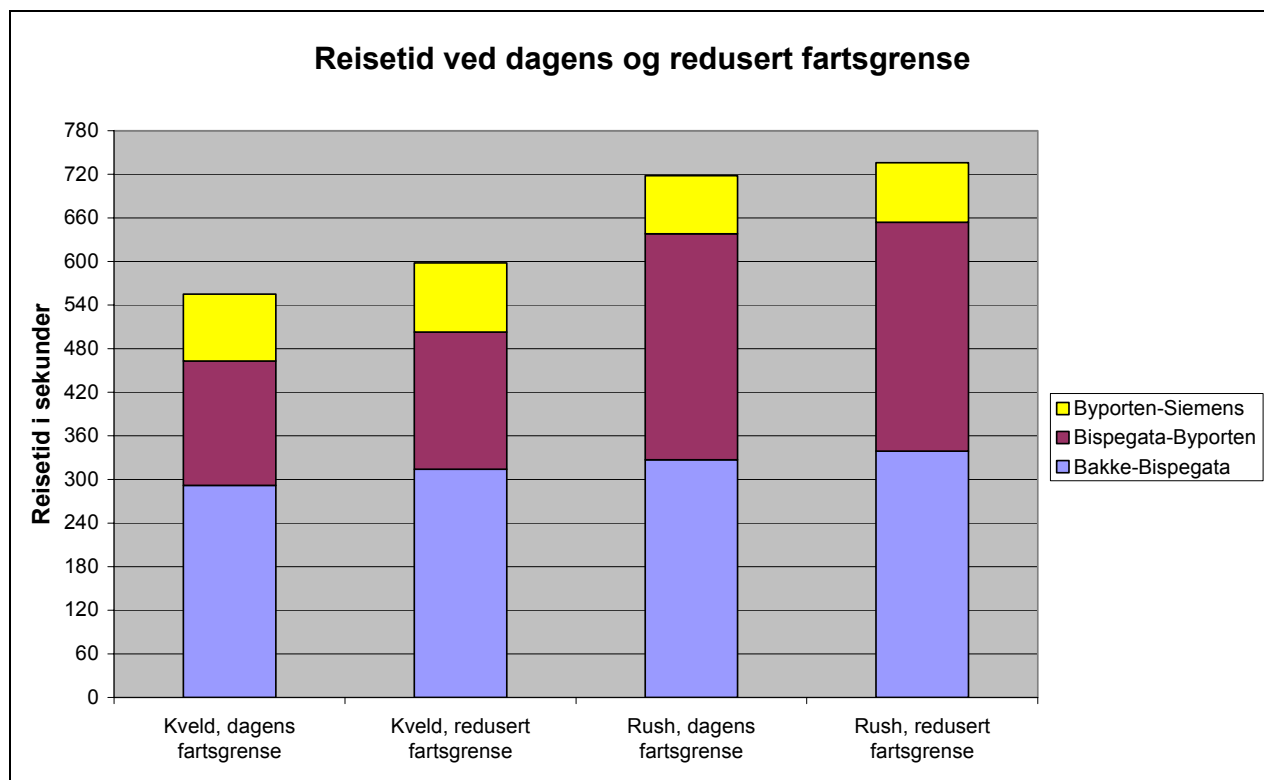
Strekning	Økning i reisetid i sekunder, gjennomsnitt (variasjon)			
	Ettermiddagsrush		Kveld	
	Mot Midtbyen	Fra Midtbyen	Mot Midtbyen	Fra Midtbyen
Siemens-Byporten	5 (2-8)	2 (1-3)	3 (2-5)	3 (1-6)
Byporten-Bispegata	10 (9-12)	4 (1-8)	15 (7-18)	18 (14-24)
Bispegata-Bakke bro	17 (8-26)	12 (7-17)	23 (16-32)	22 (14-33)
Hele strekningen	32 (25-40)	18 (8-24)	41 (30-52)	43 (35-60)

Verdiene i denne tabellen kan sammenlignes med de teoretiske maksimalverdiene for økning i reisetid som vist i tabellen på forrige side. Som forventet er de målte verdiene vesentlig lavere enn de teoretiske maksimalverdiene.

Våre reduserte fartsgrenser utgjør ca 40 sekunder lengre reisetid på hele strekningen fra Siemens til Bakke bro ved lav trafikkbelastning. I rushtida kan denne økningen gå ned mot halvparten av dette. Dette må vurderes i forhold til dagens reisetid på strekningen som varierer fra 9 til 10 minutter på kvelden og fra 10 til 18 minutter i rushtiden.

Særlig i rushtiden vil en redusert fartsgrense få en meget beskjeden betydning for framkommeligheten på strekningen.

I figuren nedenfor er det vist hvordan redusert fartsgrense virker inn på total reisetid for retningen fra Midtbyen. I rushtiden øker reisetiden med kun 18 sekunder der reisetiden i utgangspunktet er 12 minutter. På kveldstid øker reisetiden med 43 sekunder fra et utgangspunkt på drøyt 9 minutter.



1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Håndbok 017 Veg- og gateutforming skal revideres, og det skal ses spesielt på utforming av veger og gater i byer og tettbygde strøk. En av inngangsparametrene i den nye håndboken vil være fartsgrenser. I denne sammenheng vil blant annet valg av fartsgrenser i bystrøk stå sentralt.

Nullvisjonen, dvs. visjonen om 0 drepte og varig skadde i trafikken, ligger til grunn for revideringen av håndbok 017. Det er dokumentert klare sammenhenger mellom fartsnivå og skadegrad. Et fartsnivå på for eksempel 30 eller 40 km/t kontra 50 og 60 km/t vil redusere både syklisters og fotgjengeres sjanse for å bli drept i en kollisjon med bil dramatisk. Reduserte fartsgrenser vil derfor kunne være et meget aktuelt trafikksikkerhetstiltak i bystrøk.

På den andre siden er det uttrykt en bekymring for at reduserte fartsgrenser kan få negative konsekvenser for kapasitets- og avviklingsforhold på vegnettet.

1.2 Målsetting

En av målsettingene med dette prosjektet er å foreta en litteraturstudie for å finne dokumentasjon på hvordan lavere fart i bystrøk kan påvirke kapasitet og avviklingskvalitet på høytrafikkerte gater.

Videre skal det gjennomføres egne reisetidsmålinger for å dokumentere hvordan eventuelle nedsatte fartsgrenser påvirker avviklingsforholdene på utvalgte vegstrekninger. Dette er mest interessant på veger som i utgangspunktet har fartsgrenser på 50 og 60 km/t. De mest aktuelle nedsatte fartsgrensene vil være 30 og 40 km/t.

Følgende spørsmål vil være sentrale:

- Vil redusert fartsgrense påvirke vegens kapasitet?
- Hvordan påvirker fartsgrensen reisetiden?
- Hvordan påvirkes reisetiden i ulike trafikksituasjoner (høy- eller lavtrafikk)?
- Hvilken betydning har ulike kryssløsninger?

Det skal også gis en oversikt over begrep, sammenhenger og metoder knyttet til vurdering av kapasitets- og avviklingsforhold i bygater. I tilknytning til dette skal det blant annet vises hvordan krysstyper, trafikksammensetning, forkjøringsregulering, gatebredder, kantparkering osv. kan ha betydning.

2 Generelt om kapasitet og avvikling i bygater

2.1 Begrep og definisjoner

I et trafikksystem vil det oppstå konflikter mellom ulike trafikanter og trafikkstrømmer. Disse konfliktene løses gjennom regulering og utforming, men i tillegg må vi ta hensyn til trafikantatferd. Uansett vil konfliktene føre til at det i perioder oppstår køer og forsinkelser i deler av trafikksystemet. Trafikantene vil subjektivt oppfatte avviklingskvaliteten som mer eller mindre god.

Kapasitet innen trafikkavvikling kan defineres som:

Det maksimale antall kjøretøy som med rimelighet kan forventes å passere et punkt eller en strekning i løpet av et gitt tidsrom under de rådende veg-, trafikk- og reguleringsforhold.

Her er det spesielt viktig å merke seg formuleringen ”rådende veg-, trafikk- og reguleringsforhold”. Det vil si at kapasitet ikke er en ”naturgitt konstant”, men kapasiteten vil være en dynamisk størrelse som endrer seg avhengig av en rekke ytre forhold. Det er også store muligheter for at vi som trafikanter kan påvirke kapasiteten gjennom vår atferd i trafikken.

Dersom trafikkbelastningen er større enn kapasiteten, vil dette føre til overbelastning. Dette fører igjen til kø, forsinkelse og dårlig avviklingskvalitet. Men redusert avviklingskvalitet er ikke nødvendigvis koblet til at trafikkbelastningen er større enn kapasiteten. Selv om vi ligger godt under kapasitetsgrensa, så vil det oppstå konflikter mellom kjøretøy. Dette kan føre til kø og forsinkelse, og dette vil oppfattes som en redusert avviklingskvalitet.

Individuelt for hver enkelt fører kan vi ofte knytte begrepet avviklingskvalitet til grad av ”manøvreringsfrihet”. Dette beskriver i hvor stor grad du blir påvirket av andre kjøretøy rundt deg. Du har stor manøvreringsfrihet og god avviklingskvalitet når du selv kan bestemme egen hastighet, det er få konflikter med andre kjøretøy, du har gode muligheter til forbikjøring osv. Omvendt er det liten manøvreringsfrihet og dårlig avviklingskvalitet når du kjører i en saktegående kø med små muligheter til å bestemme egen hastighet, feltskifte, forbikjøring osv på grunn av konflikter med annen trafikk.

Fra Highway Capacity Manual (HCM) kjenner vi begrepet ”Level of service” for å beskrive avviklingskvalitet. Her blir det definert 6 ulike servicenivå A-F. Ved servicenivå A er det liten trafikkbelastning og lav tetthet. Du har stor grad av manøvreringsfrihet, og i praksis er du relativt uhindret av annen trafikk. Ved servicenivå E er trafikkbelastningen i nærheten av kapasitetsgrensen. Du er nærmest låst i en køsituasjon, og du har liten manøvreringsfrihet. Mellom ytterpunktene A og E har vi servicenivå B, C og D. I tillegg har vi servicenivå F som beskriver en situasjon med ustabil avvikling. Da er belastningen større enn kapasiteten, og avviklingen har brutt sammen. I en slik situasjon er det stor tetthet, liten hastighet og i praksis vil det også bli avvirket langt mindre trafikk i forhold til om vi hadde klart å opprettholde en stabil trafikkavvikling.

Det er et problem at trafikantene bare ser et lite utsnitt av trafikksituasjonen rundt sitt eget kjøretøy, og de vurderer subjektivt avviklingskvaliteten i forhold til dette. Derfor er det vanskelig å definere et objektive begrepsapparat for å beskrive avviklingskvalitet som alle trafikanter vil forstå på samme måte. I media kan vi høre begreper som ”lite trafikk og god flyt”, ”noen køer, men god flyt”, ”lange køer med redusert hastighet”, ”saktegående kø”, ”delvis stillestående kø med store forsinkelser” osv. Generelt vil kanskje begrepene reisetid eller forsinkelse fra A til B

være det som gir en mest objektiv informasjon. Men ettersom både reisetid og forsinkelse vil variere, så er det også vanskelig å gi prognoser for dette når avviklingskvaliteten er dårlig. Reisetid er definert som summen av ”normal kjøretid” og forsinkelse. Informasjon om reisetid er enklere å kontrollere, mens forsinkelse er noe mer uklart ettersom det kan være problematisk å tallfeste ”normal kjøretid”.

I tabellen under er det forklart en del parametre for å vurdere avviklingskvalitet. For mer detaljerte definisjoner henvises det til ordboken ”Road Transport Informatics Terminology” utgitt av NVF 53 (L10).

Tabell 2.1 Parametre for beskrivelse av trafikkavvikling

<i>Parameter</i>	<i>Vanlig enhet</i>	<i>Forklaring</i>
Volum (Trafikkvolum)	kjt/t	Antall kjøretøy som passerer et snitt i løpet av en viss periode, vanligvis uttrykt som kjt/time
Hastighet (Fart)	km/t	Det finnes mange ulike hastighetsbegreper, og generelt er det viktig å skille mellom punkthastighet (målt i et punkt) og strekningshastighet (målt over en strekning). Hastigheten uttrykkes vanligvis i km/time.
Tetthet	kjt/km	Tettheten uttrykker antall kjøretøy pr km veg. Tetthet er omvendt proporsjonal med gjennomsnittlig avstand i meter mellom hvert kjøretøy. Dette er en typisk strekningsparameter, men vi kan likevel estimere tetthet ut fra målinger i et punkt.
Intensitet	kjt/sek	Ved mer detaljerte analyser må vi beskrive hvordan trafikken varierer over kortere perioder. Da bruker vi ofte begrepet trafikkintensitet uttrykt i kjt/sekund.
Reisetid	sek	Reisetid er tiden det tar å bevege seg en strekning fra A til B. Reisetid er summen av normal kjøretid og forsinkelse.
Normal kjøretid	sek	Normal kjøretid er den tid det tar å kjøre en viss strekning. Som regel er dette knyttet til en situasjon der en i liten grad blir påvirket av andre kjøretøy.
Forsinkelse	sek sek/kjt kjt-t/time	Forsinkelse er forskjellen mellom virkelig reisetid og normal kjøretid. Det finnes flere ulike begrep for forsinkelse avhengig av regulering, trafikk og geometriske forhold.
Fartsprofil		Et fartsprofil for et kjøretøy er et diagram som viser kjøretøyets fart på y-aksen og tid eller avstand på x-aksen. Formålet er å vise hvordan farten varierer over tid eller avstand.

Tabell 2.1 forts Parametre for beskrivelse av trafikkavvikling

Kø		En kø kan defineres som en rekke av kjøretøy som venter på å bli betjent av et system (for eksempel passere et punkt). I en kø vil atferden til de som er først i køen påvirke atferden til de som kommer lenger bak. Gjennom din oppførsel vil du altså påvirke det som skjer bak deg, men du har i prinsipp ingen innvirkning på det som skjer lenger fram i køen. Effektiviteten på betjeningsstedet har dermed størst betydning for avviklingen av en kø.
Kø lengde	kjt eller meter	Det kan være problematisk å bestemme utstrekningen av en kø. Selv en mer eller mindre stillestående kø i et kryss vil i perioder ha en del kjøretøy i bevegelse. Kø lengde angis i antall kjøretøy eller i meter dersom en tar hensyn til lengden av kjøretøyene.
Kø hastighet	km/t	Kø er i seg selv ikke noe stort problem dersom den bare beveger seg fort nok. Derfor er det viktig å fokusere på kø hastighet i tillegg til kø lengde. Forskjellen mellom kø hastighet og normal hastighet vil være med på å bestemme forsinkelsen.
Kapasitet	kjt/t	Kapasitet defineres som det maksimale antall kjøretøy som med rimelighet kan forventes å passere et punkt eller en strekning i løpet av et gitt tidsrom under de rådende veg-, trafikk- og reguleringsforhold.
Prioritet		I et kryss gir vi ulik prioritet til de ulike trafikkstrømmene. Denne fordelingen av prioritet mellom ulike strømmer gir også en fordeling av kapasitet og andre avviklingsmål som kø og forsinkelse.
Kapasitetsreserve	kjt/t	Kapasitetsreserven er forskjellen mellom kapasitet og trafikkvolum. Merk spesielt at det som regel ikke er mulig å fylle opp kapasitetsreserven for flere strømmer samtidig ettersom strømmene kan være avhengig av hverandre.
Belastningsgrad	%	Belastningsgrad (eller metningsgrad) uttrykker forholdet mellom volum og kapasitet uttrykt i %. En belastningsgrad på 100% vil si at trafikkbelastningen er lik kapasiteten. Ofte brukes en tommelfingerregel om at avviklingsforholdene er relativt gode så lenge belastningsgraden er mindre enn 80%.
Servicenivå	A-F	Servicenivå er et mål for kvalitet på trafikkavviklingen. Vi deler inn i servicenivå fra A (liten trafikk og fri avvikling) til E (nær kapasitetsgrensen). I tillegg har vi nivå F som angir ustabil avvikling der trafikken har brutt sammen (kapasitetsgrensen er overskredet).

Tabell 2.1 forts Parametre for beskrivelse av trafikkavvikling

Avviklingskvalitet		Avviklingskvalitet er tilnærmet det samme som servicenivå, men avviklingskvalitet brukes nok mer i en kvalitativ vurdering. Det er gjort en mer omfattende diskusjon av dette begrepet innledningsvis i dette kapittelet.
Servicevolum	kjt/t	Med servicevolum mener vi det høyeste volum som gjør at en holder seg innenfor et bestemt servicenivå. Servicevolum for nivå E tilsvarer kapasiteten.
Andel stopp	%	Særlig i forbindelse med kryss, kan andel av kjøretøyene som må stoppe være et mål for avviklingskvalitet. I praksis er det imidlertid vanskelig å definere en stopp, siden mange kjøretøy vil redusere og tilpasse hastigheten uten at det nødvendigvis fører til en full stopp. Derfor blir ofte en slik reduksjon i hastighet vektet i forhold til en full stopp.

Det er viktig å merke seg at det er stor variasjon i disse parametrene. Derfor må en ikke bare se på gjennomsnittsverdier, men en må også se på størrelser som beskriver variasjonen.

2.2 Sammenheng mellom ulike parametre

Det finnes en rekke kilder som beskriver sammenheng mellom ulike parametre innen trafikkstrømsteori. Her skal vi kun de på noen av de viktigste sammenhengene for vår problemstilling:

- Sammenheng mellom volum, hastighet og tetthet
- Sammenheng mellom kølengde og forsinkelse
- Sammenheng mellom reisetid, vanlig kjøretid og forsinkelse

Sammenheng mellom volum, hastighet og tetthet

For en trafikkstrøm har vi generelt følgende grunnleggende formel:

Volum [kjt/t] = Hastighet [km/t] * Tetthet [kjt/km]
--

Det er også en sammenheng mellom hastighet og tetthet. Når hastigheten er lav, kan bilene kjøre tett og tettheten blir stor. Etter hvert som hastigheten øker, vil bilene ha større avstand til hverandre, og tettheten avtar. Normalt regner vi at en hastighet i størrelsesorden 50-70 km/t er optimalt med hensyn til å få avviklet mest mulig trafikk. Det er slike hastigheter vi finner i en strøm som opererer nær kapasitetsgrensen. Dersom vi skal oppnå høyere hastighet. Må vi begrense trafikken slik at volumet blir mindre. Disse sammenhengene er godt dokumentert i litteraturen. En må derfor kunne anta at for fartsgrense 50 km/t eller høyere vil fartsgrensen ha liten betydning for kapasiteten på veien.

Det er imidlertid gjort langt mindre forskning rundt det som skjer ved lavere fartsgrense enn 50 km/t. Dersom farten er svært lav, må førerne kjøre svært tett om en skal opprettholde samme trafikkvolum. I praksis er det en grense for hvor tett en kan kjøre og dermed setter dette også en grense for hvor lav hastighet en kan akseptere for å opprettholde avviklingen.

Følgende tabell gir en grov oversikt over dette. Her er vi hvordan avstanden mellom kjøretøyene (fra front til front) må endre seg dersom en skal opprettholde samme trafikkmengde ved ulike hastigheter:

Tabell 2.2 Sammenheng mellom hastighet og avstand mellom kjøretøyene ved gitt volum

Volum for trafikkstrøm [kjt/t]	Hastighet for trafikkstrøm [km/t]	Tetthet for trafikkstrøm [kjt/km]	Avstand i tid front-front [sek/kjt]	Avstand i meter front-front [m/kjt]
1500	70	21.4	2.4	46.7
1500	60	25.0	2.4	40.0
1500	50	30.0	2.4	33.3
1500	40	37.5	2.4	26.7
1500	30	50.0	2.4	20.0
1500	20	75.0	2.4	13.3
1500	10	150.0	2.4	6.7
1500	5	300.0	2.4	3.3

Kolonnen til høyre viser gjennomsnittlig avstand i meter mellom fronten av to påfølgende kjøretøy. Dette må vurderes i forhold til kjøretøylengde og fysisk sikkerhetsavstand mellom kjøretøyene. Da ser vi at det i hvert fall blir vanskelig å opprettholde samme trafikkmengden når trafikkstrømmen har en hastighet som er lavere enn ca 30 km/t. Vi må derfor gå ut fra at kapasiteten i en trafikkstrøm vil avta når fartsnivået presses ned til under 30 km/t. Det er også rimelig å anta at kapasiteten vil være noe lavere ved fartsgrense 30 km/t i forhold til 50 km/t.

En slik betraktning har først og fremst teoretisk interesse. I praksis vil kapasiteten for en trafikkstrøm i et sentrumsområde være begrenset av kryssenes kapasitet. Dermed vil fartsgrensen få relativt mindre betydning.

Sammenheng mellom kølengde og forsinkelse

Denne sammenhengen kan enklest illustreres ved å betrakte en kø på en tilfart i et kryss. Kølengden vil variere over tid. Produktet av kølengde og tid vil gi en total forsinkelse for alle de involverte kjøretøy.

$$\text{Total forsinkelse [kjt-timer]} = \int \text{kølengde (t) dt}$$

Dette forenkles litt om vi ser på en gjennomsnittlig kølengde

$$\text{Total forsinkelse [kjt-timer]} = \text{gjennomsnittlig kølengde [kjt]} * \text{tid [timer]}$$

Når vi skal finne forsinkelsen pr kjøretøy må vi fordele denne forsinkelsen på alle de involverte.

$$\text{Gj.sn.forsinkelse [sek/kjt]} = \text{Total forsinkelse [kjt-timer]} / \text{Avviklet trafikk [kjt]} * 3600$$

Eksempel:

Dersom vi har en gjennomsnittlig kølengde på 4 kjøretøy i 1 time, vil den totale forsinkelsen bli 4 kjt-timer. Den gjennomsnittlige forsinkelsen pr kjøretøy er avhengig av hvor mange kjøretøy som faktisk er blitt avviklet i denne perioden. Dersom vi i dette eksempelet har avviklet 900 kjøretøy i løpet av denne timen, så vil gjennomsnittlig forsinkelse pr kjøretøy bli $4/900 \cdot 3600 = 16$ sek/kjt. Det er denne forsinkelsen som den enkelte trafikant vil ha et forhold til. I tillegg må vi huske på at det er store individuelle forskjeller slik at enkelte kan passere krysset uten forsinkelse, mens andre blir pålagt en langt større forsinkelse enn gjennomsnittet.

Sammenheng mellom reisetid, vanlig kjøretid og forsinkelse

For en trafikant som beveger seg fra A til B så kan reisetiden deles opp i normal kjøretid og forsinkelse.

$\text{Reisetid [sek]} = \text{Normal kjøretid [sek]} + \text{Forsinkelse [sek]}$

Reisetiden kan måles og forsinkelsen beregnes som differansen mellom reisetid og normal kjøretid. Men i mange sammenhenger er det vanskelig å definere hva som menes med normal kjøretid. Vi knytter ofte dette til kjøretid på en strekning der en i liten grad blir påvirket av kryss og annen trafikk.

2.3 Kryss og strekninger

Gatenettet i bystrøk kan deles opp i kryss og strekninger mellom kryssene. Generelt er det slik at de aller fleste avviklingsproblemene i bystrøk kan knyttes til kryssene.

I kryssene er det flere strømmer som kommer i konflikt med hverandre. Disse strømmene må skilles i tid eller rom slik at de kan passere hverandre på en trygg måte med en viss sikkerhetsmargin. På en eller annen måte tildeler vi prioritet til de ulike strømmene. Denne prioriteten avgjør fordeling av forsinkelse mellom de ulike strømmene. Dersom en strøm gis svært høy prioritet, vil den få lite forsinkelse, men dette går på bekostning av andre strømmer i krysset. Det er strømmene med lavest prioritet som ofte vil begrense kryssets kapasitet.

Vi kan skille mellom kapasitet for en svingebevegelse, et kjørefelt, en tilfart eller kapasitet for hele krysset. Det er viktig å huske på at vi trenger detaljerte data om trafikkmengder og svingebevegelser for å gjøre en analyse av trafikkavvikling i et kryss. Fordeling på svingebevegelser er viktig siden det er med å påvirke kapasiteten for andre strømmer i krysset. Som et eksempel kan en nevne et tilfelle der alle svinger til høyre i et kryss. I et slikt kryss vil ingen kjøretøy være i konflikt med hverandre og det vil stort sett ikke oppstå trafikkavhengige forsinkelser. Men dersom alle ønsker å svinge til venstre vil vi ha en helt annen situasjon der det kan oppstå mange konflikter og store forsinkelser.

