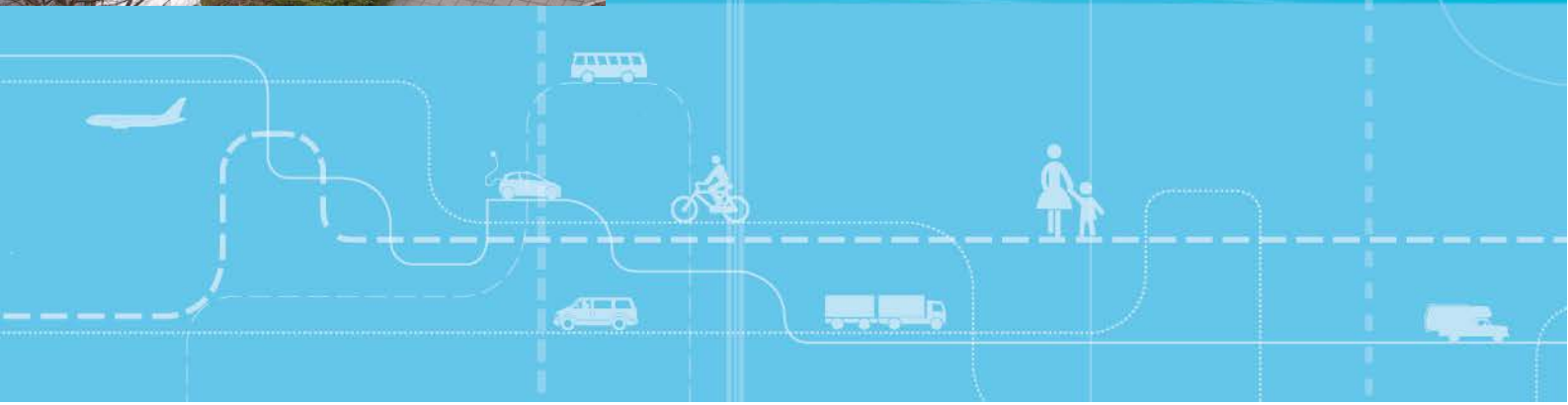


Gratis kollektivtransport som strakstiltak ved dårlig luftkvalitet



Gratis kollektivtransport som strakstiltak ved dårlig luftkvalitet

Harald Aas, Lasse Fridstrøm, Britt Ann K. Høiskar, Ingrid Sundvor og Tormod W. Haug

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel: Gratis kollektivtransport som strakstiltak ved dårlig luftkvalitet

Forfattere: Harald Aas
Lasse Fridstrøm
Tormod W Haug
Britt Ann K Høiskar
Ingrid Sundvor

Dato: 12.2015

TØI rapport: 1457/2015

Sider 48

ISBN Elektronisk: 978-82-480-1684-7

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde: Statens vegvesen Vegdirektoratet

Prosjekt: 3620 - Miljøhåndboken - Tiltakskatalog for transport, miljø og klima

Prosjektleder: Marika Kolbenstvedt

Kvalitetsansvarlig: Kjell Werner Johansen

Emneord: Dieselforbud
Lavutslippssone
Luftforurensning
NO₂
NO_x
PM₁₀
Strakstiltak

Sammendrag:

EFTA-domstolen har dømt Norge for gjentatte overskridelser av grenseverdiene for luftkvalitet og for ikke å ha en tiltaksplan mot problemet. Gratis kollektivtransport er vurdert som et mulig strakstiltak for å få ned utslippene på dager med høy luftforurensning. Denne rapporten konkluderer med at dette ikke er noe effektivt tiltak. NO₂-nivået i Oslo vil bare bli redusert med anslagsvis 2 prosent. Kollektivtransporten vil riktignok få en stor tilstrømning av nye reisende, men kun en av seks vil være en tidligere bilist, og færre enn en av tolv vil ha kjørt dieselbil. Det vil også være store utfordringer forbundet med å skaffe nok busser til rådighet på kort varsel. Tiltaket har dårlig samfunnsøkonomisk lønnsomhet og belaster det offentlige økonomi.

Title: Free Public Transport as an Air Pollution Abatement Measure

Author(s): Harald Aas
Lasse Fridstrøm
Tormod W Haug
Britt Ann K Høiskar
Ingrid Sundvor

Date: 12.2015

TØI report: 1457/2015

Pages 48

ISBN Electronic: 978-82-480-1684-7

ISSN 0808-1190

Financed by: The Norwegian Public Roads Administration

Project: 3620 - Miljøhåndboken - Tiltakskatalog for transport, miljø og klima

Project manager: Marika Kolbenstvedt

Quality manager: Kjell Werner Johansen

Key words: Air Pollution
Diesel ban
Low emission zone
NO₂
NO_x
PM₁₀
Urgent policy response

Summary:

In its judgment of 2 October 2015, the EFTA Court held that Norway had failed to fulfil its obligations under Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe. To combat high NO₂ pollution levels in Oslo, which occur under unfavourable atmospheric conditions, several short notice, temporary measures have been considered, including low emission zones and augmented cordon toll rates for diesel vehicles. This report focuses on free public transport, as offered around the clock, or in off-peak periods only. The former of these two turns out to be almost prohibitively expensive, since capacity utilization is already near 100 per cent during the rush hours. It leads to only small reductions in NO_x emissions and in NO₂ concentration levels.

Language of report: Norwegian

Rapporten utgis kun i elektronisk utgave.

This report is available only in electronic version.

Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

På oppdrag fra Statens vegvesen har Transportøkonomisk institutt (TØI) i samarbeid med Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Urbanet Analyse AS vurdert effekter og kostnader ved gratis kollektivtransport som strakstiltak ved dårlig luftkvalitet. Prosjektet er en videreføring av et tidligere oppdrag med navn «Tiltak mot bruk av dieselmotorer på dager med høy luftforurensning» (TØI-rapport 1437/2015). Den rapporten bygger igjen på NILU-rapporter om NO₂-reducerende effekt av ulike strakstiltak på dager med høy luftforurensning (NILU-rapportene OR50/2014 og OR22/2015).

Fokus i denne rapporten er på virkningene av gratis kollektivtransport (scenario 9). Samferdselsdepartementet i brev av 28.08.2015 til Vegdirektoratet bedt om å få dette spesielt utredet.

I tillegg har vi vurdert et scenario med gratis kollektivtransport utenfor rushtiden kombinert med en 10 ganger forhøyet sats for dieselpersonbiler i dagens bomring (scenario 10). For at leserne skal slippe å forholde seg til flere dokumenter, er arbeidet dokumentert i en felles rapport fra TØI, NILU og Urbanet Analyse. Sistnevnte har gjennomført trafikkberegninger med modellen RTM23+. NILU har på grunnlag av disse gjort spredningsanalyser for nitrogenoksid (NO₂). Kapittelet om trafikkberegninger med modellen RTM23+ og spredningsanalysene for NO₂, er i sin helhet skrevet av NILU og Urbanet Analyse. TØI har hatt ansvar for kostnadseffektivitetsberegninger, en beskrivelse av utfordringer ved gjennomføring av strakstiltaket, samt overordnede konklusjonene.

For at rapporten skal kunne leses som et selvstendig dokument, har vi gjengitt bakgrunnskapittelet fra forrige rapport (kapittel 1) samt referert en del av konklusjonene for å sette de nye funnene inn i en større sammenheng.

Prosjektet her vært sammensatt av en referansegruppe med representanter NSB Plan, Ruter Trafikk og Skyss Kollektivstrategi, og en prosjektgruppe med representanter fra Statens vegvesen Vegdirektoratet, Statens vegvesen Øst, samt konsulenter fra NILU, TØI og Urbanet Analyse AS. Vi takker alle for samarbeidet og for mange nyttige innspill og kommentarer. Der hvor medlemmer av referansegruppen har levert spesielle innspill, er dette referert i teksten.

Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Pål Rosland. Hos NILU har Ann Britt K. Høiskar vært prosjektleder og arbeidet sammen med Ingrid Sundvor. Tormod Wergeland Haug fra Urbanet Analyse AS har gjennomført trafikkberegningene som ligger til grunn for analysene. Hos TØI har Harald Aas vært prosjektleder, mens Lasse Fridstrøm har hatt ansvar for å sammenstille de samfunnsøkonomiske analysene. Nils Fearnley ved TØI har gitt gode råd om effekten av gratis kollektivtransport. Anne Madslie og Chi Kwan Kwong ved TØI har gitt råd om bruk av modellen RTM23+. Trude Rømme har hatt ansvaret for den endelige tekstbehandlingen. Kjell Werner Johansen har kvalitetssikret rapporten.