I et vanlig forkjørs-kryss vil noen av strømmene kunne kjøre gjennom krysset uten at de må stoppe for andre kjøretøy. Disse har høy prioritet og vil i teorien ikke få noen forsinkelse som følge av krysset. Vi kaller slike strømmer for 1.ordens trafikkstrømmer. Videre har vi noen strømmer som må vike for disse, de kaller vi 2.ordens strømmer. I dette hierarkiet har vi også strømmer som må vike for 2.ordens strømmer, og de får betegnelsen 3.ordens strømmer. I et X-kryss har vi også to 4.ordens strømmer (venstresving inn på hovedvegen). Disse strømmene har laveste prioritet, og de vil ofte få store forsinkelser.

I en rundkjøring er prioriteten fordelt på en annen måte. Alle strømmene må vike ved innkjøring i rundkjøringa, og dermed har alle en begrenset prioritet. På denne måten blir prioriteten og forsinkelsen fordelt på en mer ”rettferdig” måte der alle bidrar, og en rundkjøring vil derfor vanligvis ha større kapasitet enn et forkjørs-kryss. Dersom trafikkbelastningen er slik at enkelte strømmer blir for dominerende, kan det også i en rundkjøring være aktuelt å sette opp signaler for å styre avviklingen. En slik signalregulering bør bare brukes i de perioder det er behov for det, og reguleringen trenger ikke å omfatte alle tilfarter.

I et signalregulert kryss kan vi aktivt styre og fordele prioritet mellom de ulike strømmene. Dermed kan vi også styre fordelingen av kølengder og forsinkelser. Signalreguleringen kan gjøres tidsstyrt eller trafikkestyrt. I et tidsstyrt anlegg vil signalene skifte etter et fast mønster med bestemte grøntider og en fast omløpstid. Dette baseres vanligvis på en gjennomsnittlig trafikkbelastning over en viss periode. I et trafikkestyrt anlegg vil en ha detektorer som registrerer trafikken i hver strøm, og fordeling av prioritet og forsinkelse kan tilpasses den aktuelle trafikkbelastningen. I både tidsstyrt og trafikkestyrt signalanlegg kan en velge å prioritere enkelte strømmer (f.eks hovedvegen) eller enkelte kjøretøytyper (f.eks busser) selv om dette til en viss grad vil gå på bekostning av andre. Ved signalregulering kan vi også se flere kryss i sammenheng slik at flere kryss på en strekning eller i et område kan fungere optimalt sammen. Dette kalles samkjøring av signalanlegg. Tidligere var dette begrenset til tidsstyrte anlegg, men i de seinere år har det også blitt mer vanlig å samkjøre trafikkestyrte anlegg. Dette kalles adaptiv signalregulering.

Uansett hvilke krysstyper vi snakker om, så vil som regel kryssene ha lavere kapasitet enn strekningene inn mot krysset. Derfor er det i de fleste tilfeller mer interessant å se på kapasitet i kryss enn kapasitet i en homogen gate. Selv om hastigheten kan være lav og det er lange køer i enkelte gater, så har dette som regel sammenheng med avvikling i nedstrøms kryss. Videre kan køer bli så lange at de blokkerer tilbake gjennom forrige kryss. Dette vil i så fall redusere avviklingen i dette krysset. Vi kan ikke mate mer trafikk inn i en strøm enn det som går ut på den andre siden.

I sentrale strøk vil dessuten fotgjengere ofte påvirke kapasitet og trafikavviklingen. Dette gjelder særlig fotgjengere som krysser vegbanen, men også fotgjengere langs vegen kan også ha en viss innvirkning. Fotgjengere som krysser vegbanen vil komme i direkte konflikt med kjøretøy i trafikstrømmen. Kapasiteten til denne trafikstrømmen blir redusert proporsjonalt med andelen av tida som fotgjengerne blokkerer trafikstrømmen. Dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Reglene ved en vanlig fotgjengerovergang uten signalregulering gjør at fotgjengerne fort kan få stor prioritet og nærmest blokkere for kjøretøystrømmene. Ved å signalregulere slike overganger kan en fordele prioriteten og styre fordelingen av forsinkelse mellom fotgjengere og bilister.

Avvikling i kryss er en komplisert prosess der en må bruke avanserte verktøy og metoder for å lage en god modellbeskrivelse. I hovedsak kan vi skille mellom følgende tre angrepsmåter:

- **Regresjonsmodeller**
Disse modellene er basert på erfaringer og praktiske observasjoner som viser sammenheng mellom kapasitet for en strøm som funksjon av trafikkbelastning i andre strømmer, geometri og andre forhold. Slike modeller har spesielt vært populære i England, og de har også i stor utstrekning blitt brukt i Norge.
- **Tidslukemodeller**
Mange modeller er basert på en analyse av opptredende tidsluker i forkjørsberettigete strømmer og så vurderer trafikken i vikepliktige strømmer om disse tidslukene er lange nok til å krysse eller kjøre inn i den forkjørsberettigete strømmen. I praksis vil en som

regel ha et hierarki av prioritet mellom strømmene, og det kan oppstå kompliserte sammenhenger og avhengigheter. Det finnes mange ulike avviklingsmodeller basert på tidsluker, og et godt eksempel er SIDRA som brukes mye i Norge.

- **Simuleringsmodeller**

Etter hvert som vi har fått kraftigere datamaskiner har simulering blitt mer og mer brukt som et verktøy til å analysere trafikkavvikling både i enkeltkryss, på strekninger og i gatenett. Her er prinsippet at en forsøker å beskrive hvert enkelt kjøretøy og hver enkelt fører. Det er modeller for hvordan kjøretøyene beveger seg i forhold til omgivelser og andre kjøretøy. Hvert enkelt kjøretøy følges gjennom nettverket, og en kan enkelt summere opp data for ulike trafikkstrømmer. Simuleringsmodeller brukes ikke for å beregne kapasitet, men en kan beregne ulike parametre for å beskrive avviklingskvalitet ved en gitt trafikkbelastning. De mest brukte simuleringsmodellene i Norge er CORSIM, AIMSUN og VISSIM. Disse modellene kan brukes for et helt nettverk med både kryss og strekninger.

På homogene strekninger er det vanligvis bare interessant å beregne kapasitet dersom strekningen er tilstrekkelig lang og upåvirket av nedstrøms kryss. Dette er sjelden tilfelle i bystrøk. Det finnes ulike modeller for å beskrive avvikling på vegstrekninger. I en makrosammenheng bygger dette ofte på sammenhengen mellom volum, hastighet og tetthet for trafikkstrømmer. For simuleringsformål bruker en som regel en mikromodell der en ser på hvert enkelt kjøretøy. Her har en egne modeller for hvordan en tilpasser avstand og hastighet i forhold til andre kjøretøy (car-following modeller) samt modeller for feltskifte, forbikjøring osv.

3 Litteraturstudium

3.1 Fartsgrensekriterier i byer og tettsteder

Statens vegvesen har nylig utarbeidet nye kriterier for fartsgrenser i byer og tettsteder (L3). Det sentrale målet er å redusere antall skadde og drepte gjennom reduksjon av fartsnivået på steder der dette er ønskelig. Samtidig er det lagt vekt på at redusert fartsnivå også vil gi bedre miljø.

I tillegg til fartsgrenser omtaler også kriteriene fysiske fartsdempende tiltak, men dette er ikke omtalt i vår rapport.

Dersom det ikke er skiltet særskilt fartsgrense, er fartsgrensen 50 km/t innenfor tettbygd strøk og 80 km/t utenfor tettbygd strøk. Grunnlaget for kriteriene for valg av fartsgrense i byer og tettsteder er som vist i Figur 4.1.

Figur 3.1 Grunnlag for kriterier for valg av fartsgrense i byer og tettsteder (Kilde: L3)

Fartsgrense	Bruksområde/begrunnelse
30 km/t	Brukes i første rekke på adkomstveger i boligområder og sentrumsområder, men også en del på hoved- og samleveger i middels tett og tett bebygde bolig- og sentrumsområder med høy aktivitet av gående og syklende og dårlig separering i forhold til motorisert trafikk.
40 km/t	Denne fartsgrensen kan benyttes på hoved- og samleveger der forholdene tilsier en lavere fartsgrense enn 50 km/t, men hvor 30 km/t blir for lavt.
50 km/t	Generell fartsgrense innenfor tettbygd strøk dersom særskilt fartsgrense ikke er skiltet.
60 km/t	Brukes på hovedveger og i særlige tilfeller på samleveger i middels tett bebygde områder når liten aktivitet av gående og syklende og god separering tilsier dette.

En del hovedveger innenfor byer og tettsteder er svært godt skjermet. Disse regnes å ligge utenfor tettbygd strøk i vegtrafikklovens forstand og omfattes dermed ikke av kriteriene. Fartsgrense for slike veger må vurderes særskilt.

Kriteriene er bindende for Statens vegvesen på riksveger. De gjøre også gjeldende for Statens vegvesens fartsgrensevedtak på fylkesveger.

Kriteriene er ikke bindende for kommunene på kommunal veg. Kommunene oppfordres imidlertid strekt til å følge kriteriene.

Detaljert oversikt over anbefalte fartsgrenser på hovedveger, samleveger og adkomstveger etter de nye kriteriene er vist i vedlegg 1.

Det anbefales å legge til grunn en fartsgrense på 30 km/t i alle boligater og sentrumsområder hvor det ikke er tilstrekkelige kryssingsmuligheter for gående og syklende. Når forholdene tilsier en lavere fartsgrense enn 50 km/t for adkomstveger, forutsetter kriteriene at en går ned til 30 km/t.

Enkelte barneskoler ligger ut mot gater eller veger på en slik måte at et stort antall barn må krysse vegen hver gang de skal til eller kommer fra skolen. I slike tilfeller skal fartsgrensen vær 30 km/t forbi skolen, og det skal anlegges fartsdempende tiltak i form av humper eller opphøyde gangfelt.

3.2 Effekt av fartsgrensereduksjon på fart og ulykker

Generelt sett foreligger det mye dokumentasjon på virkningen av endrede fartsgrenser, både på fartsnivå og ulykker. Når det gjelder effekter på fartsgrensereduksjoner innenfor tettbygd strøk viser Trafikksikkerhåndboken (L4) at personskadeulykkene kan reduseres med mellom 10 og 50% (kfr Tabell 3.1).

Tabell 3.1 Virkning på ulykker og fartsnivå ved nedsatt fartsgrense

Ulykkesalvorlighetsgrad	Gjennomsnittlig endring i fartsnivå (km/t)	Ulykkesreduksjon	
		Beste anslag (%)	Usikkerhet i virkning (%)
Reduksjon fra 70 til 60 og 60 til 50 km/t			
Alle skadegrader	-3,9	-9	-11 ; -8
Dødsulykker	-3,0	-23	-31 ; -14
Personskadeulykker	-4,0	-9	-10 ; -7
Reduksjon fra 60 til 40 og 50 til 30 km/t			
Personskadeulykker	+0,4	-48	-77 ; -56

Reduksjon i fartsnivået ligger mellom 0 og 4 km/t. Når det gjelder gruppen som omfatter fartsgrensenedsettelse fra 60 til 40 og 50 til 30 omfatter materialet kun 2 undersøkelser.

I notat utarbeidet i forbindelse med forslag til nye fartsgrensekriterier (L5) refereres det til flere ulike undersøkelser som fartsgrensesoner. Her oppgis en reduksjon i personskadeulykkene på nærmere 20%. Den mellomliggende variabel som er viktig for ulykkesendringen er fartsendringen. Man har funnet at fartsgrensesoner med fartsgrense 30 km/t gir en reduksjon i personskadeulykkene på 3,5% for hver km/t farten reduseres.

I en rapport fra SINTEF (L6) refereres det til to nordiske forsøk med soneskilting i bysentrum. I sentrale deler av Helsingfors ble fartsgrensen endret fra 50 til 40 km/t i 1992, og i deler av Stockholm sentrum ble fartsgrensen satt ned fra 50 til 30 km/t i 1998.

I Helsingfors ble både fartsnivået og antall ulykker redusert. Dette gjaldt både de gatene hvor fartsgrensen ble satt ned, og i gatene i nærliggende område hvor fartsgrensen ikke ble satt ned.

I Stockholm ble det registrert relativt små fartsreduksjoner, noe som ble forklart med at fartsnivået var lavt før tiltaket ble gjennomført.

Det er innført 30-soner i deler av sentrumsområdet både i Bergen og Oslo, men så langt vi kjenner til er det ikke foretatt etter-undersøkelser som dokumenterer eventuelle endringer i fartsnivået. I Bergen ble det imidlertid gjennomført før-undersøkelser (L6), hvor en også foretok beregninger av forventede effekter av tiltaket.

I de fleste gatene innenfor 30-sonen i Bergen var fartsnivået i utgangspunktet så lavt at man ikke forventet særlig fartsreduksjon som følge av tiltaket. Dermed ble de beregnede effekter på reisetid

gjennom området også beskjedne. Det samme gjaldt også de miljømessige effektene (støy og utslipp).

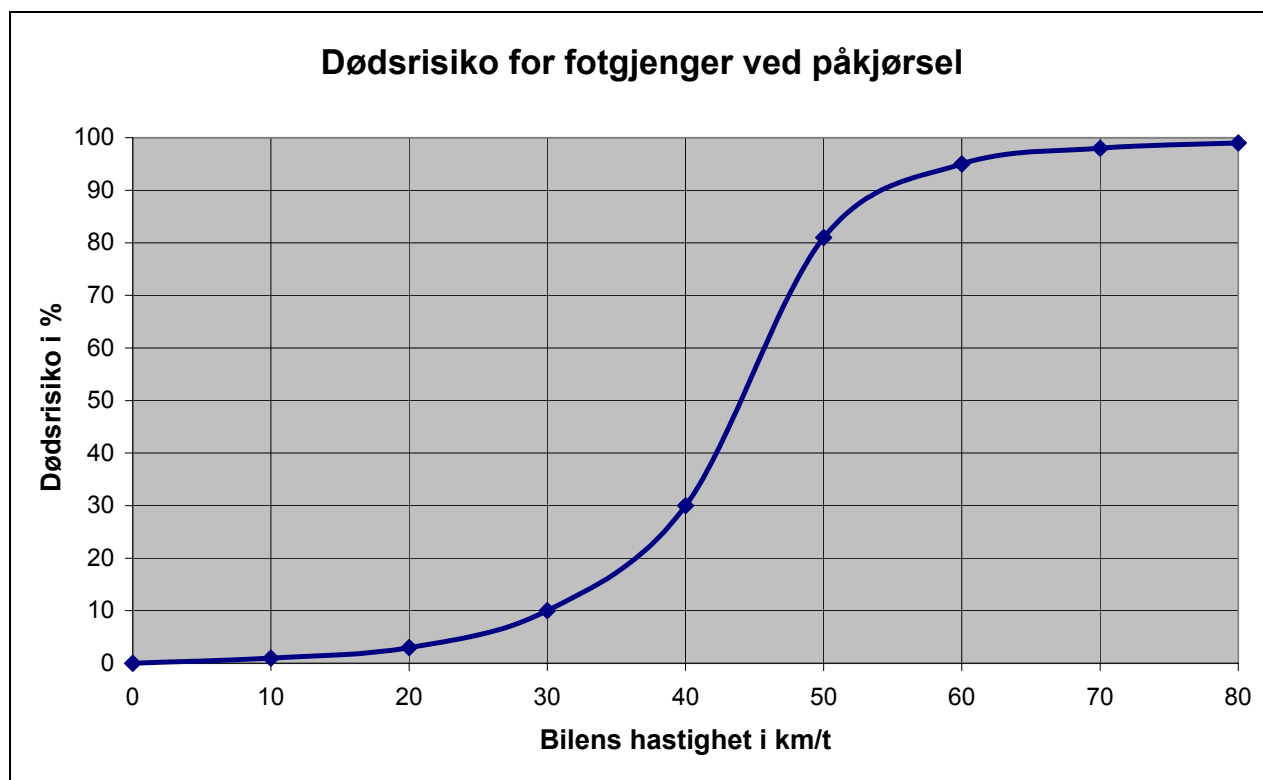
I et notat fra VTI (L8) er det referert til flere undersøkelser som dokumenterer virkningen av fartssoner i bystrøk:

I den tyske byen Darmstadt ble det i løpet av 1980-årene gjennomført omfattende forsøk med 30 km/t soner. Forsøkene viste at gjennomsnittsfarten ble redusert med 10-15% innenfor sonene. Som følge av dette innførte Darmstadt i 1987 30 km/t som høyeste fartsgrense for hele vegnettet, med unntak for visse bilprioriterte gater/veger og gater i industriområder.

I England ble det gjennomført undersøkelser i seks 20 mph soner. Der ble gjennomsnittlig fart redusert med 10 mph. Det er ikke nevnt spesifikt, men sannsynlig ble fartssonene supplert med andre fartsdempende tiltak.

I L8 vises det også til at der en kan dokumentere fartsendringer er det også en entydig positiv sikkerhetsmessig effekt. Det er også en klar sammenheng mellom fart og skadegrad, og konsekvensen av ulykker mellom bil og gående/syklende er betydelig påvirket av fartsnivået.

Både i en brosjyre fra Vägverket (L11) og på Statens vegvesens internettsider (L12) gis det en oversikt over risikoen for at en gående skal bli drept ved påkjørsel av bil ved ulike hastigheter. Ved 70 km/t er risikoen nærmere 100%. Ved 50 km/t er risikoen fortsatt nokså høy med drøyt 80%. Det er viktig å legge merke til at risikoen endres fra 80 og helt ned til 30 % ved en ytterligere reduksjon i farten fra 50 til 40 km/t. Ved 30 km/t er risikoen i størrelsesorden 10%.



Figur 3.2 Risiko for at en fotgjenger blir drept dersom han blir påkjørt av en bil (Kilde: L11, L12)

3.3 Reisetidsmålinger i byområder

I forbindelse med utarbeidelsen av Nasjonal transportplan 2006-2015 ble det blant annet gjort undersøkelser av fremkommeligheten i noen av de største byene i Norge (L7).

Det ble gjennomført reisetidsmålinger i Oslo, Kristiansand, Stavanger, Bergen, Trondheim og Tromsø høsten 2002. Akkumulerte gjennomsnittsforsinkelser og fartsnivå for en del utvalgte vegstrekninger i disse byene er vist i Tabell 3.2.

Tabell 3.2 Gjennomsnittlig forsinkelse og fart for bil morgen og kveld i de utvalgte byene

Byområde	Antall ruter	Snitt rute-lengde (m)	Snitt farts-grense (km/t)	Snitt for-sinkelse morgen (min:sek)	Snitt fart morgen (km/t)	Snitt for-sinkelse etterm. (min:sek)	Snitt fart etterm. (km/t)
Oslo	16	16013	66	9:33	39	9:40	37
Kristiansand	5	4387	56	2:23	34	2:44	35
Stavanger	6	12275	56	3:59	38	7:08	35
Bergen	5	11046	63	8:08	35	6:36	35
Trondheim	5	8776	63	4:53	38	4:03	41
Trondheim ^M	4	8747	60	3:45	42	7:00	31
Tromsø	3	10097	56	3:03	38	3:42	36

^M: Motstrømsruter i Trondheim

I tabellen står ”snitt” for aritmetisk middel uavhengig av lengde på rutene. Forsinkelsene er fremkommet som differensen mellom registrert reisetid i den aktuelle perioden og en normal uhindret kjøretid målt ved kjøring utenom rush, og uten å overskride fartsgrensen.

De vegruter som er kjørt representerer både veger innenfor og utenfor selve sentrumsområdene i byene. Videre dreiere det seg i det vesentlige om hovedveger i områdene.

Gjennomsnittlig fartsnivå ligger 20-25 km/t under fartsgrensen i begge rushperiodene, og om lag 15 km/t under det fartsnivå som tilsvarer normal uhindret kjøretid på rutene. Det er bare unntaksvis at gjennomsnittsfarten overstiger 40 km/t. I enkelte tilfeller er faktisk gjennomsnittlig fartsnivå ned mot 30 km/t. Dette indikerer at en fartsgrense på 30 km/t i de tetteste sentrumsområdene vil ha liten betydning for reisetiden i rushperiodene.

Det er ikke funnet litteratur som dokumenterer endringer i reisetid ved reduksjon i fartsgrensen.

3.4 Fartsgrenser og kapasitet

Det er foretatt et litteratursøk med tanke på å finne eventuelle dokumenterte sammenhenger mellom nedsatte fartsgrenser og kapasitet i bystrøk. Søket er gjort i TRANSPORT-databasen fra Silverplatter (L9). Resultater fra søket viser ingen dokumentasjon som går direkte på dette temaet. Dette indikerer at fartsgrensen har liten innvirkning på kapasitet i bystrøk hvor en i utgangspunktet har lavt fartsnivå, og at dette i praksis er en lite relevant problemstilling.

Som beskrevet i kapittel 2 har regulering og utforming av kryss sannsynlig langt større betydning for trafikkavviklingen i bystrøk enn det fartsgrensene har.

4 Reisetidsmålinger

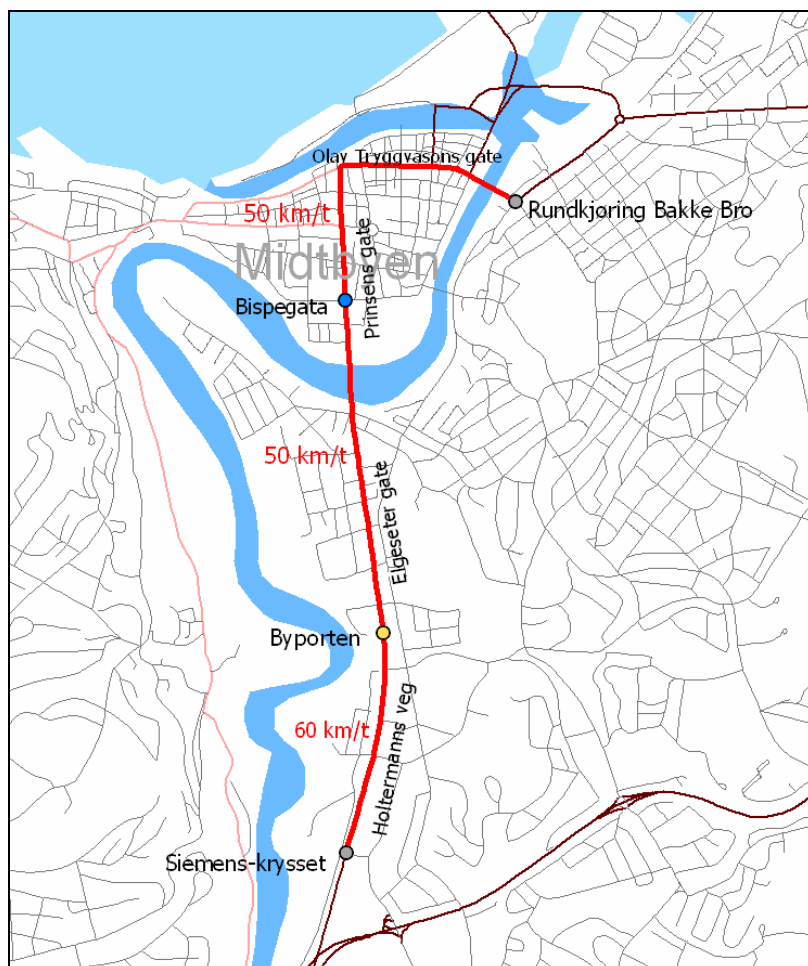
4.1 Innledning

Det er gjennomført egne reisetidsmålinger for å dokumentere hvilke effekter nedsatt fartsgrense i bystrøk har på reisetid og forsinkelser. Det er både kjørt etter gjeldende fartsgrense, og etter en fiktiv nedsatt fartsgrense. Ved kjøring etter gjeldende fartsgrense er registreringene foretatt etter ”average car”-metoden, hvor føreren har benyttet den hastigheten som subjektivt er oppfattet som gjennomsnittshastighet for trafikkstrømmen. Ved kjøring etter en fiktiv nedsatt fartsgrense har føreren ikke overskredet den fiktive fartsgrensen.

Målingene er foretatt i Trondheim i løpet av høsten 2003.

4.2 Beskrivelse av kjørerute

Kjøreruten som er fulgt ved reisetidsmålingene er vist i Figur 4.1.



Figur 4.1 Kjørerute ved reisetidsmålinger

Kjøreruten starter ved innkjøring på E6 ved Siemens-krysset. Deretter er det kjørt nordover Holtermanns vei, Elgeseter gate og Prinsens gate frem til Olav Tryggvassons gate. Videre er Olav Tryggvassons gate fulgt østover, over Bakke Bro før ruten avsluttes i rundkjøringen øst for Bakke Bro. Den samme kjøreruten er også kjørt i motsatt retning.

På strekningen fra Siemens-krysset til Byporten er fartsgrensen 60 km/t. På den resterende delen av kjøreruten er fartsgrensen 50 km/t.

Kjøreruten representerer både en ”innfartsåre inn mot by” og ”sentrumsgater”. Totalt er kjøreruten ca 4,1 km lang, hvor ”innfartsåren” (Siemenskrysset-Elgeseter bro) er ca 2,3 km og ”sentrumsgatene” (Elgeseter bro-Bakke bro er ca 1,8 km).

Hele kjøreruten er en del av E6 gjennom Trondheim og har en ÅDT på mellom 17.000 og 35.000.

4.3 Opplegg og gjennomføring

Det er gjennomført reisetidsmålinger i to omganger med noe ulikt opplegg. Først ble det foretatt registreringer i slutten av september, og deretter ble det foretatt registreringer i begynnelsen av november 2003. Det var gode vær- og føreforhold med bar veg i begge tidsperiodene.

Reisetidsmålingene er foretatt med to forskjellige biler og personer. Registreringene er logget med GPS. For å få mest mulig detaljerte kjøretøybevegelser er posisjon, tilakelagt distanse og fart logget 1 gang pr sekund.

September

I denne perioden ble kjørestrekningen delt i to deler slik:

- Delstrekning 1: Siemenskrysset – nordenden av Elgeseter bro
- Delstrekning 2: Nordenden av Elgeseter bro – rundkjøring øst for Bakke bro

På delstrekning 1 ble det vekselvis kjørt etter fartsgrensen (60 og 50 km/t) og etter en nedsatt fartsgrense på 40 km/t.

På delstrekning 2 ble det vekselvis kjørt etter fartsgrensen (50 km/t) og en etter en nedsatt fartsgrense på 30 km/t.

Reisetidsmålinger ble foretatt i følgende tidsperioder:

- Formiddag kl 10:00-14:00 (middels trafikk)
- Ettermiddagsrush 14:00-16:00 (høytrafikk)
- Kveld kl 18:00-21:00 (lavtrafikk)

November

På bakgrunn fra erfaringene fra reisetidsmålingene i september ble opplegget noe justert. I denne perioden ble kjørestrekningen delt inn i disse tre delene:

- Delstrekning 1: Siemenskrysset – Byporten
- Delstrekning 2: Byporten - kryss med Bispegata
- Delstrekning 3: Kryss med Bispegata – rundkjøring øst for Bakke bro

På delstrekning 1 ble det vekselvis kjørt etter fartsgrensen (60 km/t) og en nedsatt fartsgrense på 50 km/t. Ved vurdering av en eventuell fartsgrensereduksjon på denne strekningen synes vi at det med utgangspunkt i vegstandard og trafikkforhold er mer naturlig med en fartsgrense på 50 km/t fremfor 40 km/t på denne strekningen.

På delstrekning 2 ble det vekselvis kjørt etter fartsgrensen (50 km/t) og en nedsatt fartsgrense på 40 km/t.

På delstrekning 3 ble det vekselvis kjørt etter fartsgrensen (50 km/t) og en nedsatt fartsgrense på 30 km/t. Ved vurdering av 30 km/t som fartsgrense i sentrumsområdet i Trondheim synes vi det er mer naturlig at sonegrensen går ved Bispegata enn på Elgeseter bro. Årsaken til dette er at bebyggelsen endrer betydelig karakter ved Bispegata.

Reisetidsmålinger ble foretatt i følgende tidsperioder:

- Ettermiddagsrush 14:00-16:30 (høytrafikk)
- Kveld 18:00-21:00 (lavtrafikk)

Reisetidsregistreringer midt på dagen ble utelatt fordi de ikke ga noe særlig tilleggsinformasjon i forhold til registreringene i ettermiddagsrushet og på kveldstid. Ettermiddagsrush og kveld representerer ytterpunkter med hensyn på reisetid, hvor reisetiden vil bli minst påvirket av en eventuell fartsgrensereduksjon i rushperioden.

Hvert kjøretøy har foretatt 3 målinger t/r for både eksisterende fartsgrense og for den fiktive nedsatte fartsgrensen innenfor hver tidsperiode.

4.4 Detaljerte resultater

I dette delkapitlet er det vist detaljerte resultater fra reisetidsmålingene som ble foretatt i november.

Resultatene er vist i form av figurer med tilhørende kommentarer på samme side. Det er presentert resultater både for hver enkelt tur, samt gjennomsnittsverdier for turene. Det er videre skilt på retning (mot eller fra Midtbyen) og tidsperiode (ettermiddagsrush eller kveld). Mot Midtbyen er retningen fra Siemens-krysset til rundkjøring ved Bakke Bro, og fra Midtbyen fra rundkjøring Bakke Bro til Siemens-krysset.

Følgende figurer er vist:

Akkumulert reisetid for hver tur.

- Figur 4.2 Ettermiddagsrush MOT Midtbyen
- Figur 4.3 Ettermiddagsrush FRA Midtbyen
- Figur 4.4 Kveld MOT Midtbyen
- Figur 4.5 Kveld FRA Midtbyen

Fartsprofil for hver tur.

- Figur 4.6 Ettermiddagsrush MOT Midtbyen
- Figur 4.7 Ettermiddagsrush FRA Midtbyen
- Figur 4.8 Kveld MOT Midtbyen
- Figur 4.9 Kveld FRA Midtbyen

Kjøretid og stopptid for hver delstrekning og hver tur.

- Figur 4.10 Ettermiddagsrush MOT Midtbyen
- Figur 4.11 Ettermiddagsrush FRA Midtbyen
- Figur 4.12 Kveld MOT Midtbyen
- Figur 4.13 Kveld FRA Midtbyen

Gjennomsnittlig kjøretid og stopptid for hver delstrekning.

- Figur 4.14 Ettermiddagsrush MOT Midtbyen
- Figur 4.15 Ettermiddagsrush FRA Midtbyen
- Figur 4.16 Kveld MOT Midtbyen
- Figur 4.17 Kveld FRA Midtbyen

Potensiale for økning i reisetid for hver delstrekning og hver tur.

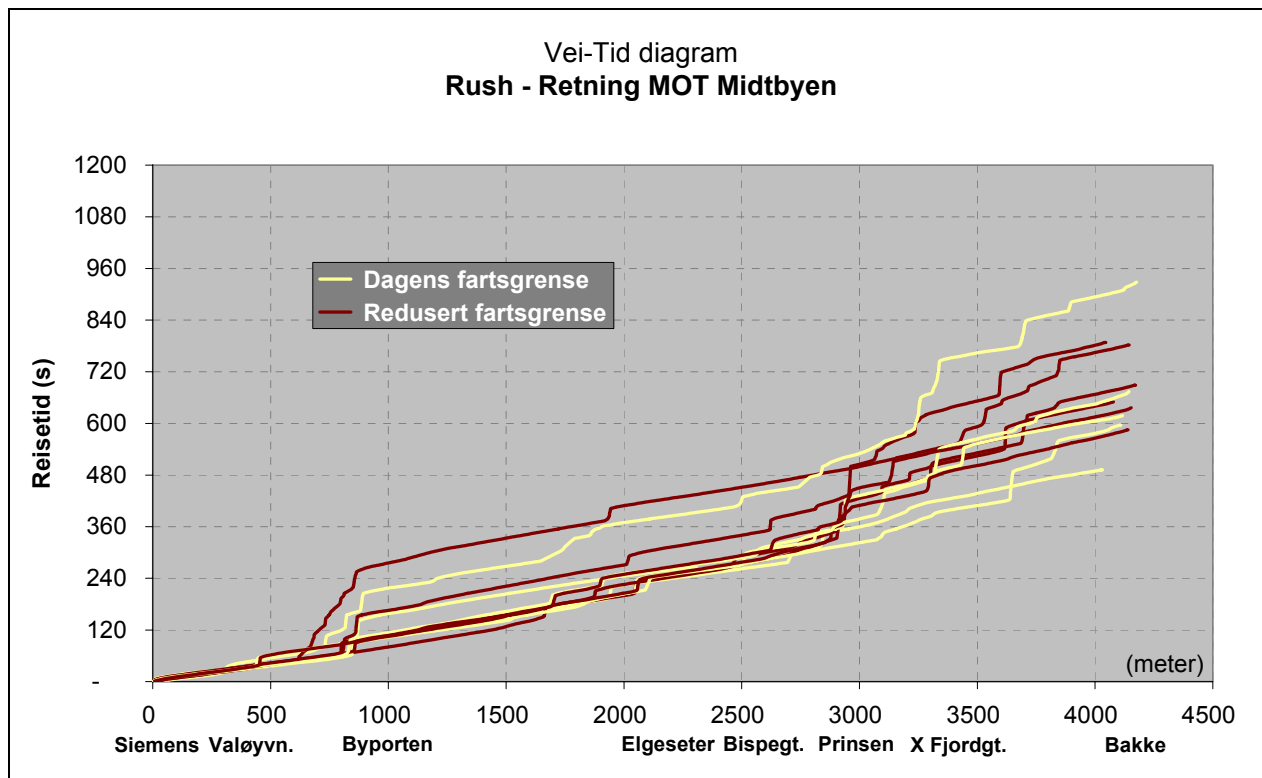
- Figur 4.18 Ettermiddagsrush MOT Midtbyen
- Figur 4.19 Ettermiddagsrush FRA Midtbyen
- Figur 4.20 Kveld MOT Midtbyen
- Figur 4.21 Kveld FRA Midtbyen

Potensiale for økning i reisetid for hver delstrekning. Gjennomsnitt for alle turer.

- Figur 4.22 Ettermiddagsrush og Kveld MOT Midtbyen
- Figur 4.23 Ettermiddagsrush og Kveld FRA Midtbyen

Resultater fra reisetidsmålingene som ble foretatt i september er vist i vedlegg 2. Disse registreringene var ikke så omfattende og kan betraktes som en forstudie og et erfaringsgrunnlag for gjennomføringen av registreringene som ble gjort i november (kfr avsnitt 4.3). Hovedresultatene stemmer imidlertid godt overens med resultatene fra registreringene som ble gjort i november.

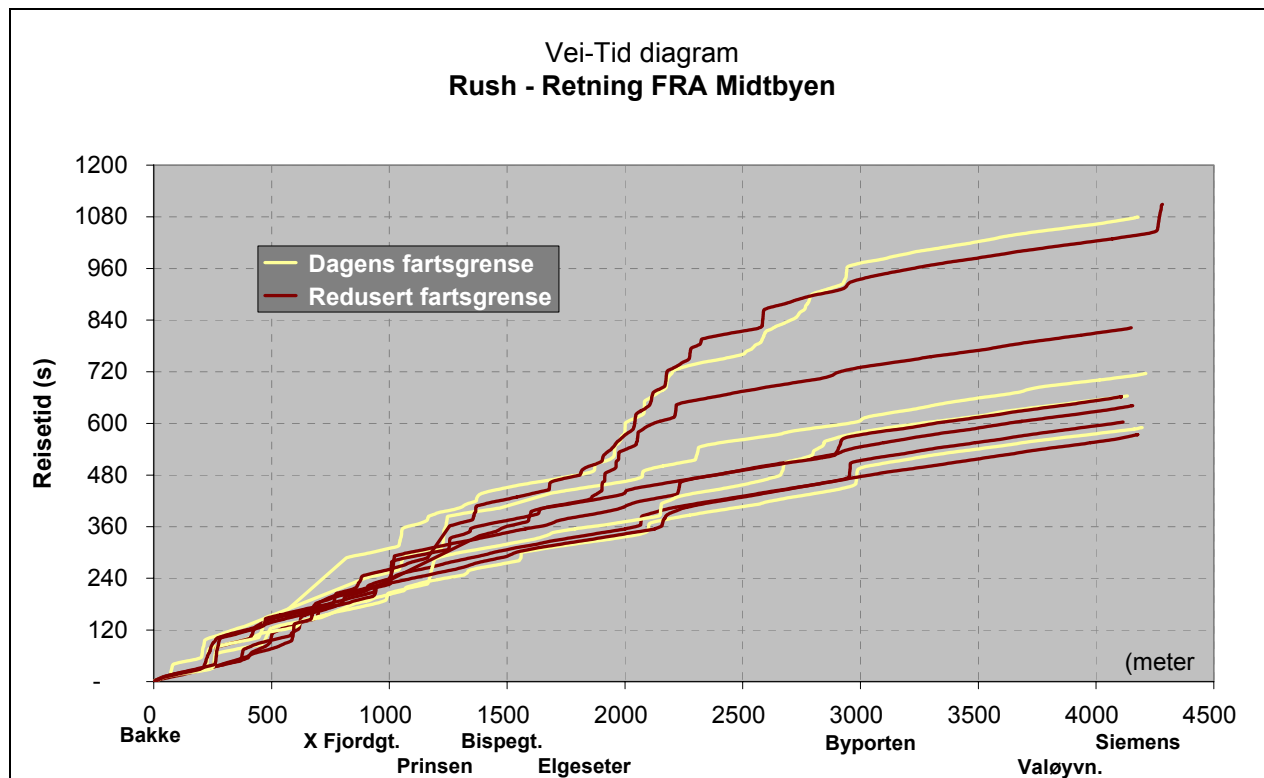
Figur 4.2 Akkumulert reisetid i sekunder for hver tur. Ettermiddagsrush MOT Midtbyen.



Kommentar:

- Det er stor spredning i reisetid mellom de ulike turene.
- Høyeste reisetid er nesten dobbelt så stor som laveste reisetid ved dagens fartsgrense.
- Krysset ved Byporten (Nardoveien) er en vesentlig årsak til forsinkelse på flere av turene.
- Det er også store forskjeller i forsinkelse i Prinsenkrysset.
- I gjennomsnitt ser det ikke ut til å være noen stor forskjell i reisetid mellom de to alternativene dagens og redusert fartsgrense.

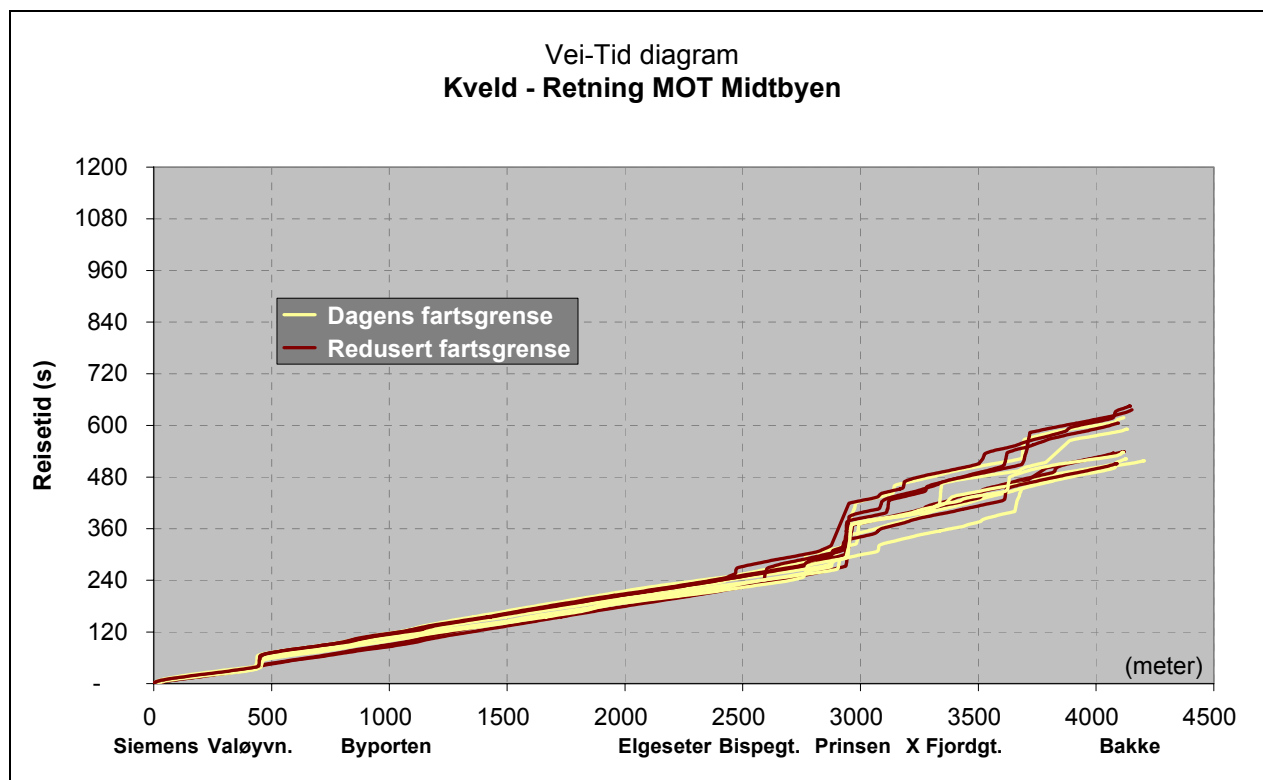
Figur 4.3 Akkumulert reisetid i sekunder for hver tur. Ettermiddagsrush FRA Midtbyen.



Kommentar:

- Det er stor variasjon i reisetid i ettermiddagsrushet.
- Høyeste reisetid er nesten dobbelt så stor som laveste reisetid både ved dagens og redusert fartsgrense.
- De lengste reisetidene opptrer i en kort periode, dvs at rushtoppen er relativt kortvarig.
- I periodene med størst trafikk oppstår de største avviklingsproblemene på strekningen mellom Bispegata og Byporten.
- Det er vanskelig å se noen systematisk forskjell mellom de to alternativene med dagens og redusert fartsgrense.

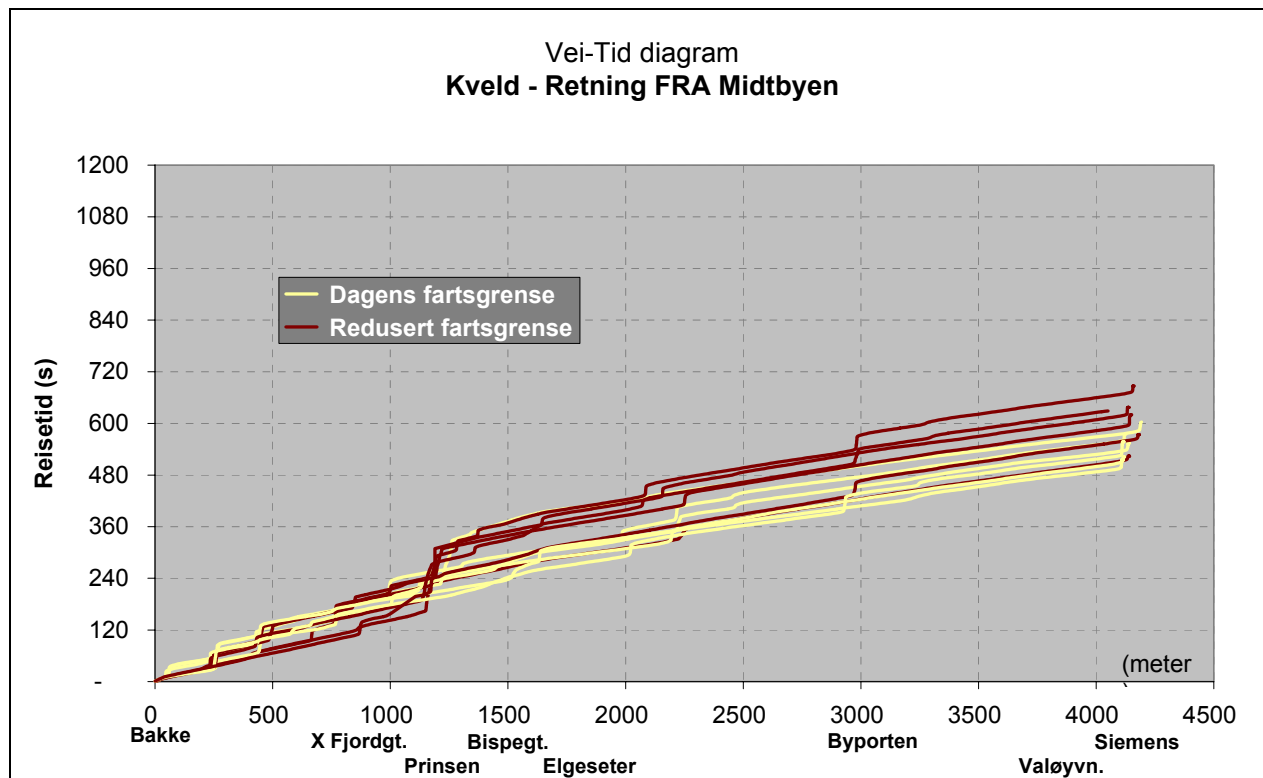
Figur 4.4 Akkumulert reisetid i sekunder for hver tur. Kveld MOT Midtbyen.



Kommentar:

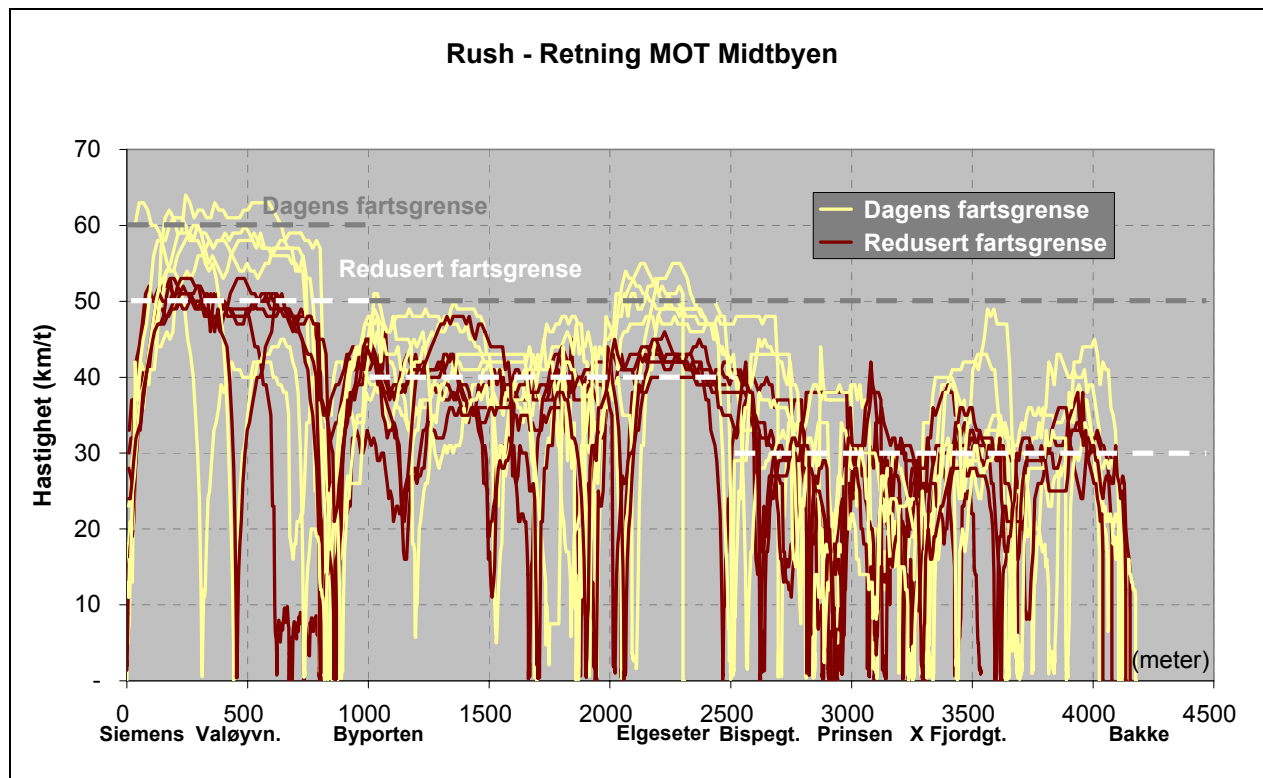
- Det er små forskjeller i reisetid på strekningen Siemens-Bispegata.
- Gjennom Midtbyen fra Bispegata til Bakke bru er det større forskjell mellom de ulike turene.
- Det er en viss tendens til noe lenger reisetid ved redusert fartsgrense.
- Forskjellene i reisetid skyldes i hovedsak ulik forsinkelse i kryss på strekningen, særlig er forskjellen stor i Prinsenkryset.

Figur 4.5 Akkumulert reisetid i sekunder for hver tur. Kveld FRA Midtbyen.