Oslo, desember 2015
Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
direktør

Kjell Werner Johansen
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

1	Bakgrunn	1
1.1	Krav om å overholde grenseverdiene	1
1.2	Skadekostnader av veitrafikk	2
1.3	Overskridelser av grenseverdiene	3
1.4	Utslipp fra ulike kjøretøygrupper.....	6
1.5	Modellverktøy som er brukt	7
2	Erfaring med gratis kollektivtransport	9
3	Strakstiltakene som er vurdert	11
3.1	Effekt av strakstiltak 9: Gratis kollektivtilbud på dager med høy luftforurensning	12
3.2	Effekt av strakstiltak 10: Ti-dobling av bompengesatsene kombinert med gratis kollektivtilbud utenfor rushtiden	15
3.3	Sammenligning av 10 strakstiltak.....	17
4	Markedseffekter av gratis kollektivtransport	21
4.1	Bruk av modellen MPM23 i tillegg til RTM23+	21
4.2	Økning i kollektivreiser som en følge av gratis kollektivtrafikk	22
4.3	Endring i markedsandeler	23
5	Kapasitet og kostnader	26
5.1	Kapasitet i kollektivnettet i rushtiden.....	26
5.2	Økt tilstrømming til kollektivtrafikken	28
5.3	Beregning av kostnader ved innleie av ekstra kapasitet.....	28
5.4	Kostnader ved ulike scenarioer	31
5.5	Oppsummering og forbehold.....	34
6	Forhold rundt gjennomføring	36
6.1	Strategi – styrke eksisterende kollektivnett.....	36
6.2	Innfartsparkering.....	36
6.3	Miljøvennlige busser en forutsetning	37
6.4	Hvem bør betale tiltakskostnadene?.....	37
6.5	Offentlige finanser	38
7	Drøfting og konklusjon	39
8	Referanser	42
9	Vedlegg	44
	Vedlegg 1: Byer som har problemer med NO ₂ og PM10	44
	Vedlegg 2: Supplerende beregninger og diagrammer.....	47

Sammendrag:

Gratis kollektivtransport som strakstiltak ved dårlig luftkvalitet

TØI rapport 1457/2015

Forfattere: Harald Aas, Lasse Fridstrøm, Britt Ann K. Høiskar, Ingrid Sundvor og Tormod W. Haug
Oslo 2015 48 sider

Gratis kollektivtransport alene er ikke et egnet akuttiltak for å redusere NO₂-konsentrasjonen på dager med høy forurensning i Oslo. Tiltaket bidrar i liten grad til å redusere dieselbiltrafikken, som er en viktig kilde til forurensningen. Samtidig pådrar man seg en nærmest ubåndterlig stor transportufordring på grunn av massiv tilstrømning til kollektivtransporten fra andre grupper som gående, syklende og nye reisende. Det vil på kort sikt være praktisk talt umulig, eller i alle fall svært kostbart, å skaffe nødvendig kapasitet til å takle den økte etterspørselen, dersom kollektivreisene blir gratis hele døgnet.

Modellberegningene for Oslo viser at gratis kollektivtransport vil føre til en passasjerøkning på nær 50 prosent på mellomlang sikt (1-2 år). Fra den ene dagen til den neste kan en regne med omtrent halvparten så stor endring. Men færre enn hver femte passasjer (17 prosent) vil være overført fra bil, og under halvparten av disse igjen vil være folk som ellers ville ha kjørt dieselbil. Fem av seks nye kollektivpassasjerer vil være folk som ellers ville ha gått, syklet eller ikke reist i det hele tatt.

Resultatene fra modellen stemmer relativt godt over ens med hva forskningslitteraturen sier om effekter av gratis kollektivtransport (www.tiltakskatalog.no og Fearnley 2013).

Gratis kollektivtrafikk genererer med andre ord et stort trafikkvolum som ikke bidrar til å redusere utslippene. Tvert imot vil den økte tilstrømningen til kollektivtrafikken føre til at mange reisende bidrar med høyere utslipp enn tidligere.

Beregninger utført av NILU viser at gratis kollektivtransport kun vil føre til en nedgang i NO₂-nivået i Oslo med i størrelsesorden fire prosent. På svært kort sikt (fra den ene dagen til den neste) vil effekten trolig bare være to prosent, eller enda lavere. Dette tiltaket har minst effekt av alle de tiltakene som er utredet.

Modellberegninger utført med RTM23+ viser at gratis kollektivtransport i Ruters sone 1 og 2 vil generere om lag 500 000 ekstra kollektivreiser hver virkedag. Halvparten av disse vil komme i rushtiden, dvs. på tidspunkt da det er lite ledig kapasitet i kollektivsystemet. Den største tilstrømningen kommer på bussene, med nærmere 60 prosent. Ruter disponerer vel 1300 busser. Med en passasjerøkning på 60 prosent i rushtiden vil det bety behov for 700-800 ekstra busser. Blir den umiddelbare effekten av gratis kollektivtransport bare halvparten av det modellen antyder, vil bussbehovet synke tilsvarende. Men ledig busskapasitet selv i dette omfanget eksisterer ikke i Oslo, og det er svært vanskelig å beregne hvor mye det

eventuelt vil koste å ha en slik beredskap. Det er følgelig også svært vanskelig å beregne de samfunnsøkonomiske kostnadene ved tiltaket.

Siden situasjoner med så dårlig luftkvalitet at tiltak må iverksettes, opptrer relativt sjelden, vil det være høye kostnader forbundet med en beredskapsordning. Bussene bør dessuten ha Euro VI-teknologi med minimale utslipp, dersom en skal oppnå noen særlig nedgang i NO_x-utslippene. Alt tyder på at tiltaket derfor har dårligere samfunnsøkonomisk lønnsomhet enn for eksempel et tiltak med forhøyet takst i bomringen for dieselpersonbiler.

En så stor tilstrømning til kollektivtransporten som vil komme dersom reisene blir gratis, vil i praksis medføre kraftig økt trengsel, betydelige forsinkelser og store avviklingsproblemer. Dette vil gjelde selv om en setter inn alt tilgjengelig ekstramateriell, og selv om etterspørselseffekten bare blir halvparten så stor som i modellberegningen. Denne reduserte kvaliteten på tilbudet vil gi tilbakevirkning i markedet, slik at mange som kunne vært fristet til å benytte seg av tilbudet om gratis reise, likevel ikke gjør det. Det er således mulig å tenke seg at de beregnede virkningene i markedet må halveres en gang til før vi får et realistisk bilde av situasjonen. Da blir økningen i driftskostnadene og behovet for ekstra materiell bare en fjerdedel så stort som i modellene. Men det samme vil i så fall gjelde utslippseffektene.

Uansett hvordan man snur og vender på dette, kommer gratis kollektivtransport ut som et svært ineffektivt strakstiltak for å redusere luftforurensningen. Man tiltrekker seg mange nye passasjerer som reiste mer miljøvennlig tidligere, eller ikke reiste i det hele tatt. Reduksjonen i NO₂-nivået blir liten, og det er store utfordringer knyttet til å skaffe nok transportkapasitet på så kort varsel.

Gratis kollektivtransport ville imidlertid kunne fungere som et signal fra det offentlige om at man tar problemet med dårlig luftkvalitet på alvor og ønsker å bidra til et slags dugnadsløft. Det kan da bli lettere å innføre restriksjoner i tillegg. Noe av samme effekten kan eventuelt oppnås om man gjør kollektivtransporten gratis kun utenfor rushtiden og kombinerer dette med mangedoblet sats i bomringen for dieselpersonbiler. Da vil man unngå økt tilstrømning av nye trafikanter i rushperiodene, når kapasiteten er sprengt. Samtidig vil reduksjonen i NO₂-nivået bli betydelig større.

Dersom man kombinerer gratis kollektivtransport utenfor rush med tidoblet sats for dieselpersonbiler i bomringen, vil reduksjonen i NO₂-nivået bli om lag dobbelt så stor som ved gratis kollektivtransport alene. Dette vil generere anslagsvis 60 000 nye kollektivreiser i rushet (11 prosent økning). Dette er mer håndterlig. Ruter mener det i en slik situasjon vil være bedre å styrke det generelle kollektivtilbudet framfor å innføre særlige ordninger med innfartsparkering og pendelruter. Et spesialopplegg med innfartsparkering vil kreve mye organisering, et vanskelig informasjonsopplegg og muligens gi relativt liten effekt. Det er bedre å styrke eksisterende infrastruktur og bruke eksisterende informasjonskanaler.

Uansett hvilket tiltak man velger, vil et godt gjennomtenkt informasjonsopplegg være avgjørende. Formidling av kriseforståelse er viktig. Erfaring fra blant annet stenging av Smestadtunnelen viser også at folk har betydelig fleksibilitet i sine daglige reiser. Frykt for endeløse køer førte til at trafikken sank med 30 prosent fra en dag til den neste. Det eksisterer også en betydelig uutnyttet transportkapasitet i det private markedet, ved at hver bil kun har 1,18 personer i gjennomsnitt i rushtiden. Det er

uklart hvor stor effekt man kan oppnå ved å oppfordre folk til for eksempel å kjøre med naboen.