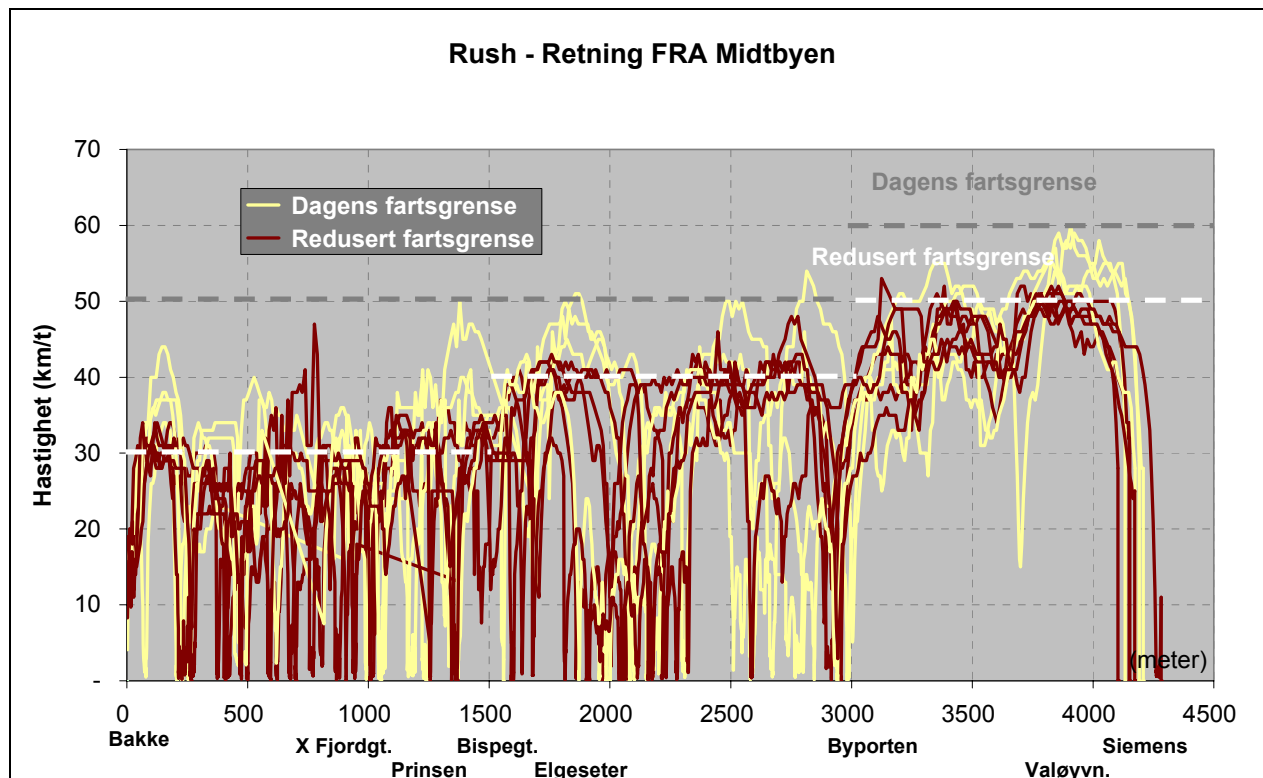
Kommentar:

- Ved redusert fartsgrense oppstår det langt større forsinkelser i Prinsenkrysset enn ved dagens fartsgrense.
- Dette har sin årsak i oppbygging av eksisterende signalprogram. En justering av signalprogrammet kan eliminere dette problemet.
- Særlig på grunn av forsinkelsen i Prinsenkrysset blir det også stor forskjell i reisetid mellom de to fartsgrensealternativene.
- Det ser ikke ut til å være noen stor forskjell i kjøretid mellom dagens og redusert fartsgrense.

Figur 4.6 Fartsprofil for hver tur. Ettermiddagsrush MOT Midtbyen.


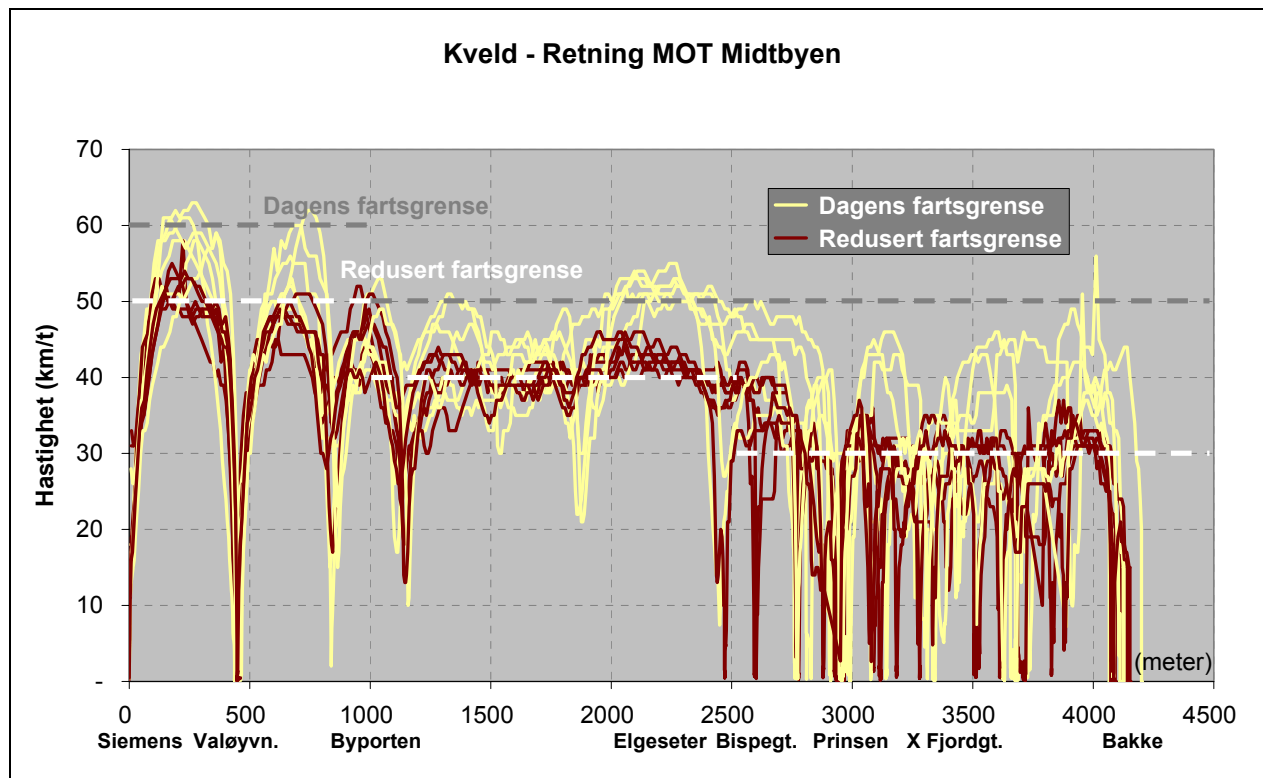
Kommentar:

- Dette er et fartsprofil over den utkjørte distansen. Figuren sier ingenting om hvor lenge man står stille når man først har stoppet helt opp.
- Figuren viser også fartsgrensene som vi har forsøkt å forholde oss til i de to alternativene.
- Generelt ser det ut til at fartsprofilen blir jevnere ved redusert fartsgrense.
- Dette skjer både ved at "toppene" reduseres og at de laveste hastighetene blir noe høyere.

Figur 4.7 Fartsprofil for hver tur. Ettermiddagsrush FRA Midtbyen.


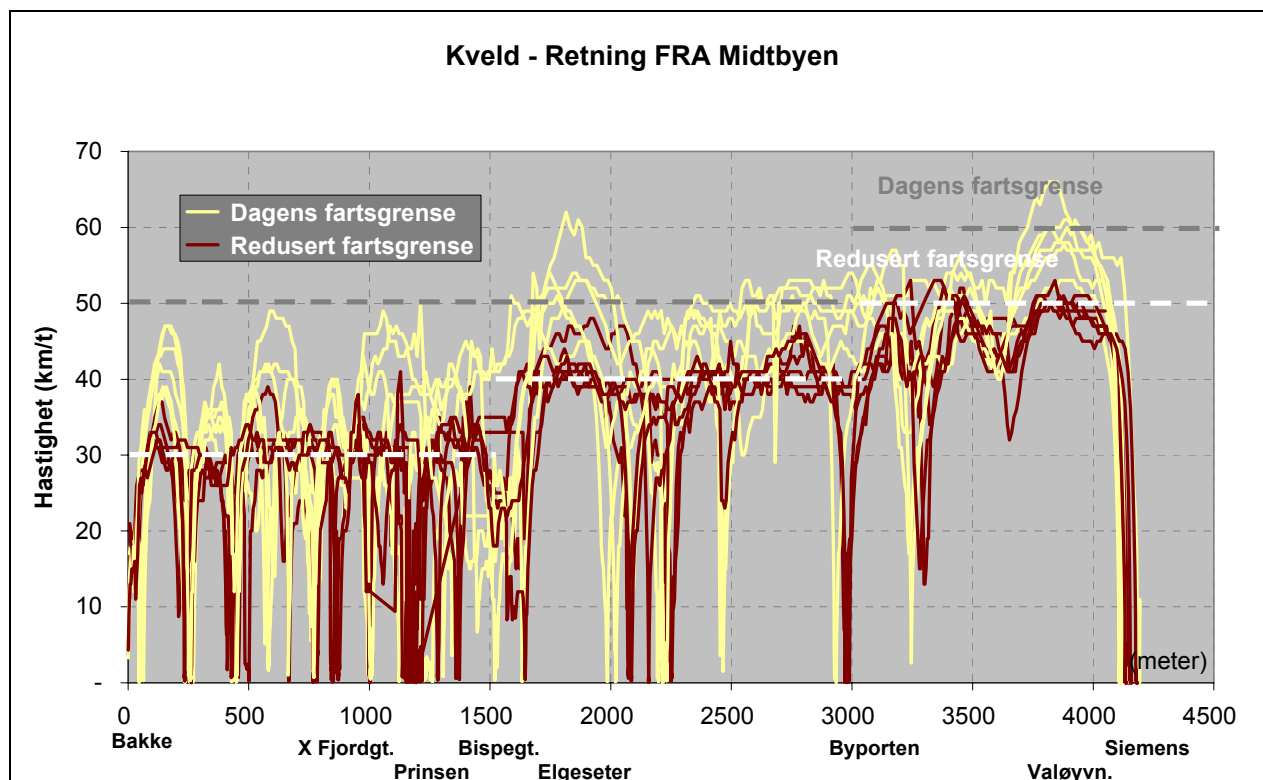
Kommentar:

- Dette er et fartsprofil over den utkjørte distansen. Figuren sier ingenting om hvor lenge man står stille når man først har stoppet helt opp.
- Figuren viser også fartsgrensene som vi har forsøkt å forholde oss til i de to alternativene.
- I denne perioden (ettermiddagsrush fra Midtbyen) må vi stort sett stoppe opp pga annen trafikk i alle kryss i Midtbyen.
- Hastigheten er stort sett den samme i begge alternativene, dvs at det er lite å tjene på høy fartsgrense. Dette skyldes at trafikken er stor og hastigheten lav i begge alternativ.

Figur 4.8 Fartsprofil for hver tur. Kveld MOT Midtbyen.


Kommentar:

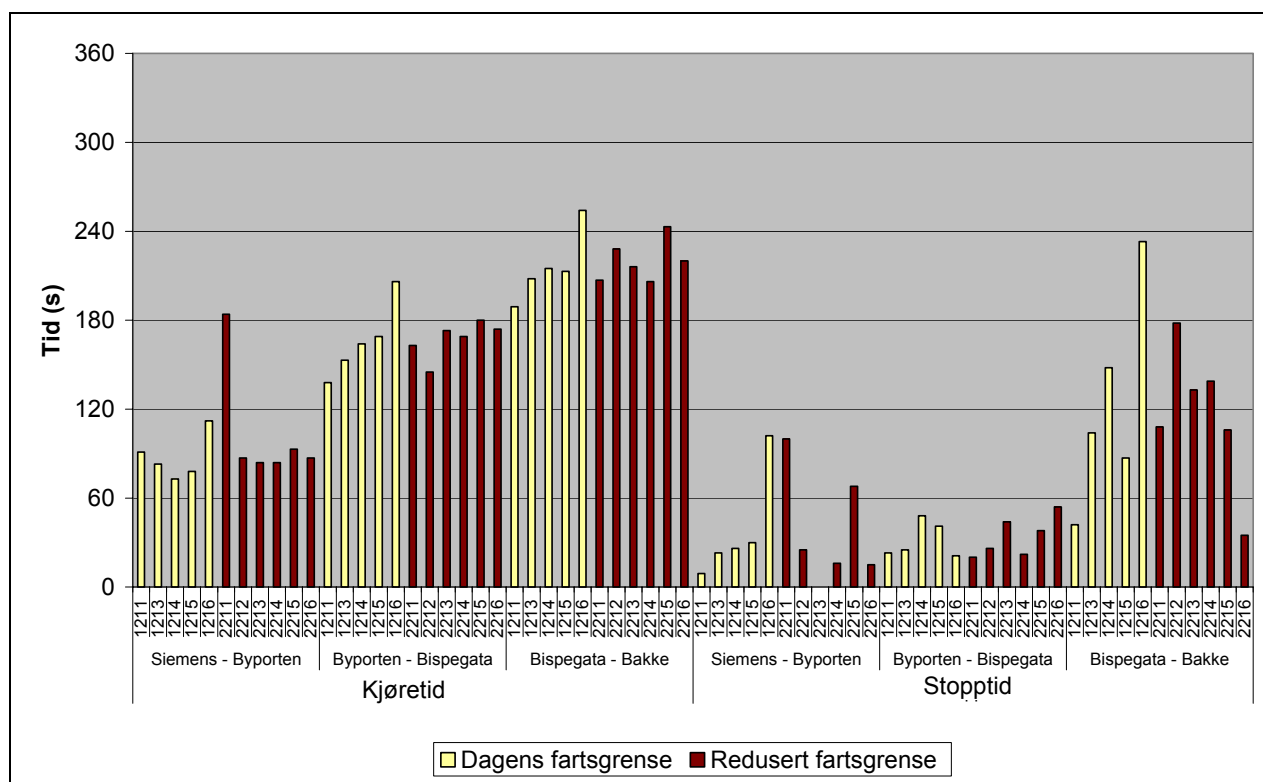
- Dette er et fartsprofil over den utkjørte distansen. Figuren sier ingenting om hvor lenge man står stille når man først har stoppet helt opp.
- Figuren viser også fartsgrensene som vi har forsøkt å forholde oss til i de to alternativene.
- I dette alternativet er stort sett fartsnivået høyere ved dagens fartsgrense sammenlignet med redusert fartsgrense. Dette er naturlig siden trafikken er relativt liten.

Figur 4.9 Fartsprofil for hver tur. Kveld FRA Midtbyen.


Kommentar:

- Dette er et fartsprofil over den utkjørte distansen. Figuren sier ingenting om hvor lenge man står stille når man først har stoppet helt opp.
- Figuren viser også fartsgrensene som vi har forsøkt å forholde oss til i de to alternativene.
- Det er relativt sett særlig høyt fartsnivå over Elgeseter bru.
- Også i dette alternativet er stort sett fartsnivået høyere ved dagens fartsgrense sammenlignet med redusert fartsgrense. Dette er naturlig siden trafikken er relativt liten.

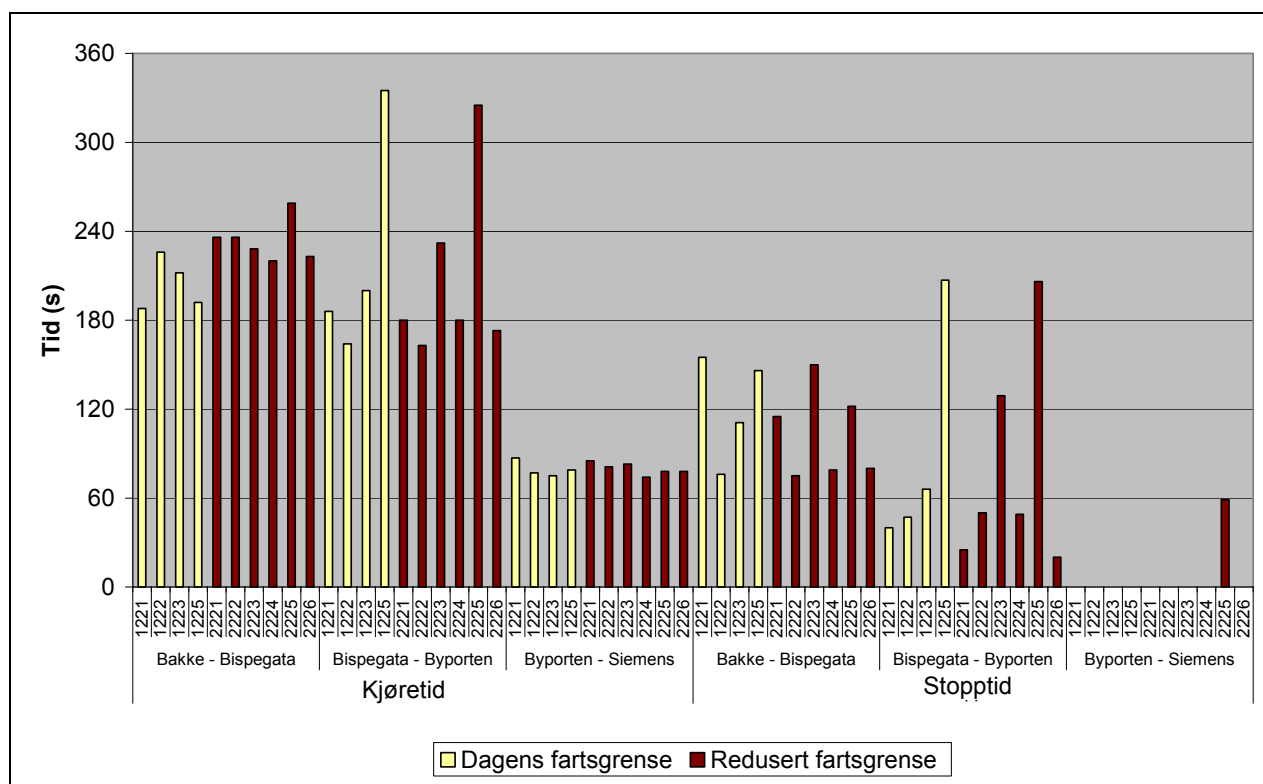
Figur 4.10 Kjøretid og stopptid for hver delstrekning og hver tur. Ettermiddagsrush MOT Midtbyen.



Kommentar:

- Figuren viser kjøretid (venstre del) og stopptid (høyre del) på hver av de tre delstrekningene ved de to alternative fartsgrensene.
- Total reisetid er summen av kjøretid og stopptid.
- Det er stort sett liten variasjon i kjøretid mellom alternativene.
- Det er større variasjon i stopptid. Dette skyldes nok i stor grad oppbygging av signalprogrammene i kryssene og tilpasning til dagens hastighetsnivå.

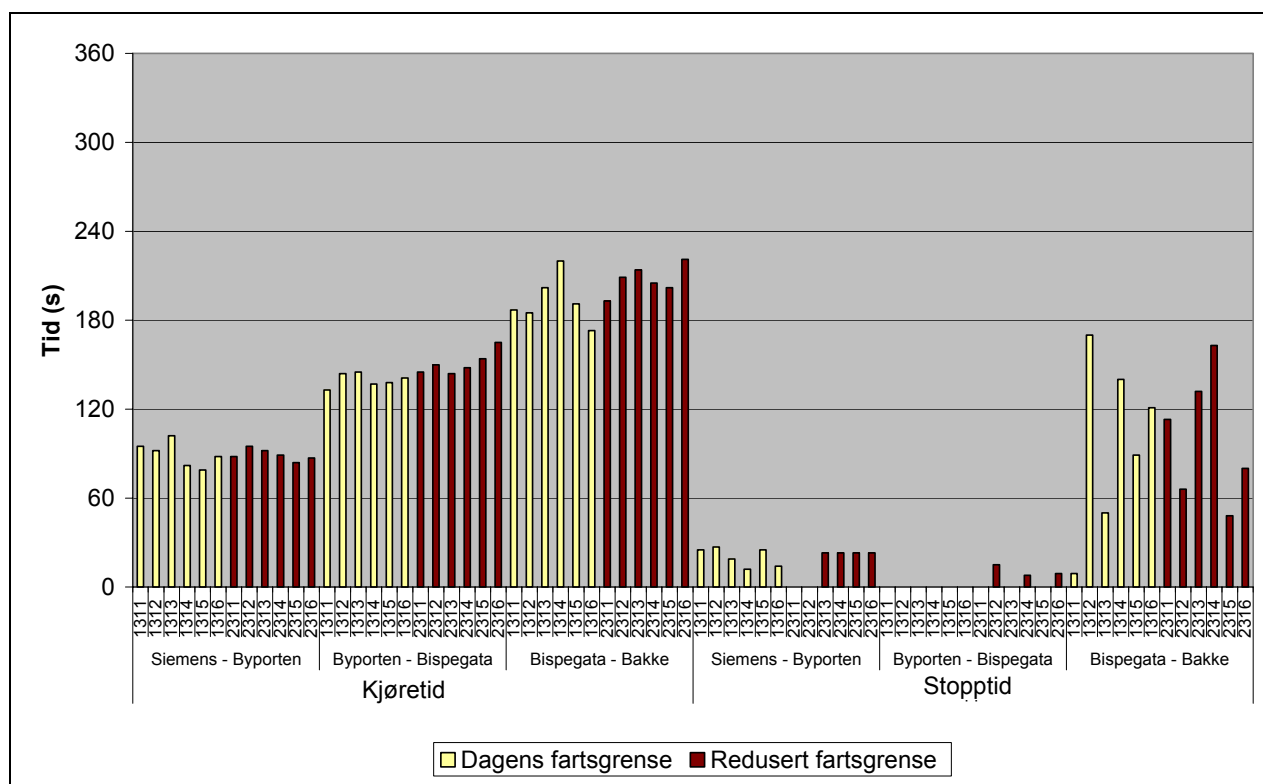
Figur 4.11 Kjøretid og stopptid for hver delstrekning og hver tur. Ettermiddagsrush FRA Midtbyen.



Kommentar:

- Figuren viser kjøretid (venstre del) og stopptid (høyre del) på hver av de tre delstrekningene ved de to alternative fartsgrensene.
- Total reisetid er summen av kjøretid og stopptid.
- Det er stort sett liten variasjon i kjøretid mellom alternativene.
- Det er tilnærmet ingen forsinkelse på strekningen Byporten-Siemens. Dette skyldes god samkjøring og at kapasiteten her er langt større enn det som slipper gjennom på strekningen Bispegata-Byporten.

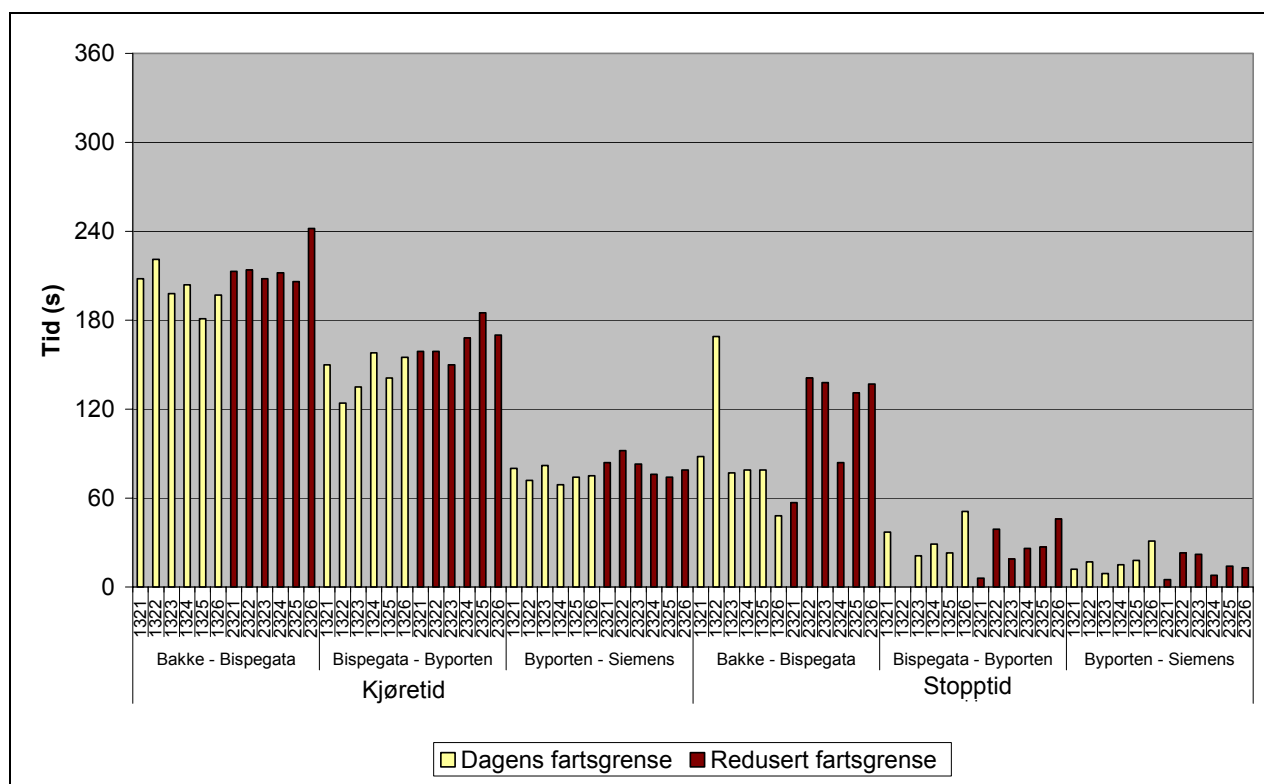
**Figur 4.12 Kjøretid og stopptid for hver delstrekning og hver tur.
Kveld MOT Midtbyen.**



Kommentar:

- Figuren viser kjøretid (venstre del) og stopptid (høyre del) på hver av de tre delstrekningene ved de to alternative fartsgrensene.
- Total reisetid er summen av kjøretid og stopptid.
- Det er noe lengre kjøretid ved redusert fartsgrense i forhold til dagens fartsgrense.
- Det er stort sett liten variasjon i stopptidene.
- Forsinkelsene oppstår i det vesentlige i Midtbyen (Bispegata-Bakke).