Vi har i en tidligere rapport konkluderte med at forhøyet pris i bompengeringen med 10 ganger dagens sats for dieselpersonbiler var det gunstigste strakstiltaket. Ved et slikt tiltak blir den maksimale kostnaden for den enkelte privatbilist 320 kr dagen. Forbudssoner har langt mer uforutsigbare private kostnader.

Denne konklusjonen står fortsatt. Tiltaket krever noen teknologiske justeringer i bomringen, men er ellers enkelt å gjennomføre. Dette er viktig når tiltaket skal brukes relativt sjelden. Man kan eventuelt supplere med gratis kollektivtransport utenfor rushtiden, selv om det ikke vil gi noen merkbart større reduksjon i NO₂-nivået.

Gratis kollektivtransport medfører en betydelig svekkelse av de offentlige finanser. Scenariene med mangedoblede bompengesatser gir derimot økt inntekt til det offentlige, med andre ord et stikk motsatt utslag i kommune-, fylkes- eller statsøkonomien. Om en tar dette i betraktning, kommer 'gulroten' gratis kollektivtransport enda mer ugunstig ut sammenliknet med 'piskene' økt bompengesats for diesebilister.

Utredningene har vist at det er mange problematiske sider ved å innføre strenge strakstiltak. Særlig godstrafikken har få alternativer på kort sikt. Skal man løse problemene med dårlig luftkvalitet er det langsiktige permanente tiltak som må til. Varige tiltak gir forutsigbarhet og reduserer usikkerheten knyttet til investeringer i ny teknologi, som f. eks. Euro VI-kjøretøy.

1 Bakgrunn¹

EUs grenseverdier for luftkvalitet, det såkalte luftkvalitetsdirektivet, ble innført i 2003. I norske byer har det de senere årene vært gjentakende overskridelser av grenseverdiene. Norge mottok i 2011 brev fra EFTA Surveillance Authority (ESA), som påpekte at Norge de siste fem årene hadde rapportert overskridelser. I 2013 åpnet ESA sak mot Norge for brudd på grenseverdiene for NO₂.

Den 2. oktober 2015 falt det dom i saken, der EFTA-domstolen fant Kongeriket Norge skyldig i brudd på bestemmelsene om maksimalt innhold av svoveldioksid (SO₂), svevestøv (PM10) og nitrogendioksid (NO₂), gitt i Artikkel 13 av EU-direktiv 2008/50, og for ikke å ha oppfylt kravene til tiltaksplan mot luftforurensing, gitt i Artikkel 28 av samme direktiv (EFTA Court 2015).

Kommunene er forurensningsmyndighet for lokal luftkvalitet med hovedansvar for å iverksette tiltak for å bedre luftkvaliteten og utarbeide tiltaksutredninger. Staten har i tillegg en viktig rolle i å tilrettelegge for at kommunene har tilstrekkelig med virkemidler til å iverksette effektive tiltak². Kommunene har ved flere anledninger ønsket utvidede hjemler, for blant annet for å innføre lavutslippssoner.

I februar 2015 vedtok Stortinget et representantforslag hvor man ber regjeringen fremme forslag om å gi kommunene hjemmel i veitrafikkloven til å opprette lavutslippssoner samt «komme tilbake til Stortinget på en egnet måte med forslag til virkemidler som i storbyene kan begrense bilbruk på riksveiene i perioder når luftforurensningen er høy»³.

Samferdselsdepartementet ba i februar 2015 Vegdirektoratet om en faglig vurdering av forbud mot bruk av dieseldrevne personbiler ved fare for overskridelser av grenseverdiene for lokal luftkvalitet.⁴

I brevet bes blant annet Vegdirektoratet å vurdere effektene og konsekvensene av å innføre et dieselforbud, begrenset til personbiler som ikke anvendes i næringsvirksomhet, inkludert hvordan et slikt forbud kan/bør gjennomføres i Oslo. I et senere brev ber også departementet om en vurdering av gratis kollektivtransport som strakstiltak på dager med høy luftforurensning.

1.1 Krav om å overholde grenseverdiene

Norske byer har i lengre og kortere perioder høye nivåer av NO₂. Dette øker helserisikoen for alvorlige sykdommer og for tidlig død. Det er særlig astmatikere og personer med andre luftveissykdommer som vil kunne oppleve helseeffekter. Det er et åpenbart mål å redusere disse belastningene.

¹ Dette kapitlet er i hovedsak identisk med bakgrunnskapitlet i TØI-rapport 1437/2015. Det er tatt med her for å lette lesingen.

² Jfr. brev fra Klima- og miljødepartementet 2014 til Energi og miljøkomiteen datert 24. okt. 2014

³ Innst. 159 S (2014-2015), Dokument 8:90 (2013-2014)

⁴ Brev fra Samferdselsdepartementet til Vegdirektoratet datert 24.02.2015: Vurdering av forbud mot bruk av dieselskjøretøy ved fare for overskridelser av grenseverdiene for lokal luftforurensning

Norge har i forskrift fastsatt grenseverdier, hjemlet i forurensningsloven, for hvor mye luften kan være forurenset av blant annet NO₂. Det er fastsatt grenseverdi både for årsmiddelnivået og for antall timer luften kan ha høyere NO₂-nivå enn 200 mikrogram⁵ per kubikkmeter (µg/m³) – maksimalt 18 timer i løpet av et år. Når grenseverdien overskrides, skal tiltak gjennomføres.

I flere norske byer har en problemer med å overholde grensene for NO₂. Dette gjelder både grenseverdiene for årsmiddel og for timemiddel, og det er behov for å identifisere tiltak som kan bidra til at kravene i forurensningsloven overholdes. Det samfunnsøkonomisk gunstigste prinsippet er da å først velge de tiltakene som koster samfunnet minst per kg redusert utslipp, og så supplere disse med dyrere tiltak inntil grenseverdiene blir overholdt. En skal altså ikke velge det som gir størst effekt først, men det som er billigst.

I Oslo blir grenseverdien for maksimalt timemiddel for NO₂ stadig overskredet, selv om hyppigheten av overskridelser har sunket siden 2010 (Fig. 1). Gjennom et eget prosjekt i 2014 og 2015 for Statens vegvesen Region Øst er det kartlagt hvilken effekt utvalgte tiltak har på trafikkmengde, NO_x-utslipp og konsentrasjonsnivået for NO₂ (Høiskar et al. 2014). Her ble både permanente tiltak, strakstiltak og ulike tiltakspakker vurdert.

Beregningene viser at ingen av enkelttiltakene alene vil gi tilstrekkelig reduksjon i NO₂-konsentrasjonene til at grenseverdiene for NO₂ i forurensningsforskriften vil overholdes til enhver tid. Det ble også beregnet effekt av to ulike tiltakspakker. Selv om tiltakspakkene gir god effekt på NO₂-konsentrasjonene, viser beregningene at det fremdeles vil være overskridelse av grenseverdikravene for årsmidler og timemidler innenfor området. Dette viser at tiltakene som skal settes inn må være omfattende, skal de gi tilstrekkelig effekt på luftkvaliteten.

På dager med høy luftforurensning er det aktuelt å innføre strakstiltak for å redusere antall timer med overskridelser av grenseverdien for timeverdier. I NILU-rapport OR22/2015 (Høiskar et al. 2015) er effekten av en rekke strakstiltak på NO₂-nivåene kvantifisert.

1.2 Skadekostnader av veitrafikk

Veitransport gir opphav til en rekke eksterne kostnader (negative eksternaliteter). Noen av disse kostnadene er skattlagt gjennom ulike avgifter trafikantene må betale – mest typisk drivstoffavgiftene, som inneholder en veibrukskomponent og en CO₂-komponent. I den grad miljølempene ikke er avgiftsbelagt, påfører dette samfunnet et velferdstap, fordi trafikantene ikke tar inn over seg kostnadene de påfører resten av samfunnet. Kostnadene er ikke internalisert, som vi sier. Når alle kostnader er internalisert, tvinges trafikantene til å ta inn over seg den fulle samfunnsøkonomiske kostnaden, hvilket i teorien leder til en optimal situasjon.

Når det gjelder lokal luftforurensning, er dagens situasjon ikke samfunnsøkonomisk optimal. Avgiftene fanger ikke opp når og hvor bilene kjører. Drivstoffavgiften og årsavgiften er den samme om en kjører i en by med luftforurensning, eller ute på landet. I situasjoner med svært høy luftforurensning blir dette samfunnsøkonomiske tapet særlig tydelig. Slike situasjoner oppstår gjerne i forbindelse med vindstille og såkalt inversjon, dvs. at temperaturen er lavere i lavlandet enn i høyden, slik at Oslo-gryta fungerer som en stor kuldegrop. Ved kraftig, lavtliggende inversjonsløkk over Oslo blir den tyngre forurensete kaldluften stengt inne, og graden av forurensning øker etter som timene går.

Thune-Larsen et al. (2014) drøfter de marginale eksterne kostnadene ved veitrafikken, herunder kostnadene ved luftforurensning. Den største kostnadskomponenten er knyttet til negative helseeffekter, der kunnskapen er hentet fra epidemiologiske kohort- og tverrsnittsstudier, samt laboratoriestudier. Skadevirkningene stiger med graden av forurensning.

⁵ 1 gram = 1 million mikrogram

Det er imidlertid svært komplisert å fange opp eksterne kostnader ved transport. Dette skyldes blant annet at kostnadene varierer mellom ulike kjøretøy, ut fra hvor og når transporten finner sted, og med ulike kontekstuelle faktorer, slik som værforhold. Thune-Larsen et al. har valgt en forenklet tilnærming, siden det ikke foreligger detaljert kunnskap og forurensningsdata. De har ifølge rapporten ikke skilt mellom ulike perioder av døgnet eller effektene av at det i kortere perioder kan være større overskridelser, enda det er styrken (konsentrasjonen) av toksiske stoffer i luften, og ikke alltid mengden løpende utslipp, som er problematisk med hensyn til de immunologiske, biokjemiske og fysiologiske prosessene i menneskekroppen.

Thune-Larsen et al. kom fram til at den gjennomsnittlige lokale skadekostnaden av én kg NO_x-utslipp fra kjøretøy er kr 320 for Bergen, Oslo og Trondheim (2012-kr). Det er flere forhold som tilsier at denne prisen ikke uten videre er relevant for en ren kost-nytte-vurdering av strakstiltak på dager med langt over gjennomsnittlig høy luftforurensning.

For det første er prisen basert på eksponeringsberegninger for årene 1995–96 (Slørdal 1998). Marginalprisen baserer seg på 20 år gamle beregninger.

For det andre bygger prisen på en forenklet tilnærming der prisen ikke speiler en situasjon med kraftig inversjonslokk. Byluft som resipient har svært mye lavere volum når den er inntestengt under ett lokk, enn når den utveksler med resten av atmosfæren. Marginalprisen for NO_x-utslipp kan være betydelig høyere under inversjonsforhold, men dette er vanskelig å kvantifisere.

I tillegg til at forholdet mellom utslipp og konsentrasjon endres under inversjonsforhold, vil også den geografiske fordelingen av høy konsentrasjon kunne avvike fra normalsituasjoner. Endret utslippsfordeling og endret forhold mellom NO og NO₂ i utslipp medfører at befolkningens eksponering overfor høye korttidsmiddelverdier kan være vesentlig forskjellig fra den eksponeringssituasjonen som gjaldt i 1998, da grunnlaget for forholdet mellom eksponering og utslipp ble beregnet.

Statens vegvesen har imidlertid igangsatt revisjon av håndboka om konsekvensutredninger med ferdigstillelse i slutten av 2016. Målet er blant annet å sette kroneverdi på komponentene PM₁₀, PM_{2,5} og NO₂.

Siden det er stor usikkerhet omkring prissettingen av NO_x-utslipp, spesielt under inversjonsforhold, vil vi i denne studien ikke kunne gjøre særlig nøyaktige anslag over den samfunnsøkonomiske nytten av utslippsbegrensninger. Også kostnadssiden, som i hovedsak består av ulemper for trafikantene, er vanskelig å tallfeste, og anslagene blir nødvendigvis usikre. Vi må nøye oss med å gi forsiktige anslag over virkningenes størrelsesorden. En full, nøyaktig nytte-kostnadsanalyse er utenfor prosjektets ramme.

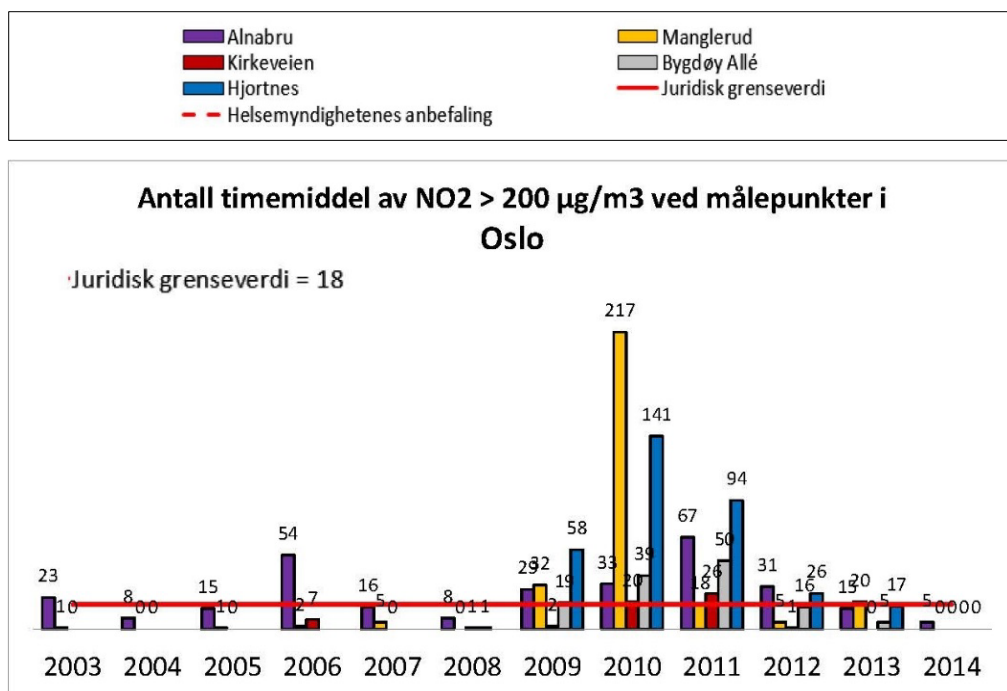
I stedet tas det utgangspunkt i at lovverket skal oppfylles, det vil si at det i perioder med høy luftforurensning skal iverksettes tiltak for å:

- Unngå overskridelser av juridisk fastsatte grenseverdier
- Redusere helsebelastningen for befolkningen
- Unngå ny stevning for EFTA-domstolen.

Vi studerer tre-fire ulike tiltaksstrategier rettet mot disse målene. Ved hjelp av usikre anslag over tiltakenes kostnader og nytte kan vi antyde hvilke strategier som er mest kostnadseffektive.

1.3 Overskridelser av grenseverdiene

Overskridelser av grenseverdiene for akutt luftforurensning av NO₂ i Oslo opptrer sporadisk og styres i stor grad av værforholdene. I løpet av de siste ti årene er det først og fremst i 2009, 2010 og 2011 en har hatt vintre med betydelige overskridelser (Figur 1.1). Antall overskridelser er sterkt avhengig av værforholdene i vintersesongen.

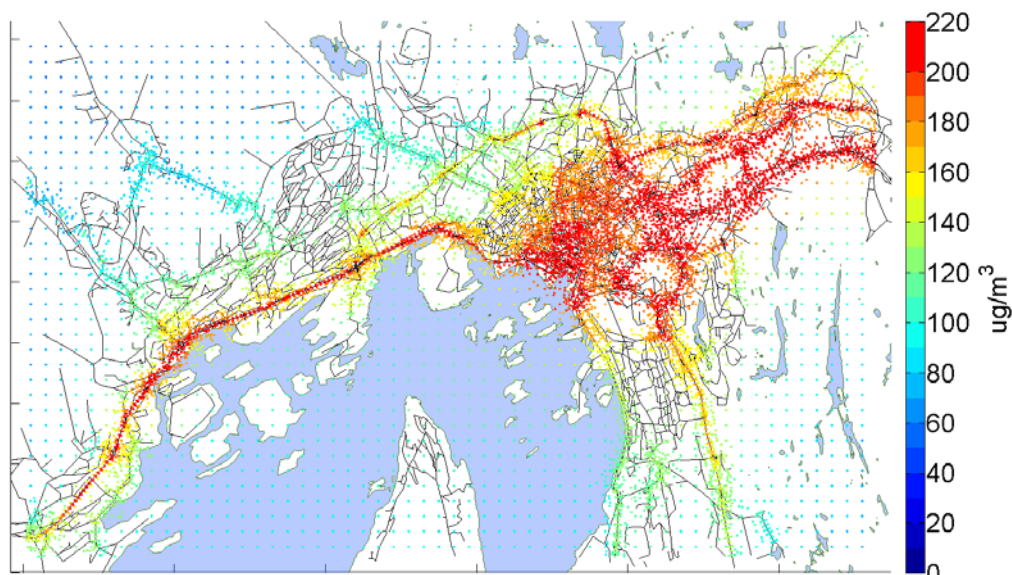


Figur 1.1: Overskridelser av NO₂-timemiddel ved ulike målestasjoner i Oslo 2003–2014. Kilde: www.luftkvalitet.info.