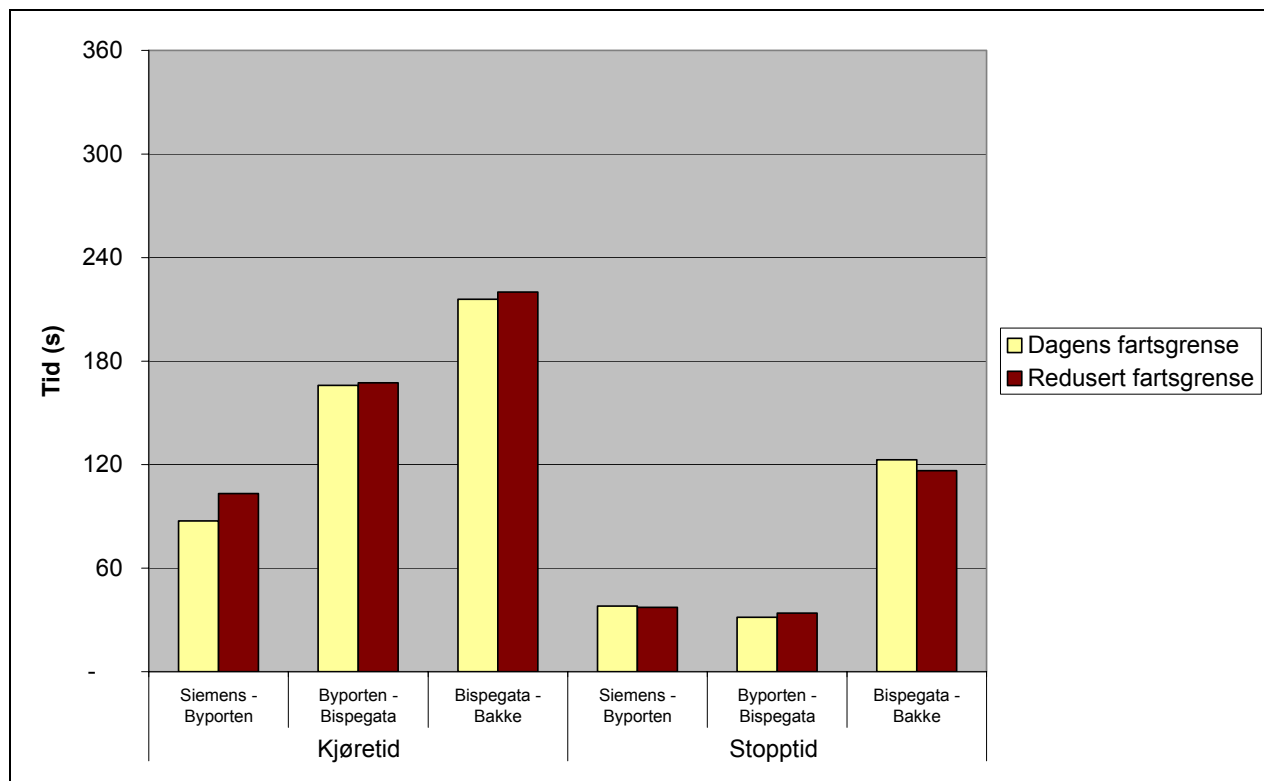
**Figur 4.13 Kjøretid og stopptid for hver delstrekning og hver tur.
Kveld FRA Midtbyen.**



Kommentar:

- Figuren viser kjøretid (venstre del) og stopptid (høyre del) på hver av de tre delstrekningene ved de to alternative fartsgrensene.
- Total reisetid er summen av kjøretid og stopptid.
- Det er noe lengre kjøretid ved redusert fartsgrense i forhold til dagens fartsgrense.
- Det er stort sett liten variasjon i stopptidene.
- De største forsinkelsene oppstår i Midtbyen (Bakke-Bispegata), men i denne kjøretretningen er forsinkelsene jevnere fordelt over hele strekningen.

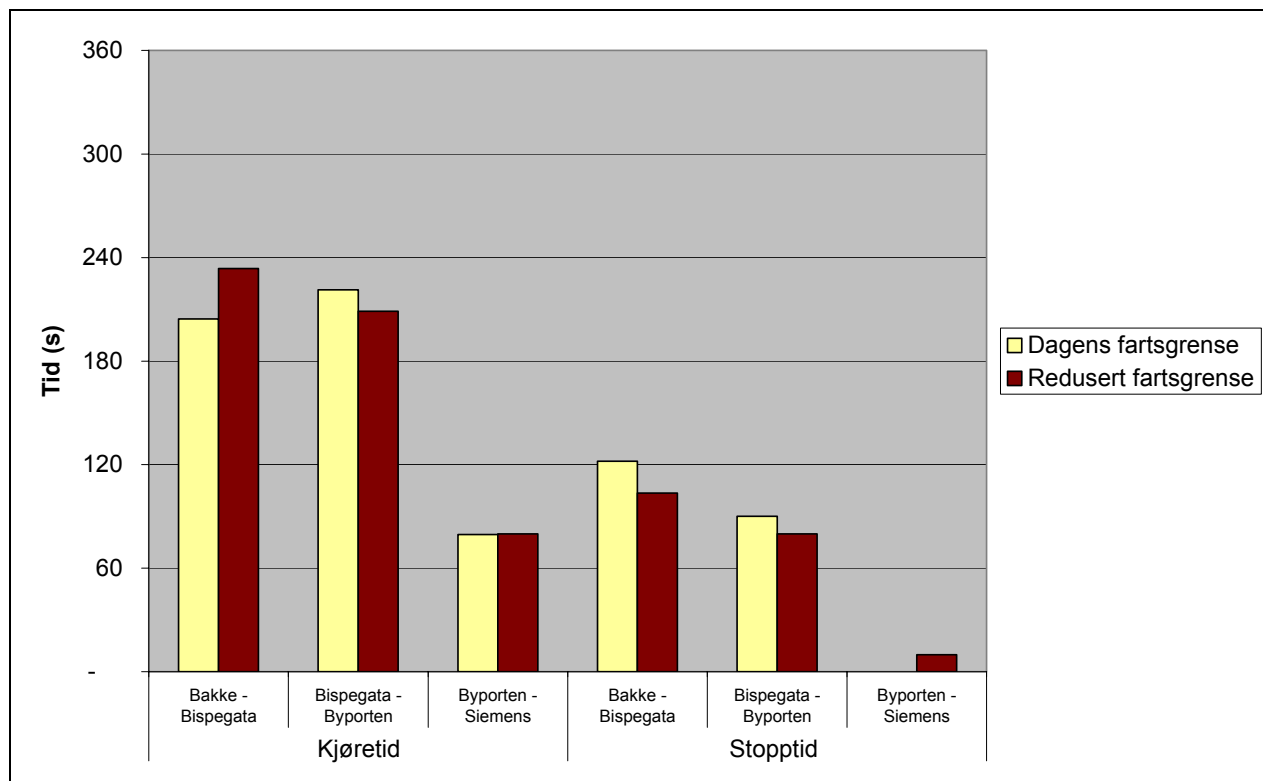
**Figur 4.14 Gjennomsnittlig kjøretid og stopptid for hver delstrekning.
Ettermiddagsrush MOT Midtbyen.**



Kommentar:

- Figuren viser kjøretid (venstre del) og stopptid (høyre del) på hver av de tre delstrekningene ved de to alternative fartsgrensene.
- Total reisetid er summen av kjøretid og stopptid.
- I ettermiddagsrushet er det i gjennomsnitt liten forskjell mellom de to alternative fartsgrensene. Dette gjelder både kjøretid og stopptid.

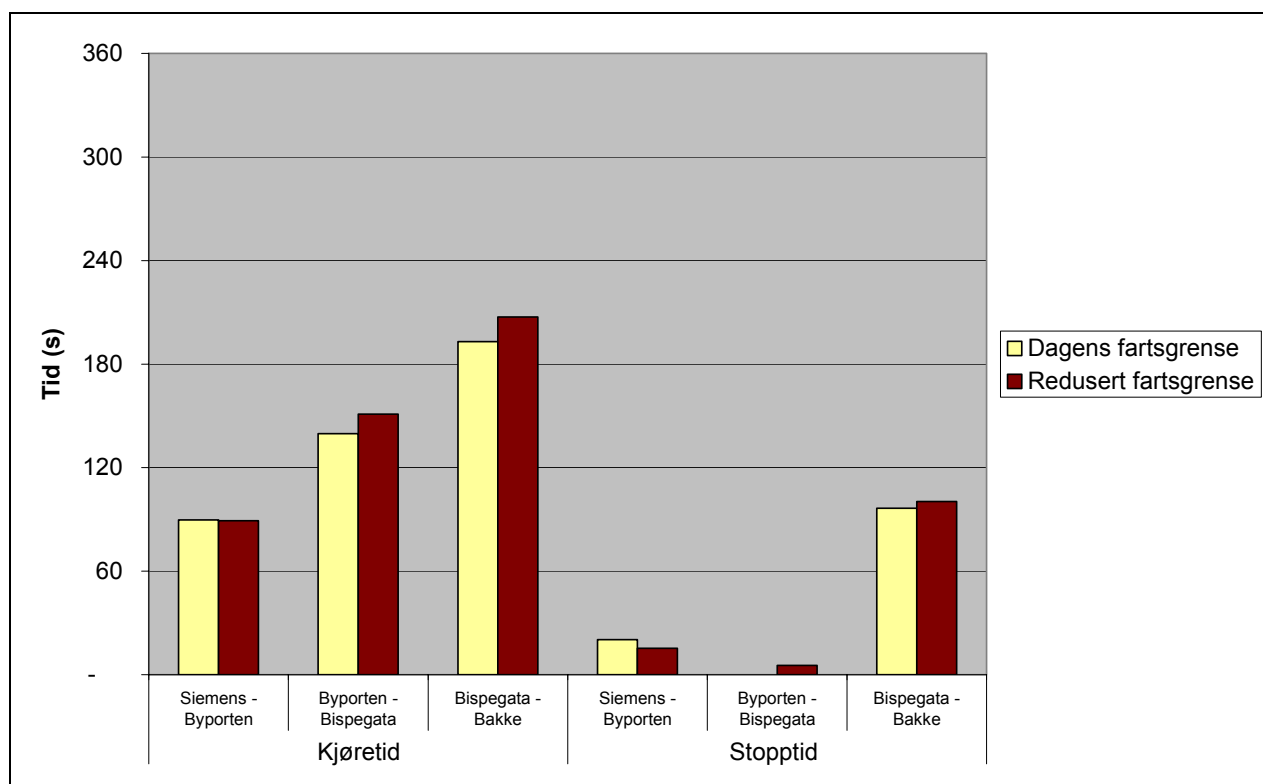
Figur 4.15 Gjennomsnittlig kjøretid og stopptid for hver delstrekning. Ettermiddagsrush FRA Midtbyen.



Kommentar:

- Figuren viser kjøretid (venstre del) og stopptid (høyre del) på hver av de tre delstrekningene ved de to alternative fartsgrensene.
- Total reisetid er summen av kjøretid og stopptid.
- Resultatene er noe sprikende, og dette kan skyldes litt tilfeldigheter.
- I Midtbyen (Bakke-Bispegata) får vi en noe økt kjøretid ved redusert fartsgrense, men på den annen side får vi en reduksjon i stopptid. Dette kan skyldes et jevnere fartsprofil.
- På strekningen Bispegata-Byporten får vi en redusert kjøretid ved redusert fartsgrense. Dette skyldes nok at en i større grad har ”unngått” rushtidstoppen ved redusert fartsgrense.
- Forsinkelsen er også noe lavere ved redusert fartsgrense, noe som kan være med på å bekrefte antagelsen over.

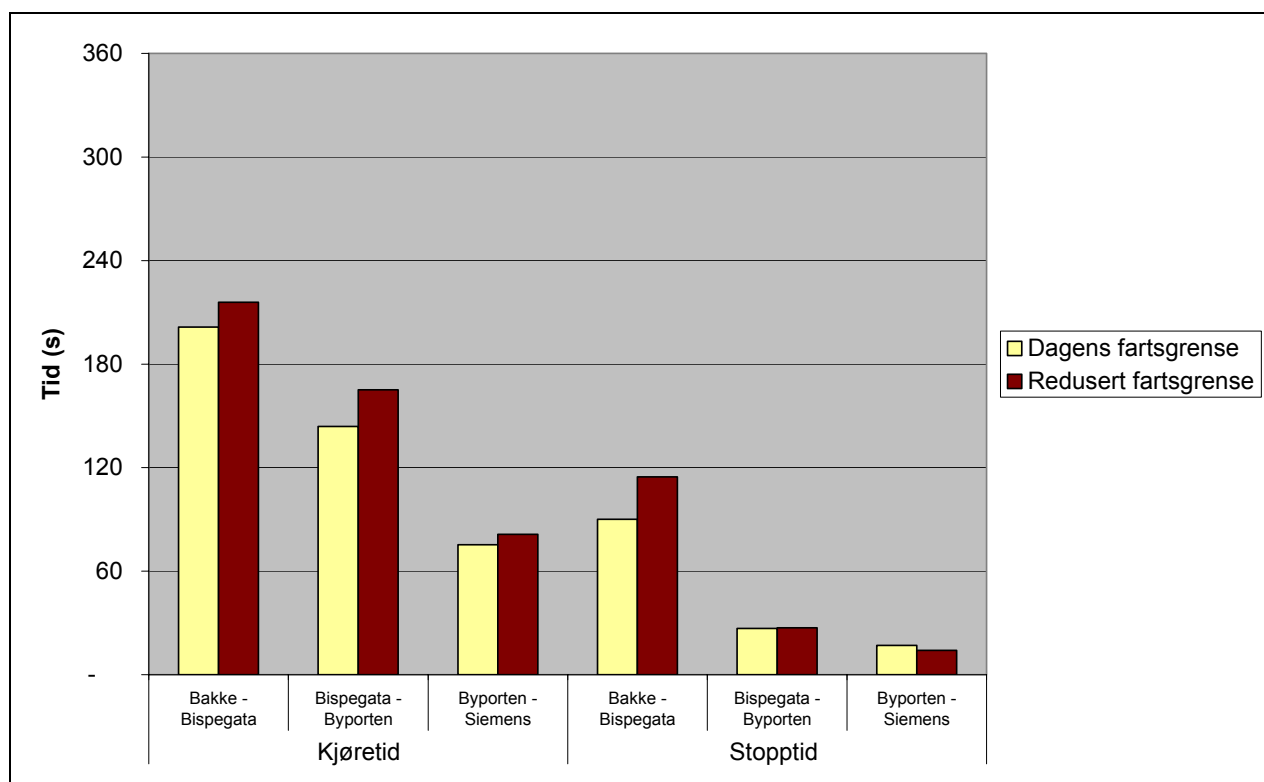
**Figur 4.16 Gjennomsnittlig kjøretid og stopptid for hver delstrekning.
Kveld MOT Midtbyen.**



Kommentar:

- Figuren viser kjøretid (venstre del) og stopptid (høyre del) på hver av de tre delstrekningene ved de to alternative fartsgrensene.
- Total reisetid er summen av kjøretid og stopptid.
- Utenom rush er det stort sett slik at redusert fartsgrense fører til noe lengre kjøretid.
- Det er liten variasjon i stopptidene.
- Det aller meste av forsinkelsene er knyttet til strekningen gjennom Midtbyen (Bispegata-Bakke).

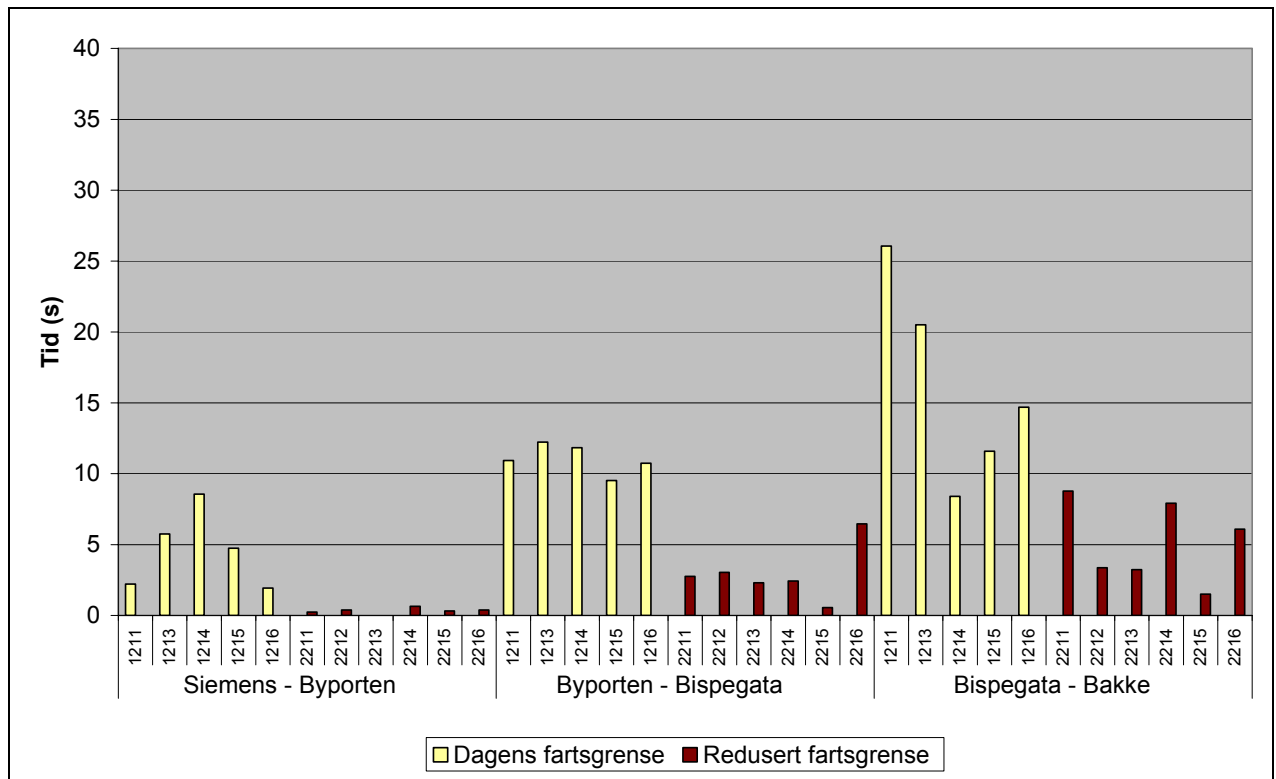
**Figur 4.17 Gjennomsnittlig kjøretid og stopptid for hver delstrekning.
Kveld FRA Midtbyen.**



Kommentar:

- Figuren viser kjøretid (venstre del) og stopptid (høyre del) på hver av de tre delstrekningene ved de to alternative fartsgrensene.
- Total reisetid er summen av kjøretid og stopptid.
- Utenom rush er det typisk slik at redusert fartsgrense fører til noe lengre kjøretid.
- Det er liten variasjon i stopptidene.
- Det aller meste av forsinkelsene er knyttet til strekningen gjennom Midtbyen (Bakke-Bispegata).

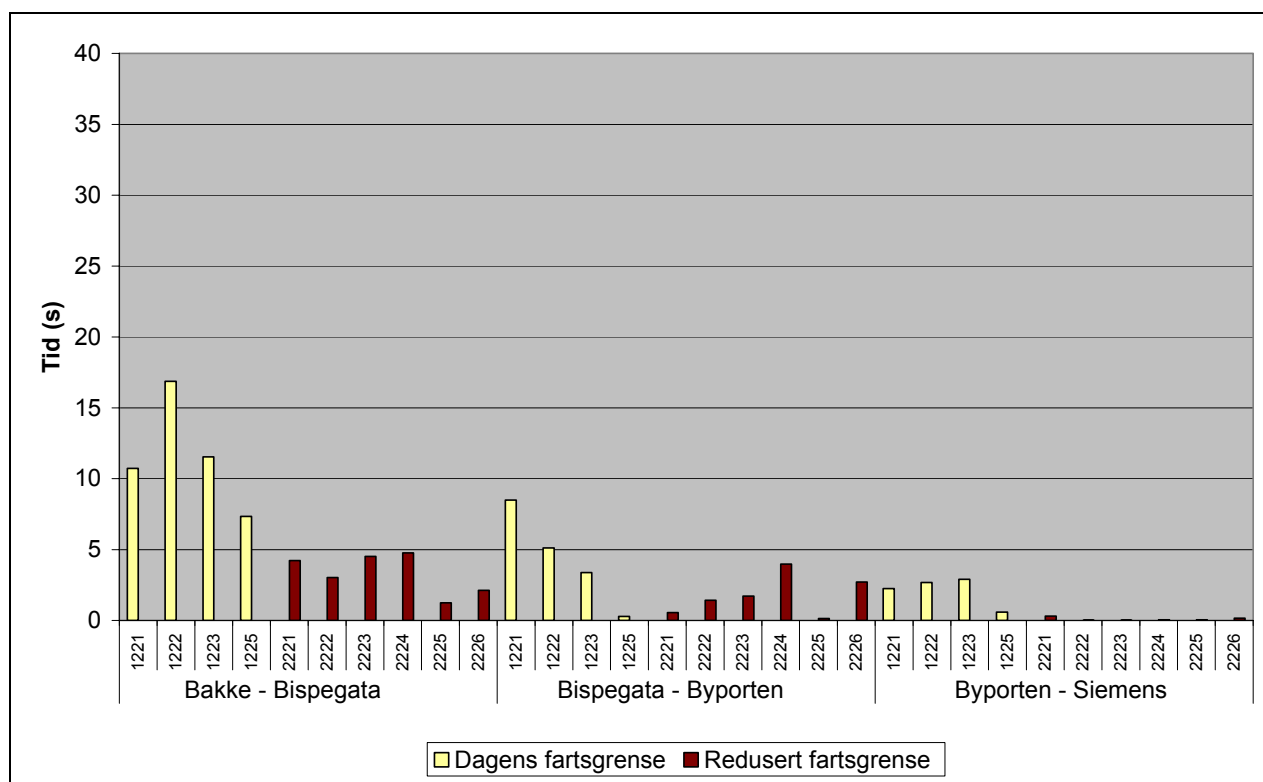
Figur 4.18 Økning i reisetid ved redusert fartsgrense for hver delstrekning og hver tur. Ettermiddagsrush MOT Midtbyen.



Kommentar:

- Denne figuren viser forskjellen mellom målt reisetid og en reisetid basert på at en aldri kjører fortere enn redusert fartsgrense. Figuren viser data for hver delstrekning og hver enkelt tur.
- For dagens fartsgrense viser dette potensialet for hvor mye reisetiden kan øke som følge av redusert fartsgrense.
- For redusert fartsgrense burde denne størrelsen bli null. Når den likevel er større enn null, så skyldes det at vi i perioder har kjørt fortere enn den reduserte fartsgrensen vi forsøkte å holde oss til.
- Målingene viser at reisetiden vil øke med mellom 8 og 26 sekunder gjennom Midtbyen (Bispegata-Bakke) dersom en forholder seg til en redusert fartsgrense.
- På strekningen Byporten-Bispegata er dette potensialet ca 10 sekunder, og på strekningen Siemens-Byporten i størrelsesorden 5 sekunder.
- På hele strekningen fra Siemens til Bakke bru er potensialet i størrelsesorden mellom 25 og 40 sekunder.