Siden 2010 er overskridelsene blitt gradvis færre. Det er uklart om dette er en tilfeldighet, eller om det har sammenheng med utskifningen av tunge kjøretøy (se kapittel 4 lenger ut i rapporten).

Figur 1.2 viser hvilke områder i Oslo som er mest utsatt for ekstreme verdier av NO₂.

Forurensningsperiodene må ha en viss varighet for at det skal ha noen hensikt å sette i verk ekstraordinære tiltak som for eksempel forbud mot bruk av dieselskjøretøyer.



Figur 1.1: Kartet viser den 19. høyeste timemiddelkonsentrasjonen for NO₂ i Oslo og Bærum. Figuren viser konsentrasjonsfordelingen angitt i µg/m³. Forskriften tillater 18 timer der den midlere NO₂-konsentrasjonen er over 200 µg/m³. I områder med verdier over 200 µg/m³ (røde områder) er forskriftskravet ikke oppfylt. Eksempel fra 2013. Kilde: Høiskar et al. (2015).

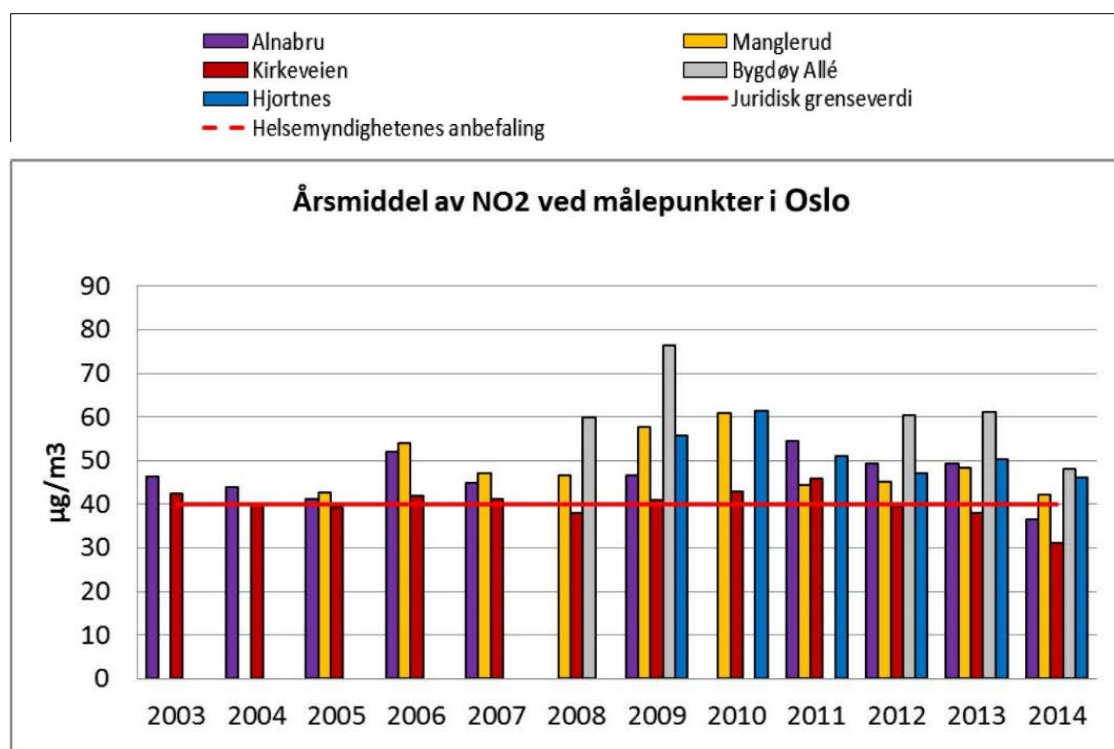
Oslo kommune har definert at overskridelsene av timemiddel må vare minst to dager dersom tiltak skal settes i verk. Tabell 1 viser at det har vært seks slike perioder de siste 14 vintrene.

Høyeste forurensning var det vinteren 2010/2011, da det var til sammen 18 dager med overskridelser som ville ha utløst akutttiltak. Senere har det også forekommet overskridelser, men ingen av varighet over to dager. Neste gang dette kan være aktuelt, er vinteren 2015/2016. Hvis det opptrer da, vil det være fem år siden sist.

Tabell 1.1: Antall episoder mellom vinteren 2001/2002 og vinteren 2014/2015 hvor grensen for NO₂ timemiddel ble overskredet i en periode på to dager i strekk, slik at det ville være aktuelt å sette i verk ekstraordinære tiltak. Kilde: Bymiljøetaten.

Vintersesong	2001–2002	2002–2003	2003–2004	2004–2005	2005–2006	2006–2007	2007–2008	2008–2009	2009–2010	2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014	2014–2015
Antall episoder	0	1	0	0	1	0	0	1	1	2	0	0	0	0
Dato		6.1.-10.1.			26.1.-3.2.			5.1.-9.1.	4.1.-13.1.	6.12.-15.12. 26.1.-2.2.				
Varighet		5 dager (man-fre)			9 dager (tors-fre)			5 dager (man-fre)	10 dager (man-ons)	10 dager (man-ons) 8 dager (ons-ons)				

Figur 1.3 viser overskridelse av grenseverdien for årsmiddel NO₂. Dette er et større helseproblem enn akuttforurensningen, siden folk blir eksponert for overskridelsene over et mye lengre tidsrom. Tiltak for å få ned årsmiddeltallet for NO₂ vil i betydelig grad også vil redusere sannsynligheten for overskridelser av timemiddel, men ikke motsatt.

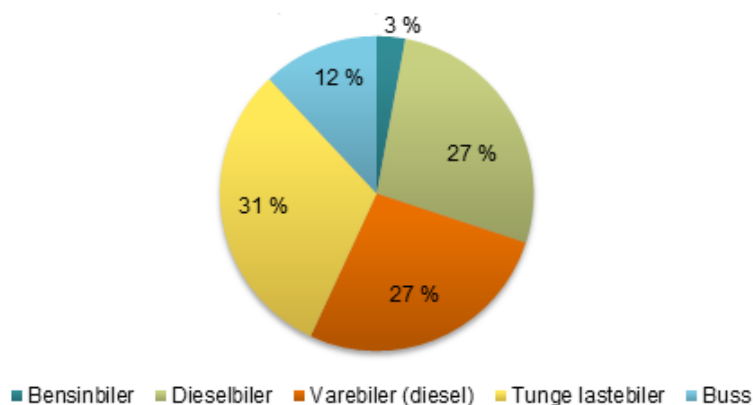


Figur 1.3: Overskridelser av NO₂-årsmiddel ved ulike målestasjoner i Oslo 2003–2014. Kilde: www.luftkvalitet.info.

1.4 Utslipp fra ulike kjøretøygrupper

Veitrafikken er den viktigste kilden til NO_x-utslipp. Alle typer kjøretøy, bortsett fra kjøretøy med elektrisk drift, belaster luften med utslipp av NO₂, som er den toksiske delen av NO_x-utslippet. For å redusere utslippene er det rasjonelt med tiltak for å fase ut de kjøretøyene eller kjøretøygruppene som bidrar med mest forurensning, og som samtidig kan erstattes med renere kjøretøy til en lavest mulig kostnad.

Figur 1.4 viser hvordan ulike kjøretøy i 2011 bidro til NO₂-utslipp i Stor-Oslo. Diagrammet viser utslippet i virkelig trafikk, dvs. det er ikke påvirket av at typegodkjenningmålingene kan avvike fra det reelle utslippet på veien (Hagman et al. 2015).



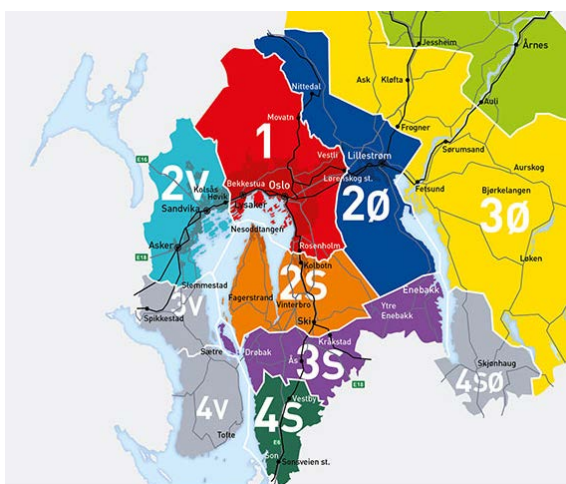
Figur 1.4. NO₂-utslippet i Stor-Oslo i 2011, etter kjøretøyklasse. Bearbeidet fra Aas et al. (2012).

Diagrammet viser at 85 prosent av utslippene er fordelt noenlunde likt mellom kjøretøyklassene dieselpersonbiler, dieselvarebiler og tunge lastebiler. Bussene står for 12 prosent av utslippene. Ruter har en strategi for elektrifisering av bussparken innen 2020, og da vil en stor andel av disse utslippene forsvinne.

Det er ulike kostnader ved å innføre kjørerestriksjoner for de ulike kjøretøygruppene. Av Samferdselsdepartementets brev til Statens vegvesen går det klart fram at man ønsker å skjerme godstransport og næringstransport⁶. Det er det først og fremst restriksjoner på bruk av dieselpersonbiler som sees som aktuelt. Privatpersoner har større fleksibilitet og muligheter for alternative transportløsninger i en akutt situasjon sammenlignet med godstransport og næringstransport. De kan benytte kollektivtransport, en del har mulighet til å endre destinasjon for reisen, jobbe hjemme, bruke sykkel eller sitte på med naboen. En del hushold har også to biler, og hvis den ene er en bensinbil eller elbil, gir det en betydelig fleksibilitet.

For en eventuelt permanent utslippssone er situasjonen en annen. Tunge lastebiler har en høyere utskiftingstakt enn personbiler. Det er derfor lettere å få til en rask endring i denne kjøretøygruppen enn for personbiler. Nye tunge biler med Euro VI-teknologi har i tillegg svært lave utslipp av NO_x. Det samme gjelder ikke for personbiler med Euro 6-standard, når en måler utslippet i virkelig trafikk (Hagman et al. 2015).

I TØI-rapport 1437/2015 så vi på effekten av akutt tiltak rettet mot bruk av dieselpersonbiler, samt hvordan et slikt tiltak kan utformes. I denne rapporten ser vi på effekten av gratis kollektivtransport på dager med høy luftforurensning. I modellberegningene er ette definert som gratis kollektivtilbud i sone 1 og 2 i Ruters sonesystem.



Figur 1.5: Sonekart for kollektivtransporten i de sentrale delene av Oslo-området. Kilde: Ruter

1.5 Modellverktøy som er brukt

Trafikkberegningen i dette prosjektet er gjort ved hjelp av den regionale transportmodellen RMT23+. Kjøringene er foretatt av Urbanet Analyse og er de samme som NILU har benyttet som input i sine modeller for å foreta spredningsberegninger av NO₂.

⁶ Brev fra Samferdselsdepartementet til Vegdirektoratet «Vurdering av forbud mot bruk av dieselskjøretøy ved fare for overskridelser av grenseverdiene for lokal luftkvalitet», 24.02.2015

RTM23+ er en overordnet Regional Transport-Modell som dekker området Akershus, Oslo og tilgrensende områder til Akershus. Trafikkmodellen dekker et større område enn det området som er benyttet i modellen for spredningsberegningene (AirQUIS modellområde), se Figur 1.6. I tillegg kommer bruk av kollektivtrafikkmodellen MPM23 (se kap. 4).



Figur 1.6. Modellområde for RTM23+ modellen. Utstrekningen av modellområdet benyttet i spredningsberegningene (AirQUIS) er indikert med blå firkant.

2 Erfaring med gratis kollektivtransport

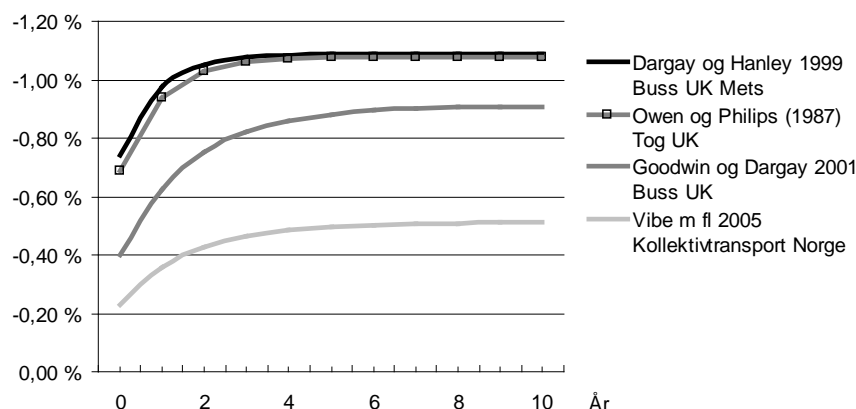
Erfaringene med gratis kollektivtransporter er at det i liten grad reduserer biltrafikken og at økningen i ruteproduksjon for buss i seg selv ofte medfører negative miljøkonsekvenser. Hovedeffekten er stor passasjervekst, hvor det meste er overgang fra gange og sykkel, samt nyskapt trafikk. Bare i svært beskjeden grad fører tiltaket til færre biler på veiene⁷.

Billettprisen er én av mange faktorer som påvirker etterspørselen etter kollektivtransport. Som en tommelfingerregel kan man anta at 10 prosent takstreduksjon øker etterspørselen med ca. fire prosent på kort sikt, og opp mot det dobbelte på lengre sikt (Fearnley og Bekken 2005, Statens vegvesen 2007). Med gratis kollektivtransport kan man forvente en økning i etterspørselen med ca. 40 prosent. Men effektene varierer betydelig fra sted til sted. Innføring av gratis kollektivtransport i Tallinn (Cats et al 2014) ga en beregnet økning i etterspørselen på kun litt over én prosent, riktignok fra et utgangspunkt med svært lave takster.

Det danske Teknologirådet har beregnet at gratis kollektivtransport fører til en reduksjon i biltrafikken på bare 3–4 prosent. Effekten på biltrafikken kan imidlertid være større i store byer. I København er effekten av nulltakst beregnet til å være ca. 10 prosent mindre biltrafikk ([Det danske Teknologirådet 2006](#)).

Gratis kollektivtransport som strakstiltak i forbindelse med høy luftforurensning betinger at folk skifter fra bil til kollektivtrafikk mer eller mindre umiddelbart, dvs. fra en dag til den neste. Men av ulike grunner tar det tid før folk tilpasser seg til endringer i transporttilbudet.

Én årsak kan rett og slett være at det tar tid å endre vaner. I Vibe et al (2005) er korttidselastisiteter (innenfor samme år) for takster beregnet til -0,23 mens langtidselastisiteter er beregnet til -0,51. Rapporten konkluderer med at de totale effektene av takstendringer på lang sikt er hele 2,2 ganger så store som på kort sikt. Det betyr at trafikanters endrede reisevaner innenfor samme år som en takstendring finner sted, faktisk er under halvparten av den langsiktige etterspørselsresponsen. Det er med andre ord betydelig treghet i trafikantenes respons på endringer.



Figur 2.1: Dynamikk i trafikanters tilpasning. Prosent endring i kollektivbruk ved 1 prosents takstøkning i år 0, sammenfattet fra et utvalg studier. Kilde: Fearnley og Bekken (2005).

⁷ Se www.tiltakskatalog.no, tiltaksbeskrivelse Gratis kollektivtransport

Ifølge Fearnley og Bekken (2005) er litteraturen om hvor fort tilpasningene finner sted, begrenset, men likevel forholdsvis samstemt. I figur 2.1 er ulike studier oppsummert. Figuren viser hvordan etterspørselseffekten endrer seg over tid. Etter ca. 3 år vil 90 prosent av effekten være tatt ut. Diagrammet viser takstøkninger. Samme mekanisme eksisterer ved takstreduksjoner.

Selv om de fleste studiene tar utgangspunkt i mindre takstendringer, er det ingen grunn til at ikke den samme tregheten også gjør seg gjeldende ved innføring av gratis kollektivtransport.

3 Strakstiltakene som er vurdert ⁸

I tabell 3.1 det gitt en oversikt over strakstiltakene som er vurdert i 2014-NO₂-prosjektet (tiltak 1, 3 og 5), i det første tilleggsprosjektet (tiltak 2, 4, 6, 7 og 8) og i det andre tilleggsprosjektet (tiltak 9 og 10), som er hovedtema for denne rapporten.

Tiltakene 1,2 og 5 er forbudsbaserte. De øvrige bygger på en tidobling av bomtakstene, med unntak av tiltak 9, som kun omfatter gratis kollektivtilbud. For utdypende informasjon om tiltak 1–8 vises det til rapporten «*Utredning av trafikkkreduserende tiltak og effekten på NO₂*» (NILU OR, 22/2015).

Tabell 3.1: Viser navn og innhold for 10 strakstiltak som er vurdert. Effektene og vurderingen av tiltak 1–8 er presentert i Høiskar et al. (2015) og Aas et al. (2015). Effekten av tiltakene 9 og 10 er beregnet i dette tilleggsprosjektet, og effekten av disse tiltakene presenteres her og sammenlignes med effekten av de øvrige 8 tiltakene.