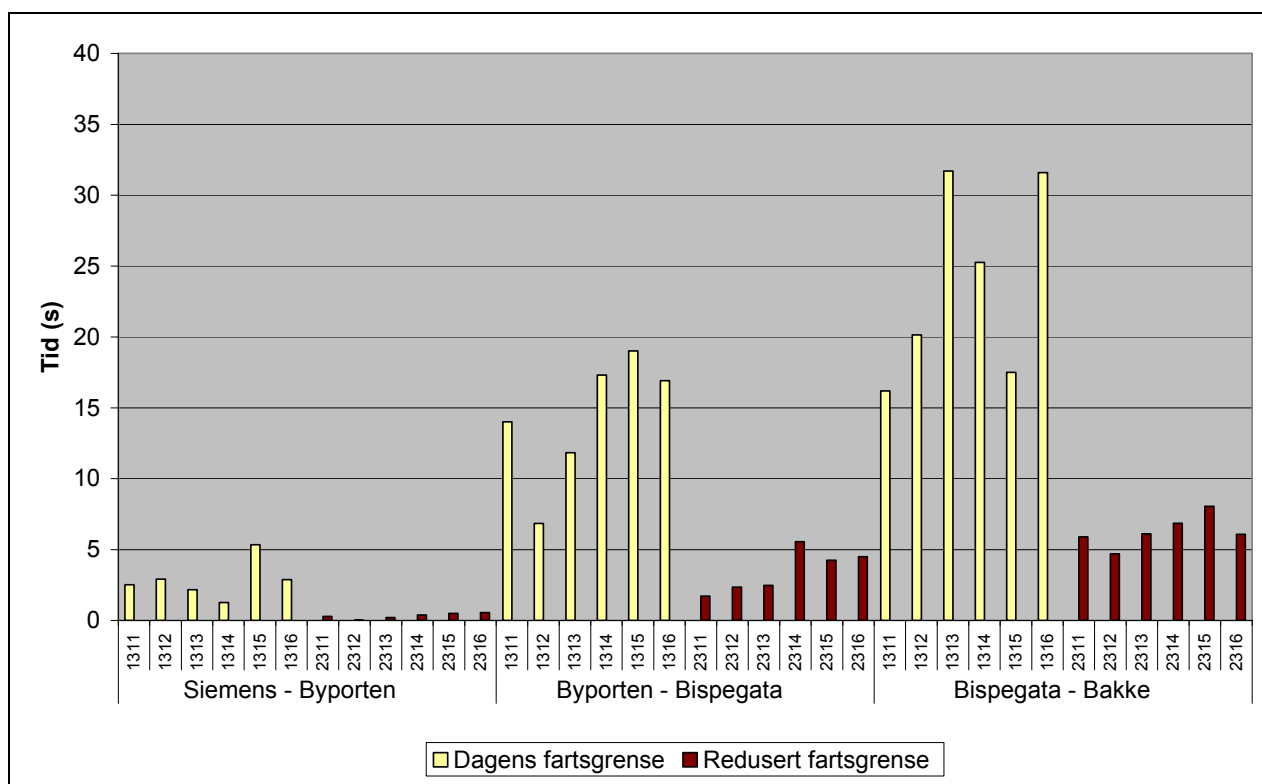
Figur 4.19 Økning i reisetid ved redusert fartsgrense for hver delstrekning og hver tur. Ettermiddagsrush FRA Midtbyen.



Kommentar:

- Denne figuren viser forskjellen mellom målt reisetid og en reisetid basert på at en aldri kjører fortere enn redusert fartsgrense. Figuren viser data for hver delstrekning og hver enkelt tur.
- For dagens fartsgrense viser dette potensialet for hvor mye reisetiden kan øke som følge av redusert fartsgrense.
- For redusert fartsgrense burde denne størrelsen bli null. Når den likevel er større enn null, så skyldes det at vi i perioder har kjørt fortere enn den reduserte fartsgrensen vi forsøkte å holde oss til.
- Målingene viser at reisetiden vil øke med mellom 7 og 17 sekunder gjennom Midtbyen (Bakke-Bispegata) dersom en forholder seg til en redusert fartsgrense. Dette er noe lavere enn i motsatt retning.
- På strekningen Bispegata-Byporten er dette potensialet ca 4-5 sekunder, og på strekningen Byporten-Siemens kun 2 sekunder.
- På hele strekningen fra Bakke bru til Siemens er potensialet i størrelsesorden mellom 8 og 24 sekunder.
- På grunn av dårlig GPS dekning i Midtbyen er to av turene med dagens fartsgrense falt ut.

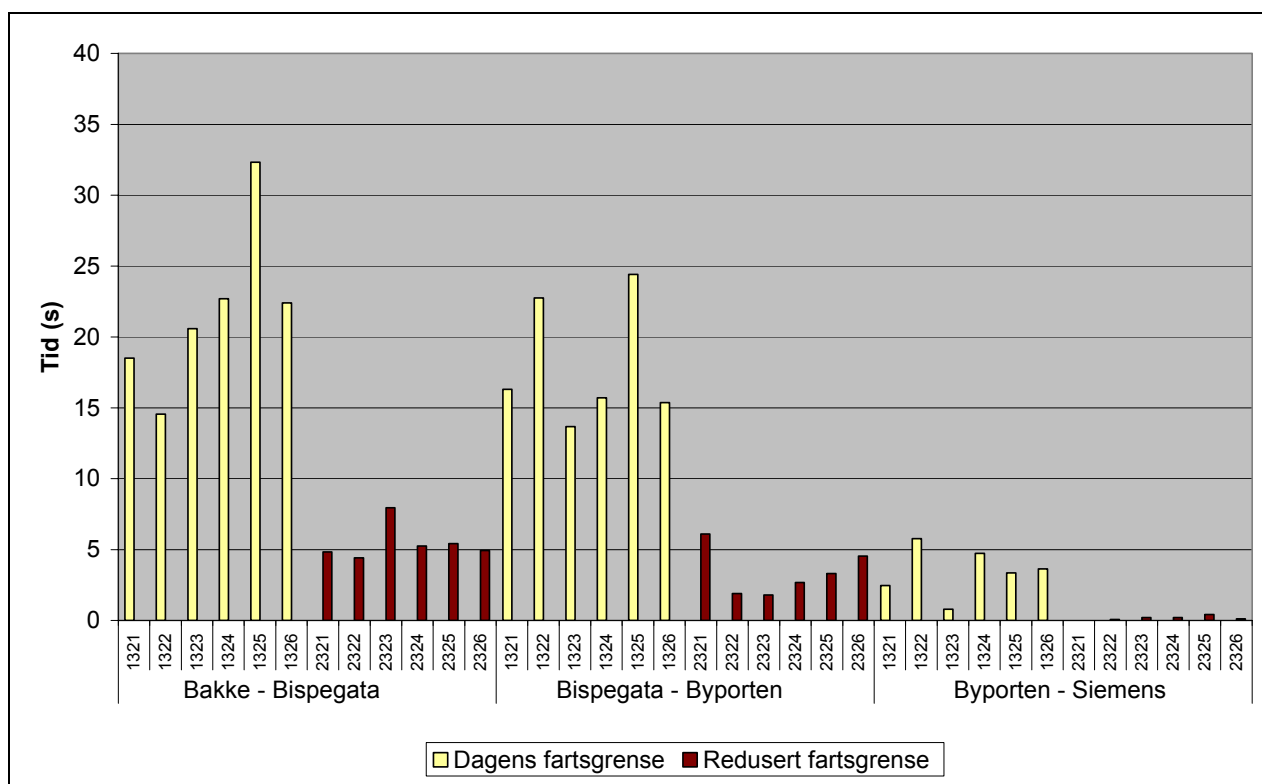
**Figur 4.20 Økning i reisetid ved redusert fartsgrense for hver delstrekning og hver tur.
Kveld MOT Midtbyen.**



Kommentar:

- Denne figuren viser forskjellen mellom målt reisetid og en reisetid basert på at en aldri kjører fortere enn redusert fartsgrense. Figuren viser data for hver delstrekning og hver enkelt tur.
- For dagens fartsgrense viser dette potensialet for hvor mye reisetiden kan øke som følge av redusert fartsgrense.
- For redusert fartsgrense burde denne størrelsen bli null. Når den likevel er større enn null, så skyldes det at vi i perioder har kjørt fortere enn den reduserte fartsgrensen vi forsøkte å holde oss til.
- Målingene viser at reisetiden vil øke med mellom 16 og 32 sekunder gjennom Midtbyen (Bispegata-Bakke) dersom en forholder seg til en redusert fartsgrense. Dette er omtrent det samme som i motsatt retning.
- På strekningen Byporten-Bispegata er dette potensialet mellom 7 og 19 sekunder, og på strekningen Siemens-Byporten mindre enn 5 sekunder.
- På hele strekningen fra Siemens til Bakke bru er potensialet i størrelsesorden mellom 30 og 52 sekunder.

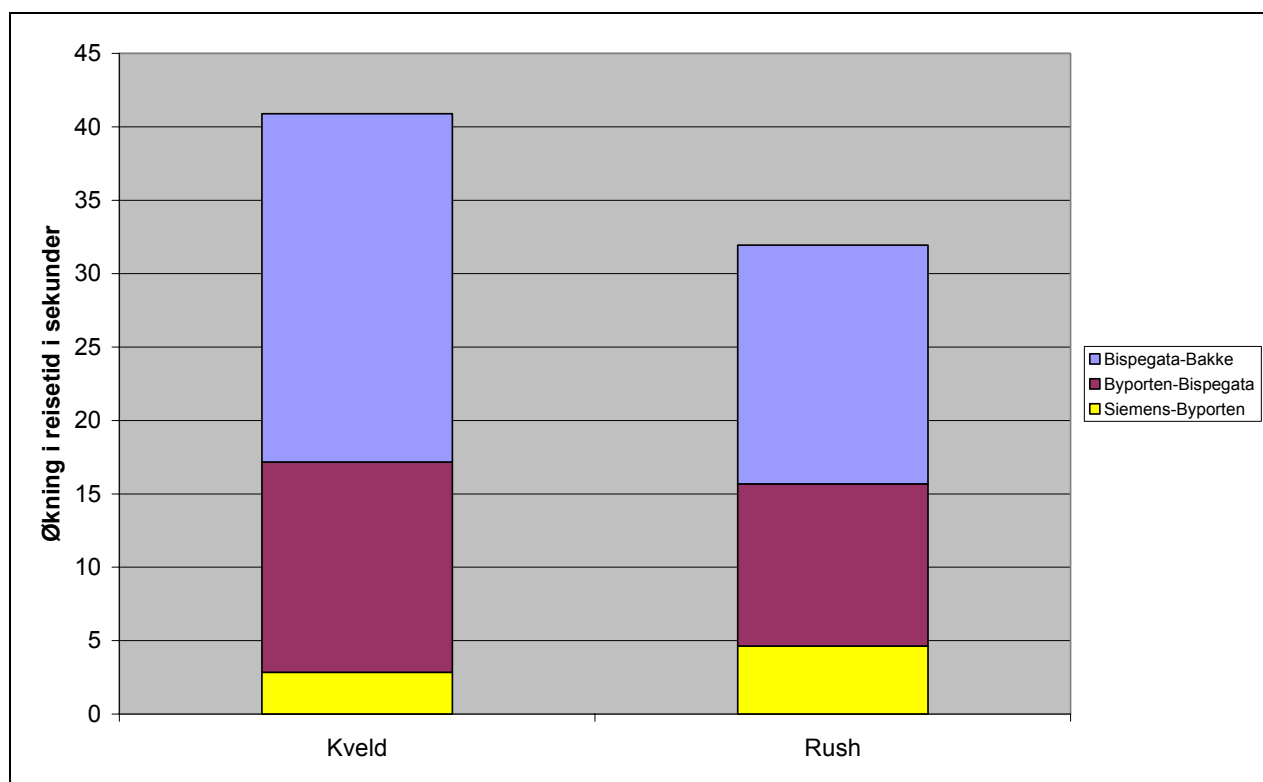
**Figur 4.21 Økning i reisetid ved redusert fartsgrense for hver delstrekning og hver tur.
Kveld FRA Midtbyen.**



Kommentar:

- Denne figuren viser forskjellen mellom målt reisetid og en reisetid basert på at en aldri kjører fortere enn redusert fartsgrense. Figuren viser data for hver delstrekning og hver enkelt tur.
- For dagens fartsgrense viser dette potensialet for hvor mye reisetiden kan øke som følge av redusert fartsgrense.
- For redusert fartsgrense burde denne størrelsen bli null. Når den likevel er større enn null, så skyldes det at vi i perioder har kjørt fortere enn den reduserte fartsgrensen vi forsøkte å holde oss til.
- Målingene viser at reisetiden vil øke med mellom 15 og 33 sekunder gjennom Midtbyen (Bakke-Bispegata) dersom en forholder seg til en redusert fartsgrense. Dette er omtrent det samme som i motsatt retning.
- På strekningen Bispegata-Byporten er dette potensialet mellom 14 og 24 sekunder, og på strekningen Byporten-Siemens mindre enn 5 sekunder.
- På hele strekningen fra Bakke bru til Siemens er potensialet i størrelsesorden mellom 35 og 60 sekunder.

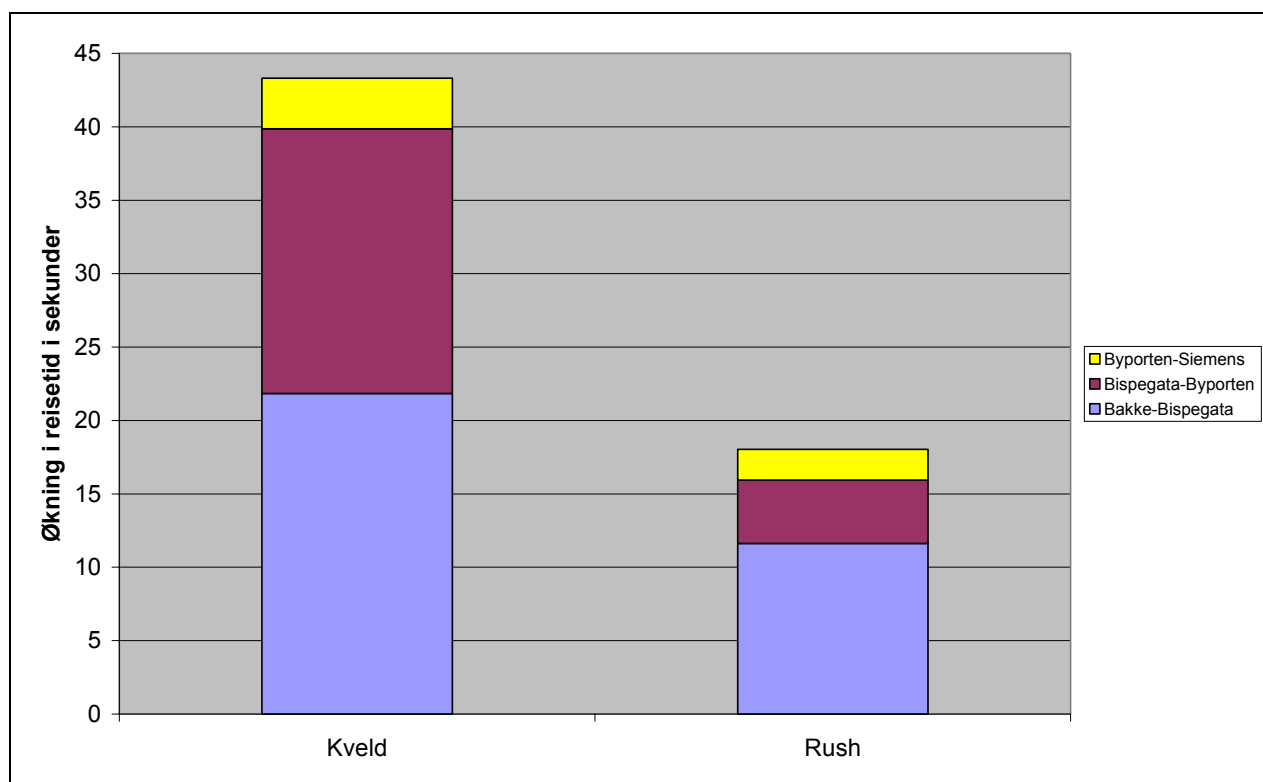
**Figur 4.22 Økning i reisetid ved redusert fartsgrense for hver delstrekning.
Gjennomsnitt for alle turer. Ettermiddagsrush og kveld MOT Midtbyen.**



Kommentar:

- Denne figuren viser forskjellen mellom målt reisetid og en reisetid basert på at en aldri kjører fortere enn redusert fartsgrense. Figuren viser gjennomsnitt for hver delstrekning totalt for hele strekningen.
- For dagens fartsgrense viser dette potensialet for hvor mye reisetiden kan øke som følge av redusert fartsgrense.
- Målingene viser at reisetiden i gjennomsnitt vil øke med 41 sekunder på kveldstid 32 sekunder i ettermiddagsrushet i retning mot Midtbyen. Disse tallene gjelder for hele strekningen fra Siemens til Bakke bru.
- Over halvparten av dette potensialet er knyttet til Midtbyen (Bispegata-Bakke), der den reduserte fartsgrensen er 20 km/t lavere enn dagens. Dette er også den lengste delstrekningen.

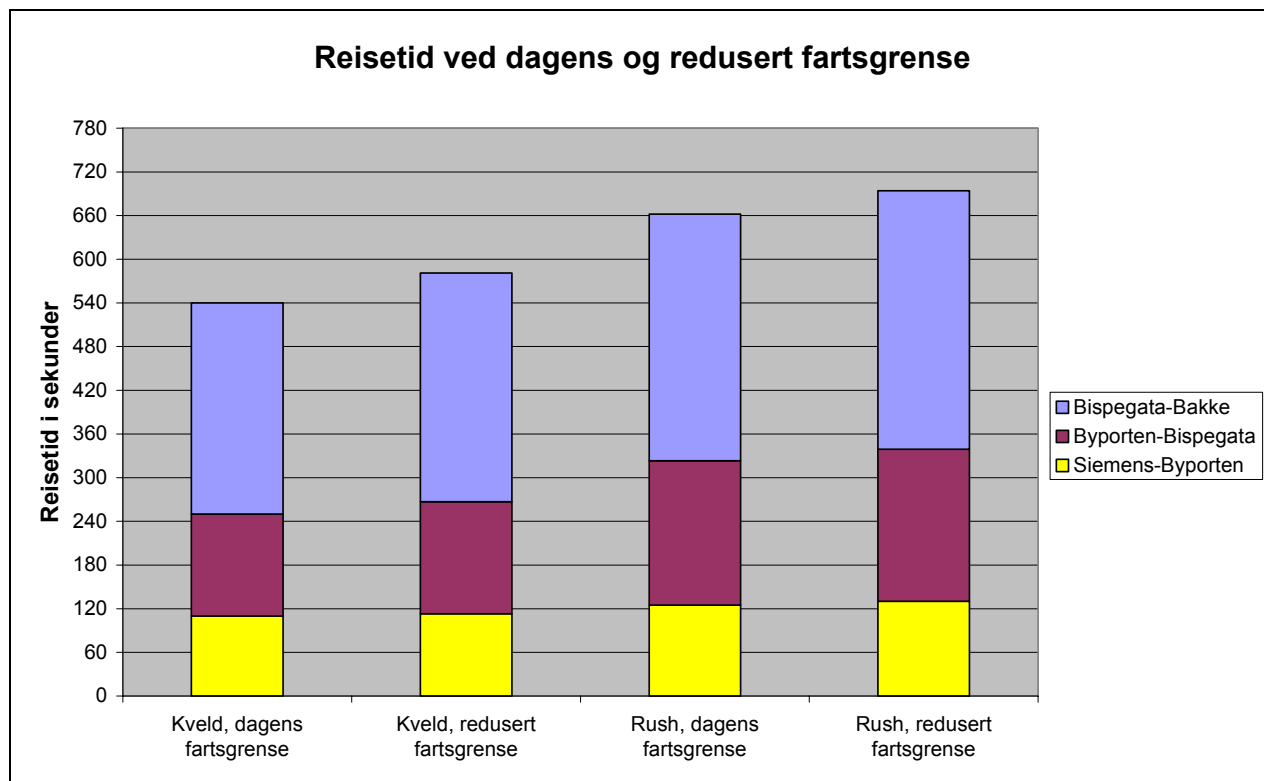
**Figur 4.23 Økning i reisetid ved redusert fartsgrense for hver delstrekning.
Gjennomsnitt for alle turer. Ettermiddagsrush og kveld FRA Midtbyen.**



Kommentar:

- Denne figuren viser forskjellen mellom målt reisetid og en reisetid basert på at en aldri kjører fortere enn redusert fartsgrense. Figuren viser gjennomsnitt for hver delstrekning totalt for hele strekningen.
- For dagens fartsgrense viser dette potensialet for hvor mye reisetiden kan øke som følge av redusert fartsgrense.
- Målingene viser at reisetiden i gjennomsnitt vil øke med 43 sekunder på kveldstid, men kun 18 sekunder i ettermiddagsrushet i retning fra Midtbyen. Disse tallene gjelder for hele strekningen fra Bakke bru til Siemens.
- På samme måte som i motsatt retning er også her over halvparten av dette potensialet knyttet til Midtbyen (Bakke-Bispegata), der den reduserte fartsgrensen er 20 km/t lavere enn dagens. Dette er også den lengste delstrekningen.
- På kveldstid er potensialet omtrent det samme i begge retninger, mens det i ettermiddagsrushet naturlig nok vil være noe mindre potensial i retning fra Midtbyen.

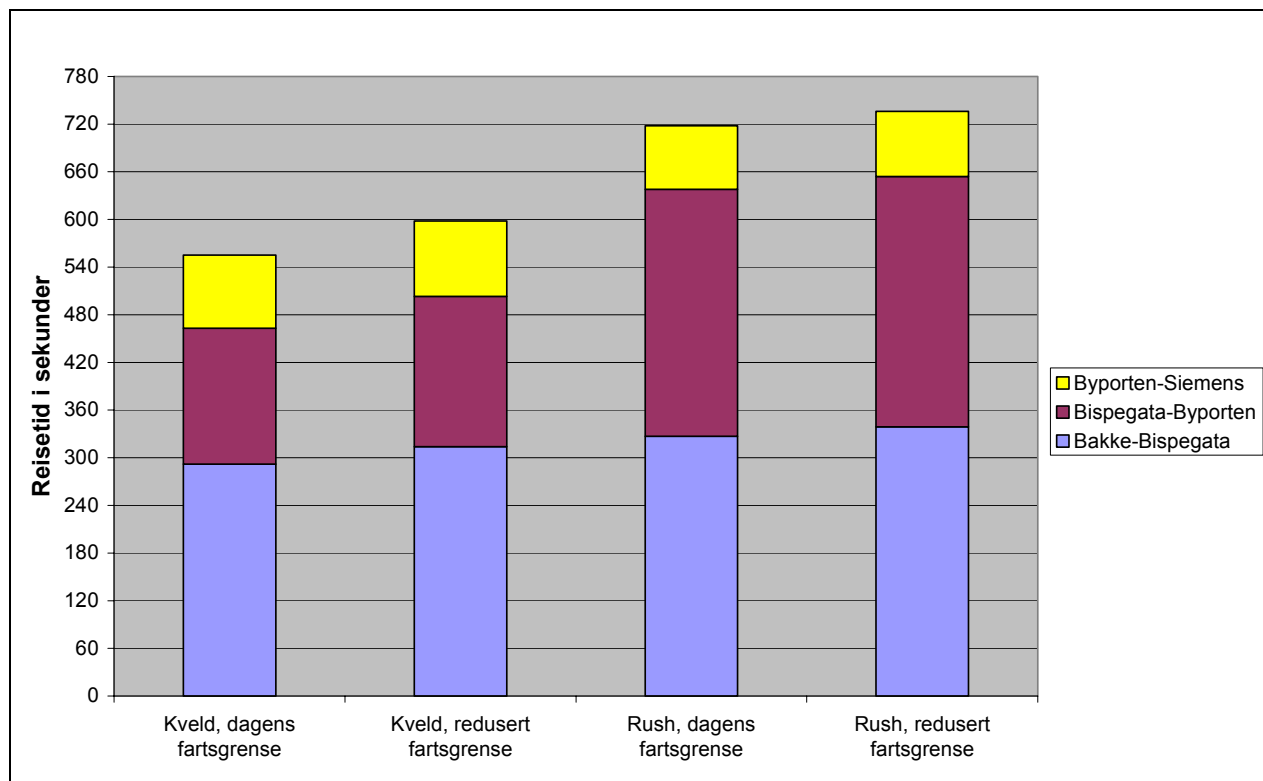
Figur 4.24 Reisetid ved dagens og redusert fartsgrense for hver delstrekning og totalt. Gjennomsnitt for alle turer. Etermiddagsrush og kveld MOT Midtbyen.