1. **Forb–diesel:** Forbud for dieselpersonbiler og tunge, eldre enn euroklasse 6 innenfor bomsnittet.
2. **Forb–Pdiesel–ring 3:** Forbud for dieselpersonbiler innenfor Ring 3, unntatt for europaveiene.
3. **10*bom–diesel:** tidoble bomtaksten for alle dieselkjøretøy på dagens bomsnitt.
4. **10*bom–Pdiesel:** tidoble bomtaksten kun for dieselpersonbiler på dagens bomsnitt.
5. **Oddepar:** Odde–partallskjøring for alle lette biler innenfor kommunegrensen.
6. **10*bom–Pdiesel–X:** Som 4, med ekstra bomsnitt på kommunegrense mot nord og sør.
7. **10*bom–Pdiesel–L:** Som 4, med lavutslippssone for tunge biler, slik at alle tunge er euroklasse 6.
8. **10*bom–diesel–XL:** Som 7, med ekstra bomsnitt og tidoble bomtaksten for alle dieselkjøretøy.
9. **Gratis–kollektiv:** Gratis kollektivtilbud innen Oslo (hele døgnet)
10. **10*bom – Pdiesel–gratis–kollektiv:** kombinerer tiltak 4 med gratis kollektivtrafikk utenom rushtid

I de neste to avsnittene presenteres de beregnede effektene strakstiltak 9 og 10 vil ha for trafikk og NO₂-konsentrasjon. Deretter presenteres effekten av alle de 10 strakstiltakene samlet.

Det er viktig å være oppmerksom på at mens tiltak 9 omfatter gratis kollektivtilbud hele døgnet, tilbys det kun gratis kollektivtilbud utenfor rush i strakstiltak 10.

⁸

Dette kapittelet er skrevet av NILU og Urbanet Analyse og er også utgitt som NILU-notat «Gratis kollektivtilbud på dager med høy luftforurensning – vurdering av effekt på trafikk og NO₂-konsentrasjoner». Kjeller 3. desember 2015.

3.1 Effekt av strakstiltak 9: Gratis kollektivtilbud på dager med høy luftforurensning

Dette strakstiltaket omfatter gratis kollektivtilbud tilsvarende sone 1 og 2 i Ruters sonesystem. I tillegg er det gitt rabatt for reiser inn til sone 1 og 2 med maksimal takst for reiser over to soner.

3.1.1 Tiltak 9: Effekt på trafikk

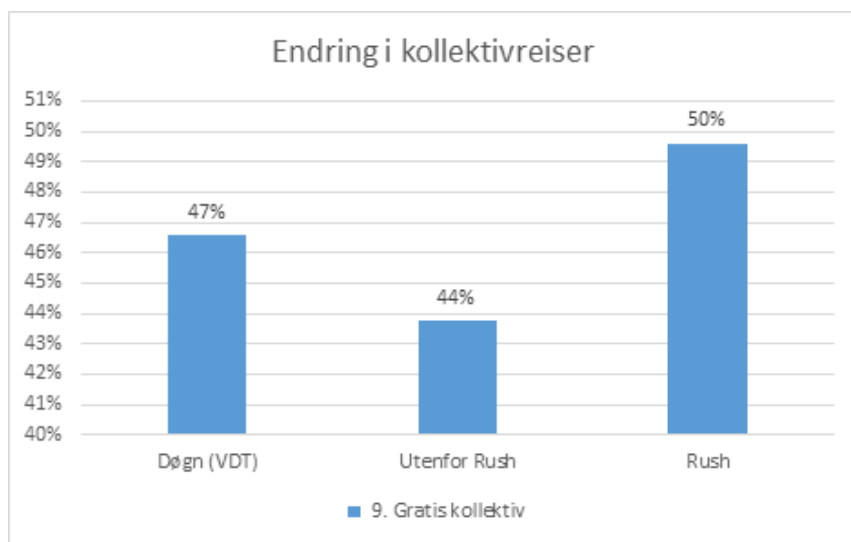
Gratis kollektivtrafikk er et tiltak som kommer både nåværende og potensielle nye kollektivbrukere til gode. De nye kollektivtrafikantene kan være tidligere bilister, syklist, gående eller personer som tidligere ikke reiste.

Transportmodellen som er benyttet i denne beregningen, håndterer ikke trengsel om bord på reisemidlene. Det vil si at selv om f. eks. bussene er fulle, så utgjør ikke dette noen begrensning i antall nye kollektivturer som modellen beregner. Resultatene under må derfor sees i lys av at det er en tenkt situasjon, der kollektivtrafikken har tilstrekkelig kapasitet til å ta imot alle nye reiser.

Spesielt for rushtidsreiser er det på enkelte avganger allerede fullt utnyttet kapasitet. Dette betyr at dersom et slikt scenario skal kunne gjennomføres, så må det tilbys økt kapasitet i kollektivsystemet. Hvis dette ikke skjer, vil effektene, både på nye kollektivreiser og overført trafikk fra bil, bli vesentlig dempet sammenlignet med resultatene som er presentert her.

Det er videre knyttet usikkerhet rundt å modellere effekten av gratis kollektivtrafikk som et strakstiltak. Modellen beregner i prinsippet en tilpasning på lengre sikt enn neste 2-dagersperiode.

Resultatet fra modellen RTM23+ gir en kraftig økning i antall kollektivreiser, på nesten 50 % per døgn (Fig. 3.1). Den relative effekten er størst i rushtiden, og noe mindre utenfor rushtiden.

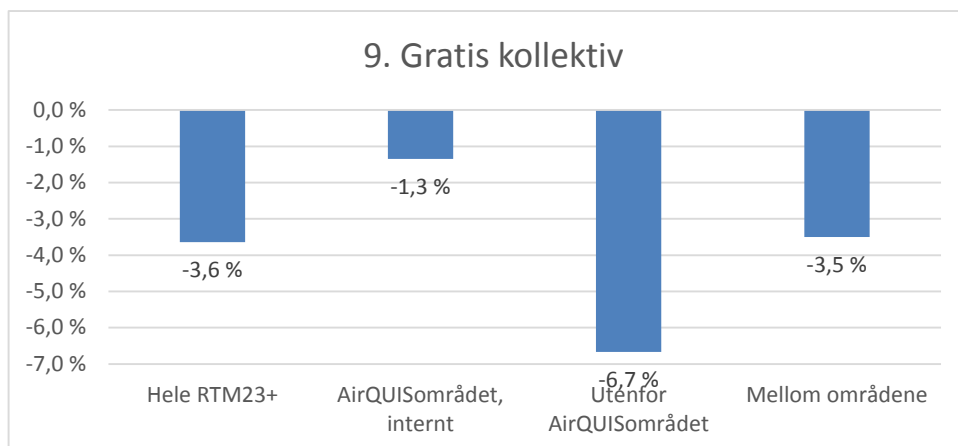


Figur 3.1: Prosentvis endring i kollektivturer i hele RTM-området i scenario 9 Gratis kollektivtransport

Ved gratis kollektivtilbud overføres cirka 17 % av turene fra bil til kollektiv, mens hele 83 % kommer fra sykkel og gange, samt nyskapt trafikk.

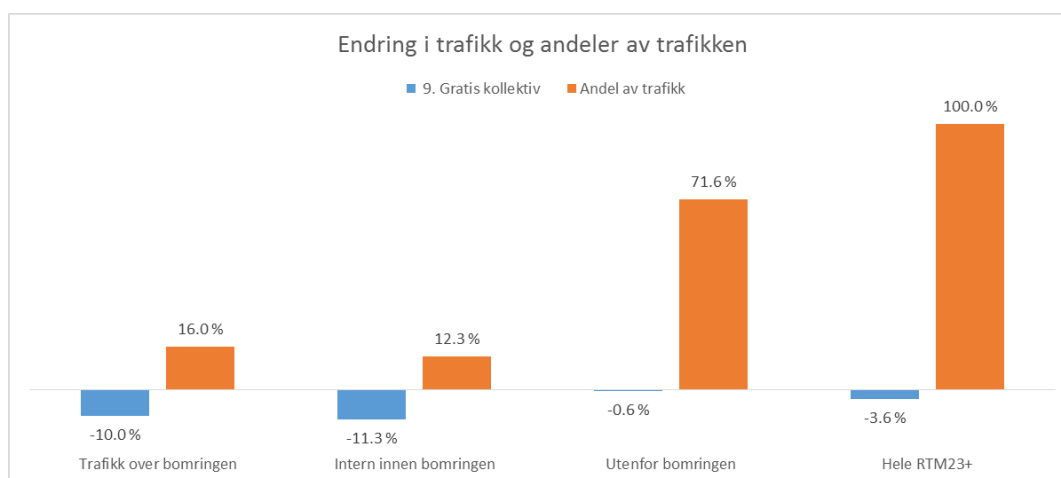
Dette gir en reduksjon i personbilturer på 3,6 % i hele RTM-området, se figur 3.2. I AirQUIS-området, som dekkes av NILUs spredningsberegninger (Aas et al. 2015: 15), er reduksjonen mindre (1,3 %), mens den største relative reduksjonen i personbilturer (6,7 %) forekommer utenfor AirQUIS-området. En mulig forklaring på dette er at det i AirQUIS-området allerede er

en høy kollektivandel, det vil si at potensialet for å overføre kollektivturer fra bilturer er større utenfor AirQUIS-området enn innenfor.