Kommentar:

- Denne figuren viser gjennomsnittlig målt reisetid ved dagens fartsgrense og en reisetid basert på at en aldri kjører fortere enn redusert fartsgrense. Figuren viser gjennomsnitt for hver delstrekning og totalt for hele strekningen.
- På kveldstid er gjennomsnittlig reisetid mot Midtbyen 9 minutter ved dagens fartsgrense. Ved redusert fartsgrense vil reisetiden øke med 41 sekunder.
- I ettermiddagsrushet er gjennomsnittlig reisetid mot Midtbyen drøyt 11 minutter ved dagens fartsgrense. Ved redusert fartsgrense vil reisetiden øke med 32 sekunder.

Figur 4.25 Reisetid ved dagens og redusert fartsgrense for hver delstrekning og totalt. Gjennomsnitt for alle turer. Ettermiddagsrush og kveld FRA Midtbyen.



Kommentar:

- Denne figuren viser gjennomsnittlig målt reisetid ved dagens fartsgrense og en reisetid basert på at en aldri kjører fortere enn redusert fartsgrense. Figuren viser gjennomsnitt for hver delstrekning og totalt for hele strekningen.
- På kveldstid er gjennomsnittlig reisetid fra Midtbyen drøyt 9 minutter ved dagens fartsgrense. Ved redusert fartsgrense vil reisetiden øke med 43 sekunder til i underkant av 10 minutter.
- I ettermiddagsrushet er gjennomsnittlig reisetid fra Midtbyen knapt 12 minutter ved dagens fartsgrense. Ved redusert fartsgrense vil reisetiden øke med 18 sekunder.

5 Konklusjon og oppsummering

Generelt sett foreligger det mye dokumentasjon på virkningen av endrede fartsgrenser, både på fartsnivå og ulykker. Når det gjelder fartsgrensereduksjoner innenfor tettbygd strøk er det dokumentert reduksjon i personskadeulykkene på mellom 10 og 50%. Endringene vil i stor grad være avhengig av den fartsreduksjon man oppnår. Fartsreduksjonen en kan oppnå er videre svært avhengig av fartsnivået i utgangspunktet.

I den tyske byen Darmstadt ble det i løpet av 1980-årene gjennomført omfattende forsøk med 30 km/t soner. Forsøkene viste at gjennomsnittsfarten ble redusert med 10-15% innenfor sonene.

Både i en brosjyre fra Vägverket (L11) og på Statens vegvesens internettsider (L12) gis det en oversikt over risikoen for at en gående skal bli drept ved påkjørsel av bil ved ulike hastigheter. Ved 70 km/t er risikoen nærmere 100%. Ved 50 km/t er risikoen fortsatt nokså høy med drøyt 80%. Det er viktig å legge merke til at risikoen endres fra 80 og helt ned til 30 % ved en ytterligere reduksjon i farten fra 50 til 40 km/t. Ved 30 km/t er risikoen i størrelsesorden 10%.

Systematiske reisetidsmålinger som er foretatt i sentrumsområdene av de største byene i Norge viser at fartsnivået i rushperiodene er relativt lavt. Resultatene indikerer at det vil ha liten betydning for reisetiden i disse periodene dersom en setter ned fartsgrensen fra 50 til 30 km/t. Det er imidlertid ikke funnet dokumentasjon på endringer i reisetid ved reduksjon av fartsgrensen.

Gjennom litteratursøket er det heller ikke funnet dokumentasjon som går direkte på sammenhengen mellom fartsgrense og kapasitet i bystrøk. Dette indikerer at fartsgrensen har liten innvirkning på kapasiteten i bystrøk, hvor en i utgangspunktet har lavt fartsnivå.

I dette prosjektet er det foretatt reisetidsmålinger for å dokumentere eventuelle effekter nedsatt fartsgrense i bystrøk har på reisetid og forsinkelse. Det er både kjørt etter gjeldende fartsgrense, og etter en fiktiv nedsatt fartsgrense. Ved kjøring etter gjeldende fartsgrense er det kjørt med en hastighet som er subjektivt oppfattet som gjennomsnittshastighet for trafikkstrømmen. Ved kjøring etter en fiktiv nedsatt fartsgrense har føreren forsøkt å ikke overskride denne fartsgrensen. Alle målinger er foretatt på en 4,1 km lang kjørerute gjennom Trondheim sentrum.

Tabellen på nedenfor viser fartsgrense på de ulike strekningene, og den teoretiske reisetida dersom en holder de angitte fartsgrensene på hver enkelt delstrekning. Dette forutsetter altså konstant hastighet uten stopp i kryss osv. Til høyre i tabellen ser vi differansen i teoretisk reisetid mellom de to alternativene. I praksis vil den reelle økningen i reisetid være vesentlig mindre enn dette.

Tabell 5.1 Teoretisk reisetid ved dagens og redusert fartsgrense

Strekning	Lengde [meter]	Ved dagens fartsgrense		Ved redusert fartsgrense		Teoretisk potensiale for økning i reisetid [sek]
		Fartsgrense [km/t]	Teoretisk reisetid [sek]	Fartsgrense [km/t]	Teoretisk reisetid [sek]	
Siemens-Byporten	1000	60	60	50	72	12
Byporten-Bispegata	1500	50	108	40	135	27
Bispegata-Bakke bro	1600	50	115	30	192	77
Hele strekningen	4100	-	283	-	399	116

Resultatene fra reisetidmålingene viser at når det gjelder akkumulert reisetid i ettermiddagsrushet ser det ikke ut til at det er noen systematisk forskjell mellom de to alternativene dagens og redusert fartsgrense. Det er imidlertid stor spredning i reisetid mellom de enkelte turene, og dette viser at avviklingsforholdene varierer mye innenfor rushperioden. Enkelte kryss står for en relativt stor andel av reisetiden.

På kveldstid er det mindre spredning i reisetidene, men det er en viss tendens til noe lengre reisetid ved redusert fartsgrense sammenlignet med dagens fartsgrense. Også i denne perioden er relativt mye av reisetiden knyttet til forsinkelser i enkelte kryss. Spesielt gjelder dette ved redusert fartsgrense. Samkjøringen av signalanleggene er tilpasset dagens fartsnivå. Dersom signalanleggene hadde vært tilpasset en redusert fartsgrense ville forsinkelsene i kryssene ha blitt mindre.

Fartsprofilen for hver enkelt tur viser generelt at kjørefarten blir jevnere ved redusert fartsgrense. Dette skjer ved at ”toppene” reduseres og dels at de laveste hastighetene blir noe høyere sammenlignet med fartsprofilen ved dagens fartsgrense. Spesielt gjelder dette for kveldsperioden. I ettermiddagsrushet er forskjellene i fartsprofilen noe mindre for de to alternativene.

Det er også sett på hvordan kjøretid og stopptid varierer ved dagens og redusert fartsgrense for hver enkelt tur. I ettermiddagsrushet er det relativt sett liten variasjon i kjøretid i de ulike alternativene. Variasjonen i stopptid er noe større, og dette skyldes trolig oppbyggingen av signalprogrammene i kryssene og tilpasning til dagens fartsnivå.

På kveldstid er også liten variasjon i kjøretiden i de ulike alternativene. Det er videre noe mindre variasjon i stopptidene om kvelden enn i ettermiddagsrushet.

Det er liten forskjell i gjennomsnittlig kjøretid og gjennomsnittlig stopptid i retning mot Midtbyen i ettermiddagsrushet for de to alternativene. I retningen fra Midtbyen er resultatene noe mer sprikende, men dette kan skyldes tilfeldigheter. I Midtbyen får vi noe økt kjøretid ved redusert fartsgrense, men på den andre siden får vi reduksjon i stopptiden. På strekningen Bispegata-Byporten får vi redusert kjøretid ved redusert fartsgrense. Dette skyldes nok at en i større grad har ”unngått” rushtidstoppen ved redusert fartsgrense.

På kveldstid fører redusert fartsgrense til noe lengre reisetid. Det er liten variasjon i stopptidene, og det meste av forsinkelsene er knyttet til strekningen i Midtbyen.

Med utgangspunkt i de gjennomførte kjøretidmålingene har vi innført et begrep som vi har kalt ”potensiale for økning i reisetid”. Med dette mener vi differansen mellom målt reisetid med dagens fartsgrense og en reisetid basert på at en aldri kjører fortere enn redusert fartsgrense. Med basis i de turene som er foretatt med dagens fartsgrense utgjør ”potensiale for økning i reisetid” hvor mye reisetiden øker dersom en innfører en redusert fartsgrense.

Reisetiden gjennom Midtbyen vil med utgangspunkt i våre målinger øke som vist i Tabell 5.2 dersom fartsgrensen reduseres

- fra 60 til 50 km/t på strekningen Siemens-Byporten (1,1 km)
- fra 50 til 40 km/t på strekningen Byporten-Bispegata (1,5 km)
- fra 50 til 30 km/t på strekningen Bispegata-Bakke bro (1,6 km)

Tabell 5.2 Økning i reisetid ved redusert fartsgrense

Strekning	Økning i reisetid i sekunder, gjennomsnitt (variasjon)			
	Ettermiddagsrush		Kveld	
	Mot Midtbyen	Fra Midtbyen	Mot Midtbyen	Fra Midtbyen
Siemens-Byporten	5 (2-8)	2 (1-3)	3 (2-5)	3 (1-6)
Byporten-Bispegata	10 (9-12)	4 (1-8)	15 (7-18)	18 (14-24)
Bispegata-Bakke bro	17 (8-26)	12 (7-17)	23 (16-32)	22 (14-33)
Hele strekningen	32 (25-40)	18 (8-24)	41 (30-52)	43 (35-60)

Verdiene i denne tabellen kan sammenlignes med de teoretiske maksimalverdiene for økning i reisetid som vist i Tabell 5.1. Som forventet er de målte verdiene vesentlig lavere enn de teoretiske maksimalverdiene.

Våre reduserte fartsgrenser utgjør ca 40 sekunder lengre reisetid på hele strekningen fra Siemens til Bakke bro ved lav trafikkbelastning. I rushtida kan denne økningen gå ned mot halvparten av dette. Dette må vurderes i forhold til dagens reisetid på strekningen som varierer fra 9 til 10 minutter på kvelden og fra 10 til 18 minutter i rushtiden.

Særlig i rushtiden vil en redusert fartsgrense få en meget beskjeden betydning for framkommeligheten på strekningen.

6 Litteratur

- L1 Statens vegvesen Veg- og gateutforming, Håndbok 017, november 1992
- L2 Statens vegvesen Stamvegutforming, Håndbok 235, september 2002
- L3 Statens vegvesen Kriterier for fartsgrenser i byer og tettsteder. Kriterier med kommentarer. Vedlegg til NA-RUNDSKRIV 03/11, mars 2003
- L4 Transportøkonomisk institutt Trafikksikkerhetshåndboken, november 2002
- L5 Statens vegvesen Innstilling fra arbeidsgruppe: Fartsgrenser i byer og tettsteder. Vegdirektoratet, Transport- og trafikksikkerhetsavdelingen, Kontor for trafikkanalyse, ITS – 3-2002
- L6 Sakshaug, K., Giæver, T. Forsøk med 30-sone i Bergen sentrum – tiltak og forventet virkning. SINTEF-rapport STF22 A00554, februar 2002
- L7 Statens vegvesen Kjøretidsregisteringer for bil i de største byområdene. Del A: Resultater og beskrivelse. Arbeidsdokument, Veg- og trafikkavdelingen, TS-seksjonen, Vegdirektoratet, april 2003
- L8 Svensson, T. Konsekvenser av restriksjoner för biltrafik i städer – En förstudie. Väg- och transportforskningsinstitutet, VTI notat 40-2001
- L9 WebSPIRS fra Silverplatter <http://www.bibsys.no/webspirs/>
- L10 Transportation Research Board Highway Capacity Manual (2000 edition) TRB SR 209
- L11 Vägverket Rätt hastighet kan rädda liv. Hastighetens betydelse för konsekvenserna av en krock, 2001
- L12 Statens vegvesen <http://www.vegvesen.no/nullvisjonen/>

Vedlegg 1

Fartsgrensekriterier i byer og tettsteder

Anbefalte fartsgrenser på hovedveger, samleveger og adkomstveger

Områdetype (tetthet)	Bebyggelse (arealbruk)	Aktivitet (spesielt gående og syklende)	Separering	Anbefalt fartsgrense (km/t)
2 (Områder med middels tett bebyggelse)	Boliger/ sentrumsområder	Stor	God Dårlig	50 30/40
		Middels	God Dårlig	60 40/50
		Liten	God Dårlig	60 50
	Industri- og næringsområder	Stor	God Dårlig	50 40
		Middels	God Dårlig	60 50
		Liten	God Dårlig	60 60
3 (Områder med tett bebyggelse)	Boliger/ sentrumsområder	Stor	God Dårlig	40/50 30
		Middels	God Dårlig	50 30/40
		Liten	God Dårlig	50 50
	Industri- og næringsområder	Stor	God Dårlig	50 40
		Middels	God Dårlig	50 50
		Liten	God Dårlig	50 50

Anbefalte fartsgrenser på samleveger

Områdetype (tetthet)	Bebyggelse (arealbruk)	Aktivitet (spesielt gående og syklende)	Separering	Anbefalt fartsgrense (km/t)
2 og 3 (Områder med middels tett eller tett bebyggelse)	Boliger/ sentrumsområder	Stor	God Dårlig	40/50 30
		Middels	God Dårlig	50 30/40
		Liten	God Dårlig	50 40/50
	Industri- og næringsområder	Stor	God Dårlig	50 40
		Middels	God Dårlig	50 50
		Liten	God Dårlig	60 50

Anbefalte fartsgrenser på adkomstveger

Områdetype (tetthet)	Bebyggelse (arealbruk)	Aktivitet (spesielt gående og syklende)	Separering	Anbefalt fartsgrense (km/t)
2 og 3 (Områder med middels tett eller tett bebyggelse)	Boliger/ sentrumsområder	Stor	God	30
			Dårlig	30
		Middels	God	30
			Dårlig	30
	Industri- og næringsområder	Stor	God	50
			Dårlig	30
		Middels	God	50
			Dårlig	30/50
		Liten	God	50
Dårlig			50	

Vedlegg 2

Detaljerte resultater for reisetidsmålinger i september 2003. Forstudie.

(resultater fra november 2003 er vist i kap 4 inne i rapporten)

Oversikt over ulike figurer:

Akkumulert reisetid for hver tur.

- Fig 1 Ettermiddagsrush MOT Midtbyen
- Fig 2 Ettermiddagsrush FRA Midtbyen
- Fig 3 Kveld MOT Midtbyen
- Fig 4 Kveld FRA Midtbyen

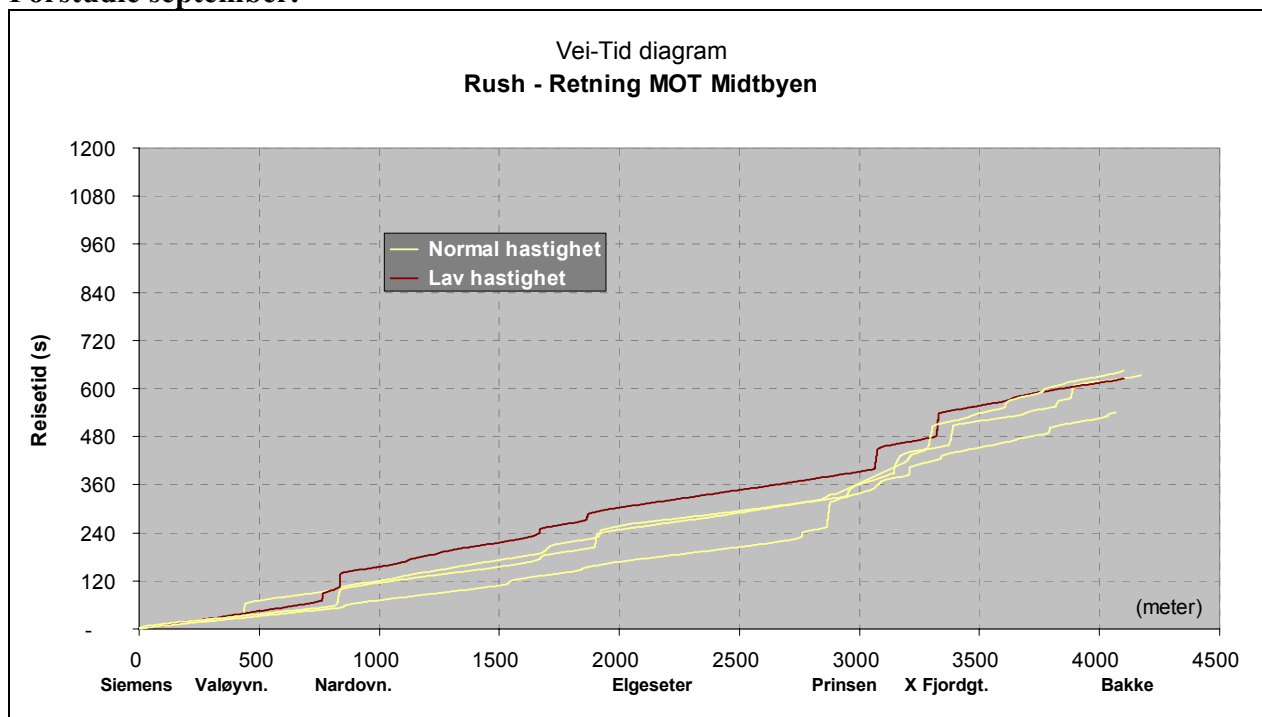
Fartsprofil for hver tur.

- Fig 5 Ettermiddagsrush MOT Midtbyen
- Fig 6 Ettermiddagsrush FRA Midtbyen
- Fig 7 Kveld MOT Midtbyen
- Fig 8 Kveld FRA Midtbyen

Kjøretid og stopptid for hver delstrekning og hver tur.

- Fig 9 Ettermiddagsrush MOT Midtbyen
- Fig 10 Ettermiddagsrush FRA Midtbyen
- Fig 11 Kveld MOT Midtbyen
- Fig 12 Kveld FRA Midtbyen

**Fig 1 Akkumulert reisetid i sekunder for hver tur. Ettermiddagsrush MOT Midtbyen.
Forstudie september.**



**Fig 2 Akkumulert reisetid i sekunder for hver tur. Ettermiddagsrush FRA Midtbyen.
Forstudie september.**

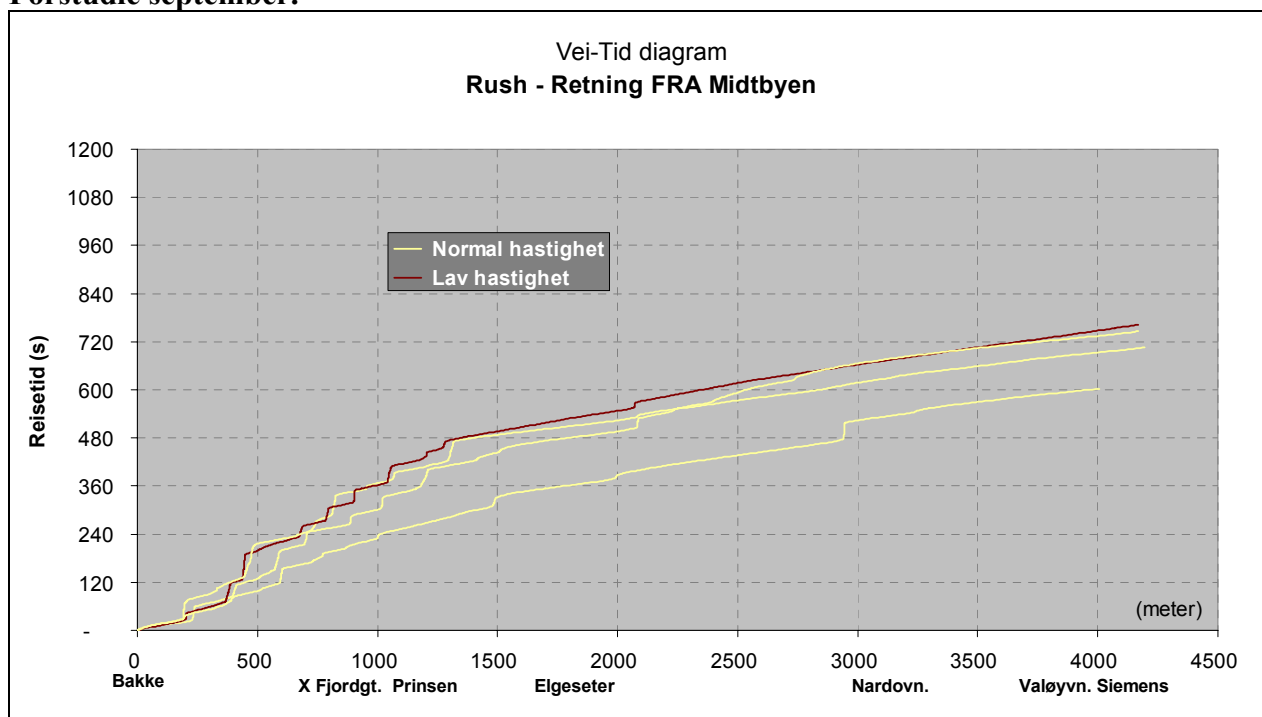


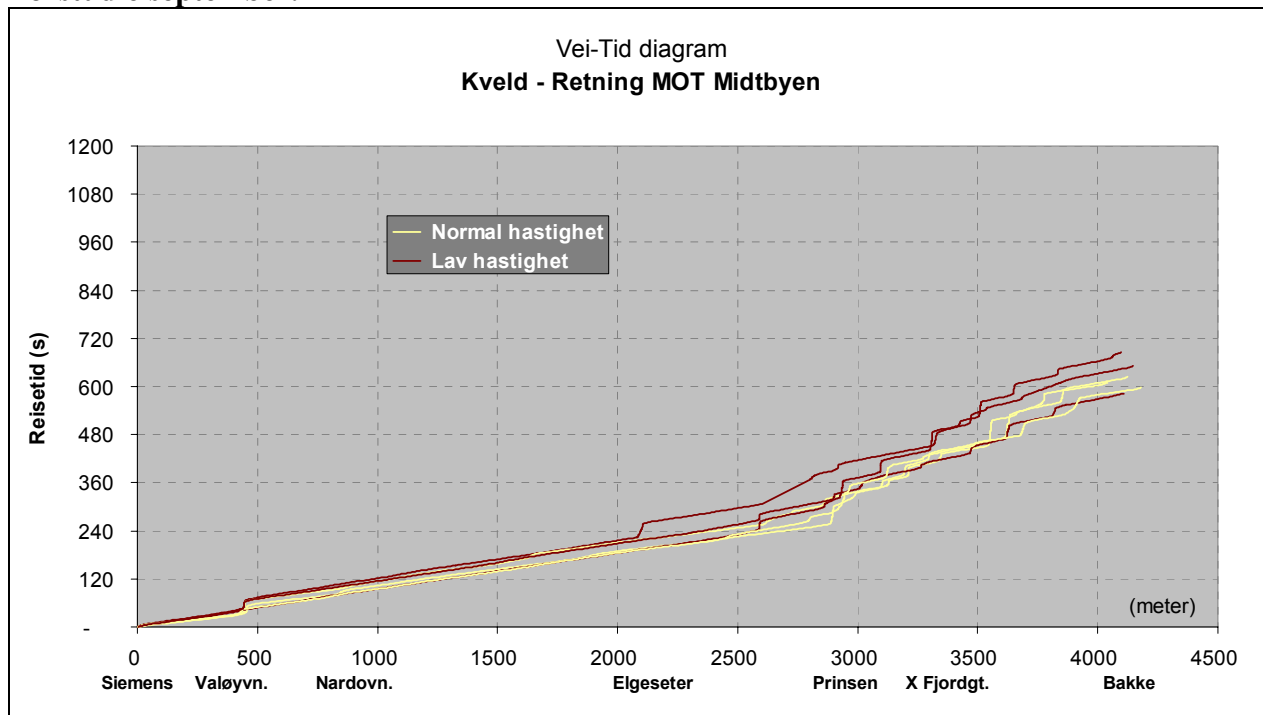
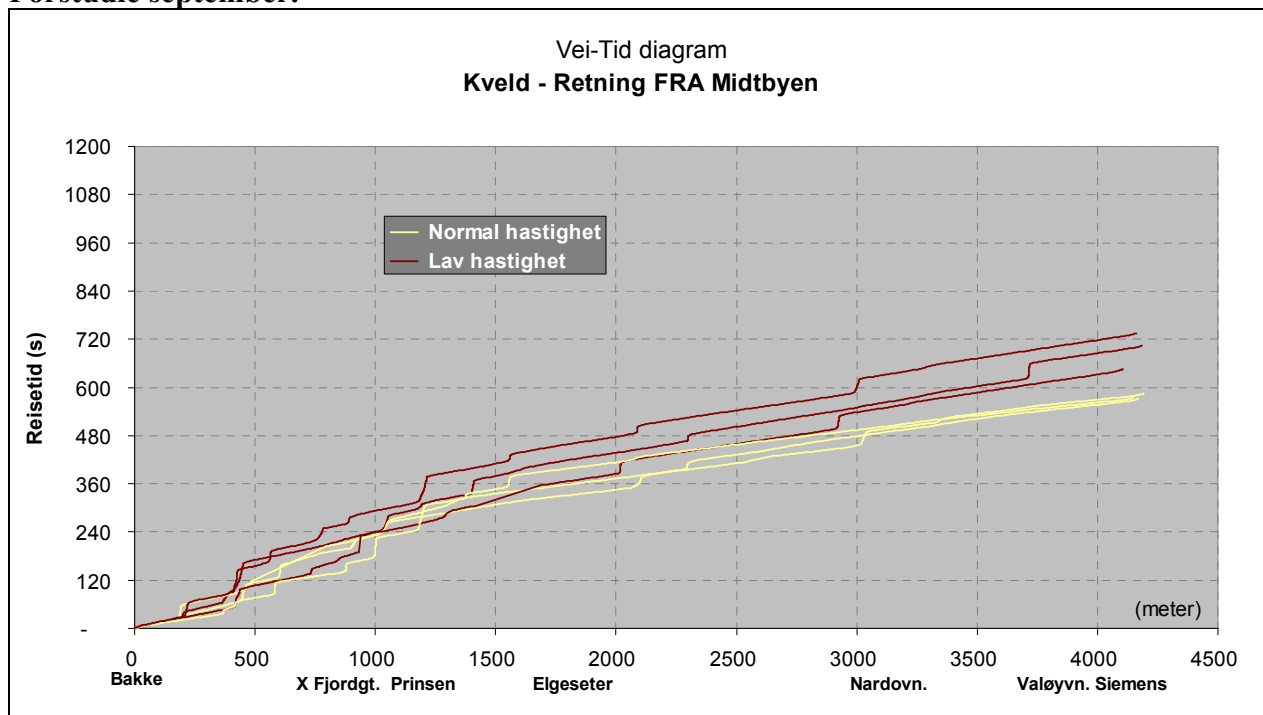
Fig 3 Akkumulert reisetid i sekunder for hver tur. Kveld MOT Midtbyen.
Forstudie september.

Fig 4 Akkumulert reisetid i sekunder for hver tur. Kveld FRA Midtbyen.
Forstudie september.


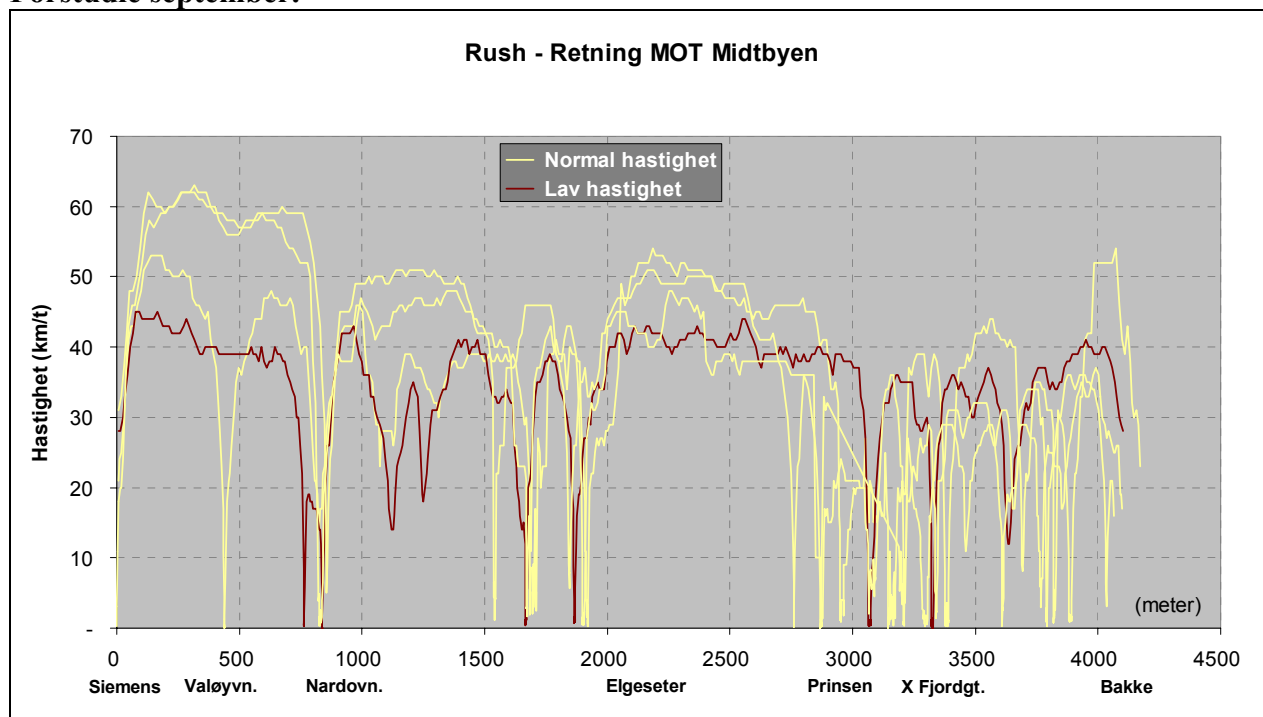
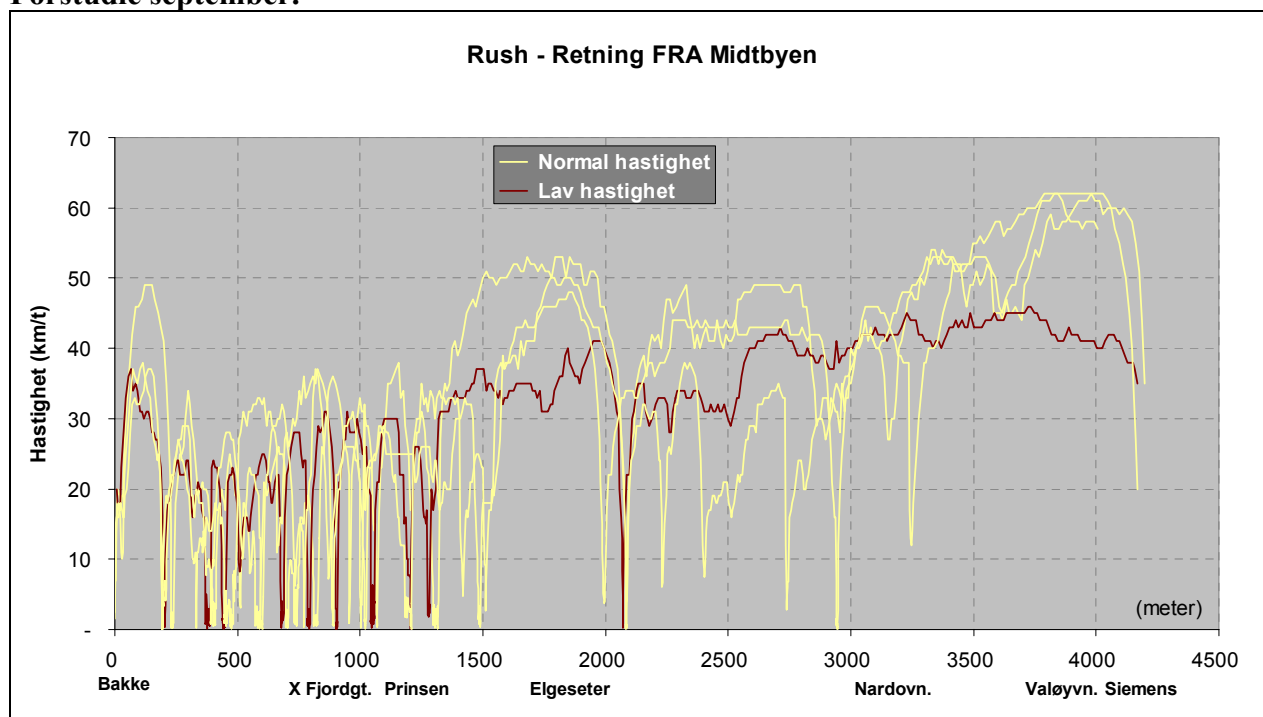
Fig 5 Fartsprofil for hver tur. Ettermiddagsrush MOT Midtbyen.
Forstudie september.

Fig 6 Fartsprofil for hver tur. Ettermiddagsrush FRA Midtbyen.
Forstudie september.


Fig 7 Fartsprofil for hver tur. Kveld MOT Midtbyen.

Forstudie september.

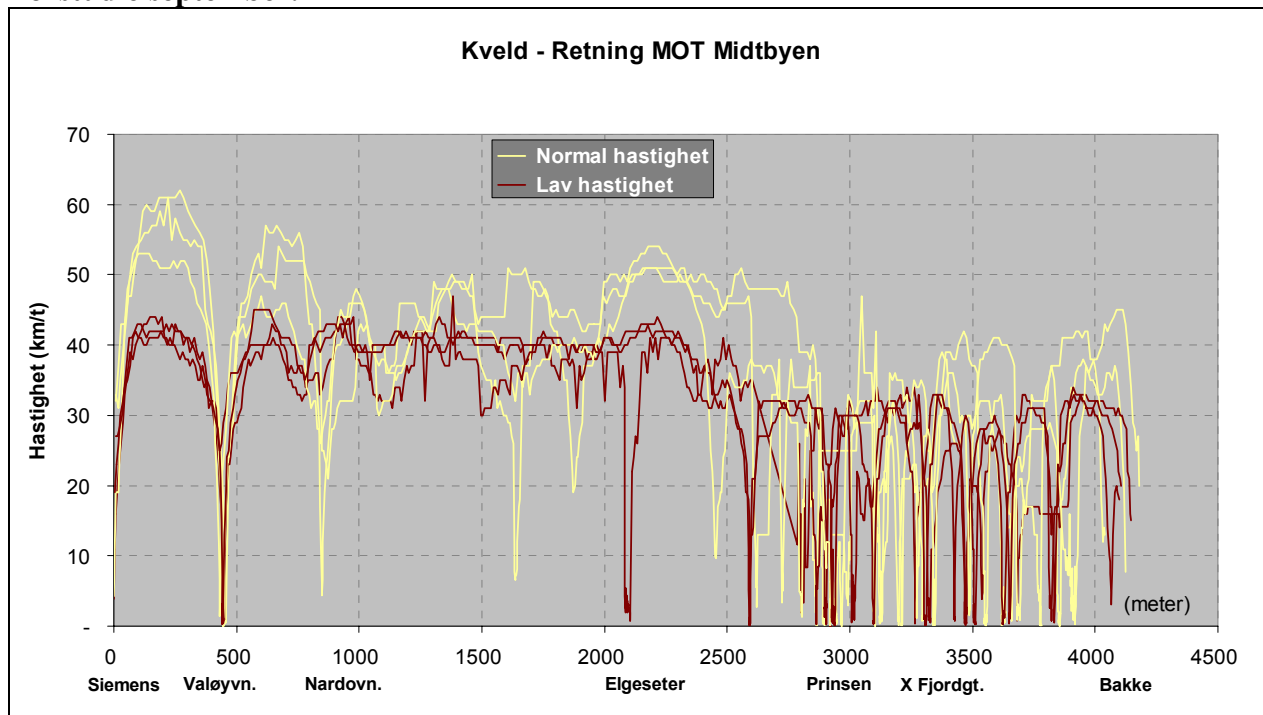
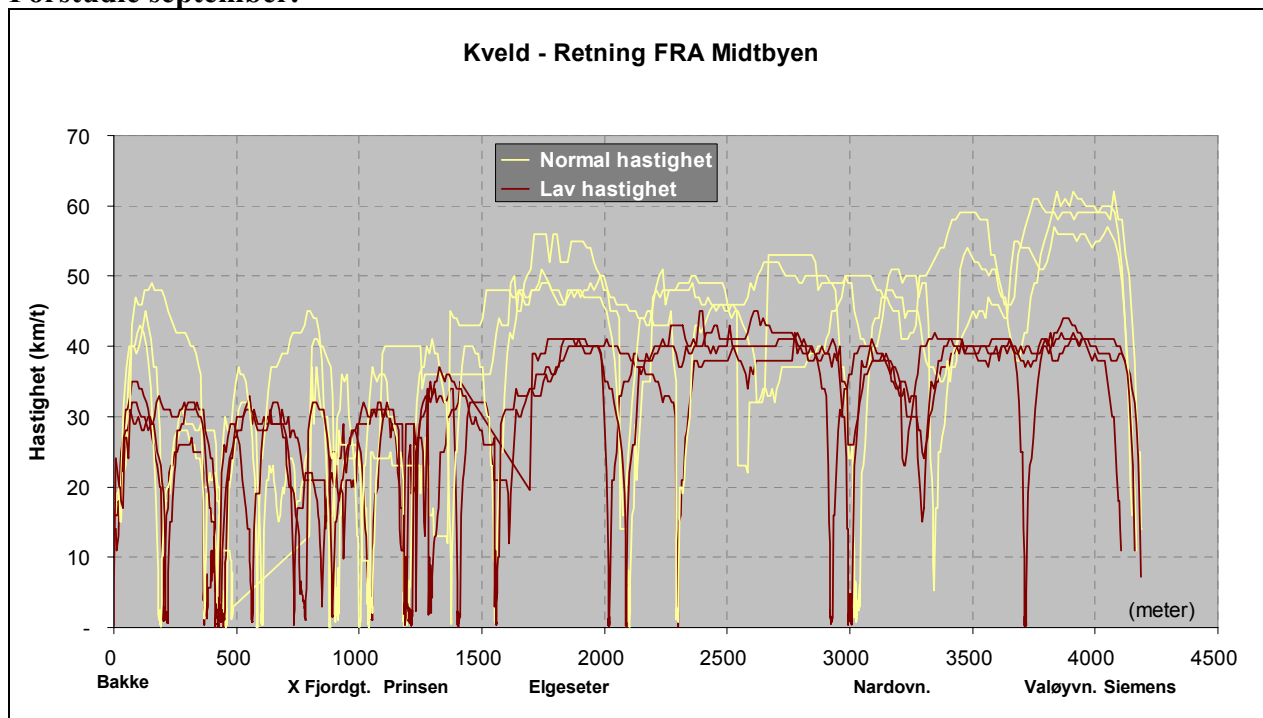
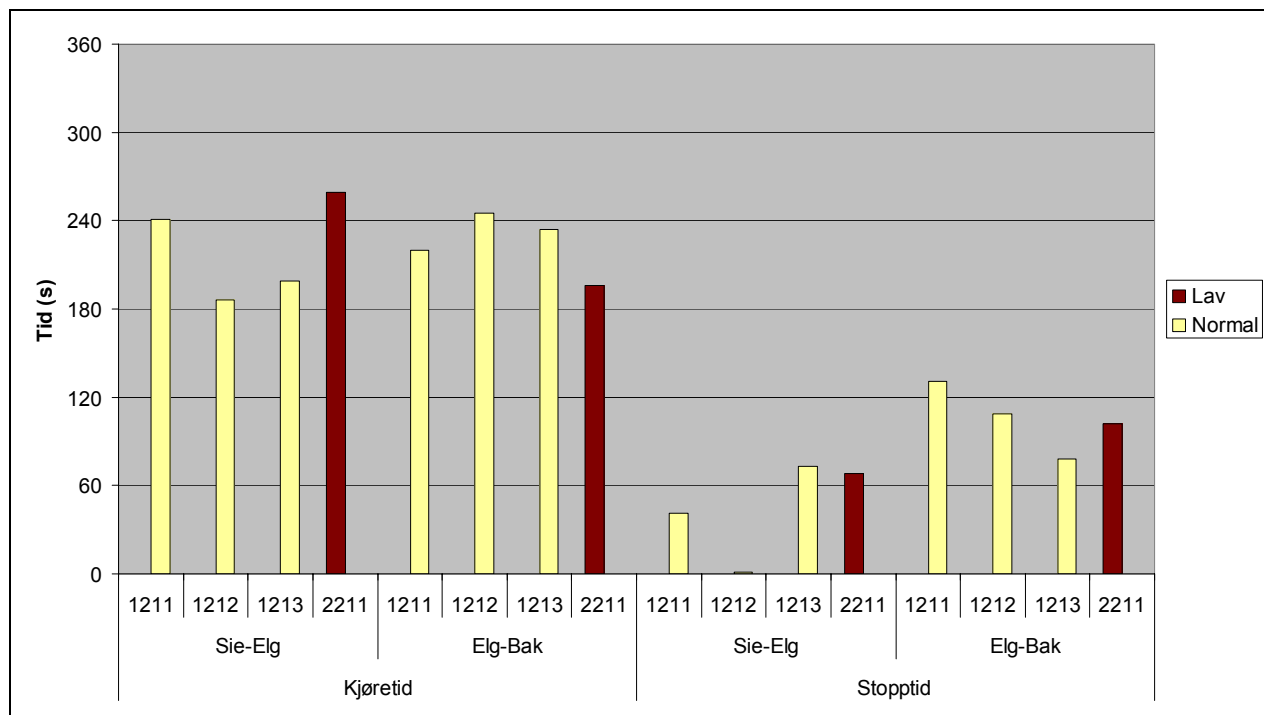


Fig 8 Fartsprofil for hver tur. Kveld FRA Midtbyen.

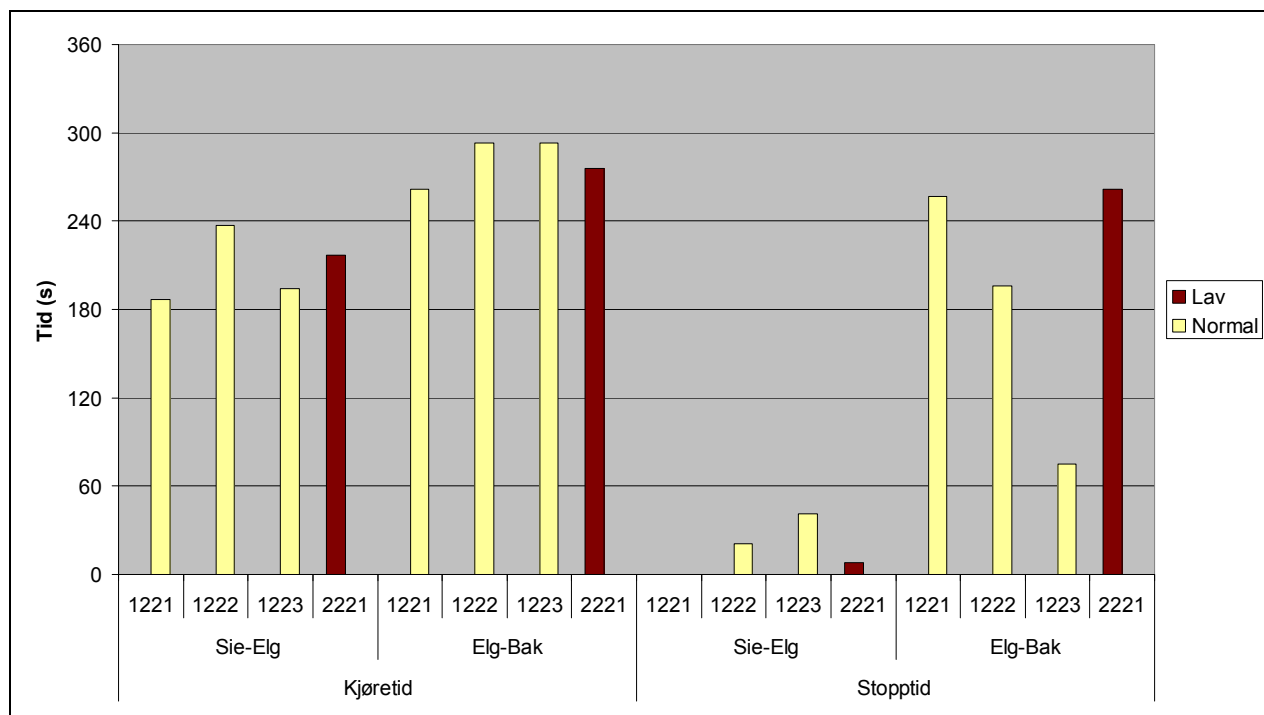
Forstudie september.



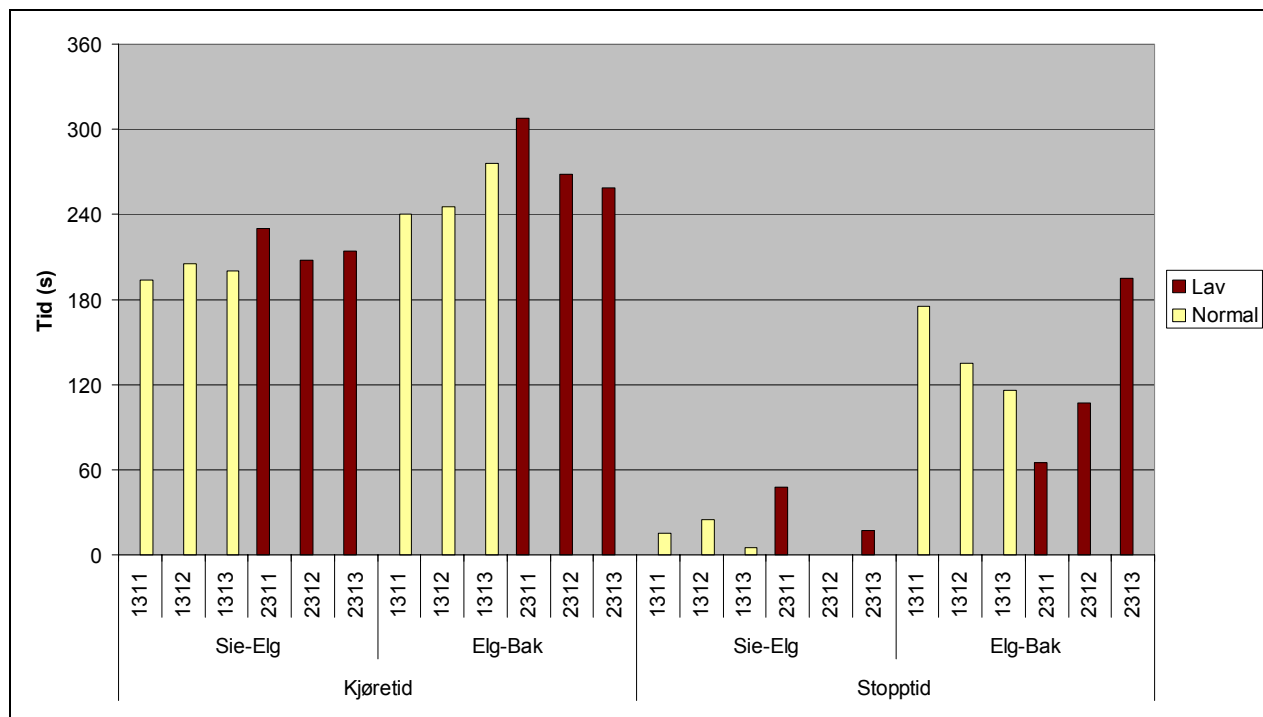
**Fig 9 Kjøretid og stopptid for hver delstrekning og hver tur.
Ettermiddagsrush MOT Midtbyen. Forstudie september.**



**Fig 10 Kjøretid og stopptid for hver delstrekning og hver tur.
Ettermiddagsrush FRA Midtbyen. Forstudie september.**



**Fig 11 Kjøretid og stopptid for hver delstrekning og hver tur.
Kveld MOT Midtbyen. Forstudie september.**



**Fig 12 Kjøretid og stopptid for hver delstrekning og hver tur.
Kveld FRA Midtbyen. Forstudie september.**