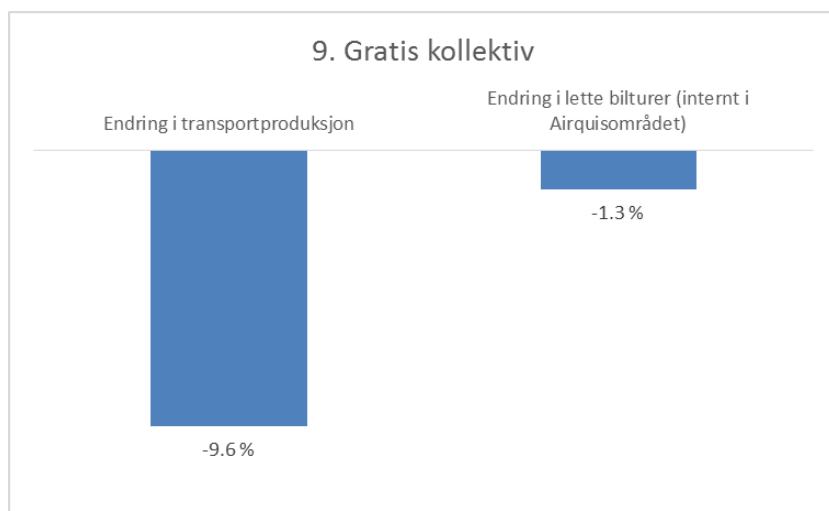
Figur 3.2: Prosentvis endring i personbilturer i hele RTM-området, internt i AirQUIS-området, utenfor AirQUIS-området og mellom områdene. Scenario 9 Gratis kollektivtransport.

Figur 3.3 viser prosentvis endring i personbilturer over henholdsvis dagens bomsnitt, samt innenfor og utenfor bomringen og i RTM23+ området totalt. For dette strakstiltaket viser trafikkberegningene en reduksjon i personbilturer både over bomsnittet og innenfor, mens det er tilnærmet uendret utenfor bomringen. For hele modellen gir dette en reduksjon med 3,6 %.



Figur 3.3: Prosentvis endring i personbilturer over dagens bomsnitt, innenfor og utenfor bomringen og i RTM23+ området totalt. Orange søyler er andelen av trafikk i hele modellområdet RTM23+ som passerer på de samme strekningene/områdene. Gratis kollektivtransport (Scenario 9).

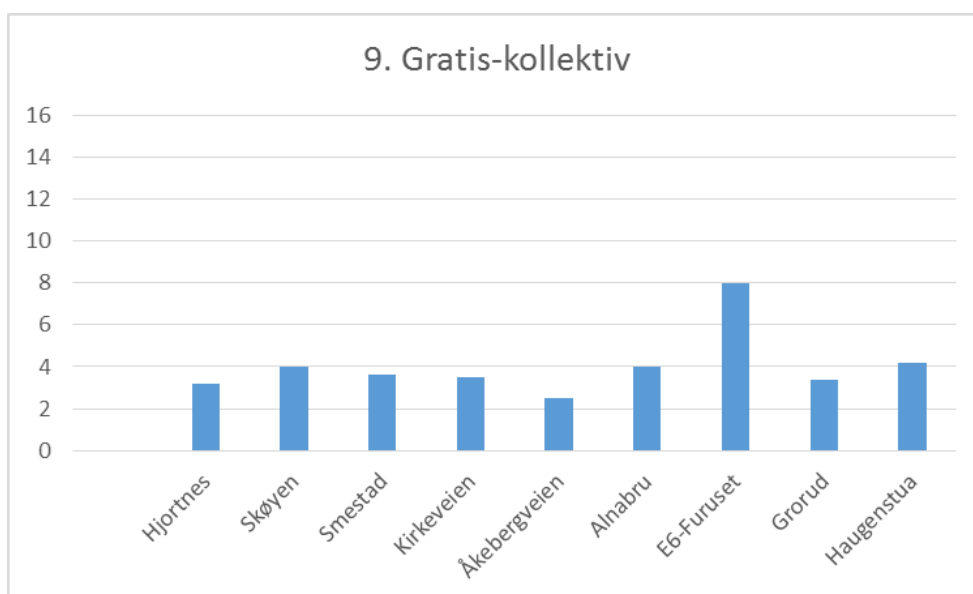
Dermed ligger trafikkreduksjonen i AirQUIS i hovedsak i de mest sentrale områdene av Oslo, samt langs innfartsårer. AirQUIS-området er i hovedsak Ruters takstzone 1 og 2, og det kan se ut som at det er de lengste personbilturene i dette området som er overført til kollektiv transport. Dette forklarer hvorfor beregningene gir en reduksjon i transportproduksjon på hele 9,6 %, men kun en reduksjon i antall turer på 1,3 % i samme område (Figur 3.4). En annen faktor som kan spille inn her, er at noe av de reduserte personbilturene kommer i rush. Dersom det er tilstrekkelig med kø i rushtiden, får en situasjoner der noen tar omveier for å unngå kø. Slike tilfeller reduseres dersom antall bilturer reduseres, og en kjører i større grad korteste rute.



Figur 3.4: Endring i transportproduksjon (antall km) for personbiler og tungtrafikk, samt endringer i lette bilturer i AirQUIS-området, i scenario 9 Gratis kollektivtransport.

3.1.2 Tiltak 9: Effekt på NO₂-konsentrasjonen

Figur 3.5 viser beregnet effekten av å innføre gratis kollektivtilbud på NO₂-nivået på noen utvalgte steder i Oslo. Effekten av strakstiltaket varierer noe fra sted til sted, men reduksjonen i timemiddel ligger på 3-4% på de fleste stasjonene.



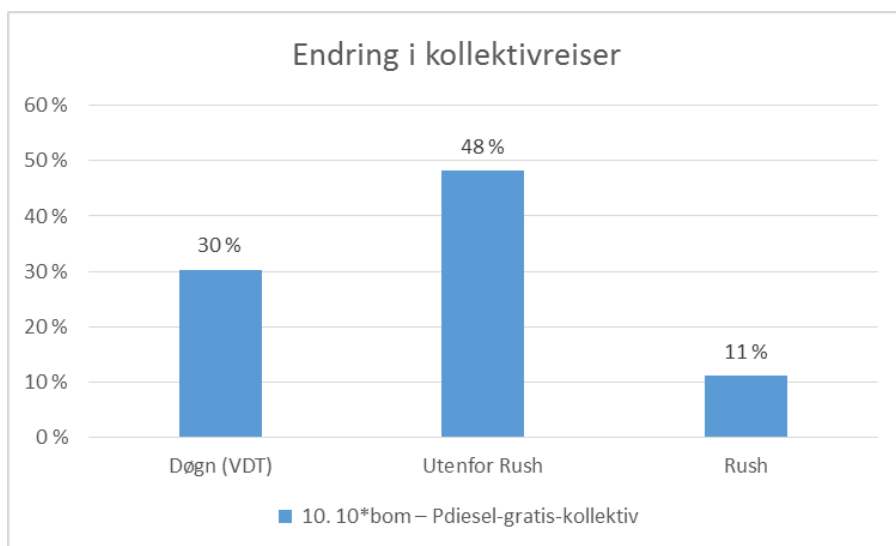
Figur 3.5: Beregnet prosentvis reduksjon i midlere NO₂-konsentrasjon i forhold til referansesituasjonen ved innføring av gratis kollektivtransport. E6-Furuset, Grorud og Haugenstua ligger utenfor dagens bomsnitt, mens de øvrige målestasjonene ligger innenfor.

3.2 Effekt av strakstiltak 10: Ti-dobling av bompengesatsene kombinert med gratis kollektivtilbud utenfor rushtiden

Dette strakstiltaket kombinerer en ti-dobling av bompengesatsene for persondieselbiler på dager med høy luftforurensning (Tiltak 4) med gratis kollektivtilbud utenfor rushtiden. Kapasiteten i rushtiden er sprengt på mange strekninger, mens det er relativ god kapasitet i timene før og etter rushten. Rushtiden er i modellen definert som periodene 06–09 og 15–18 på virkedager.

3.2.1 Tiltak 10: Effekt på trafikk

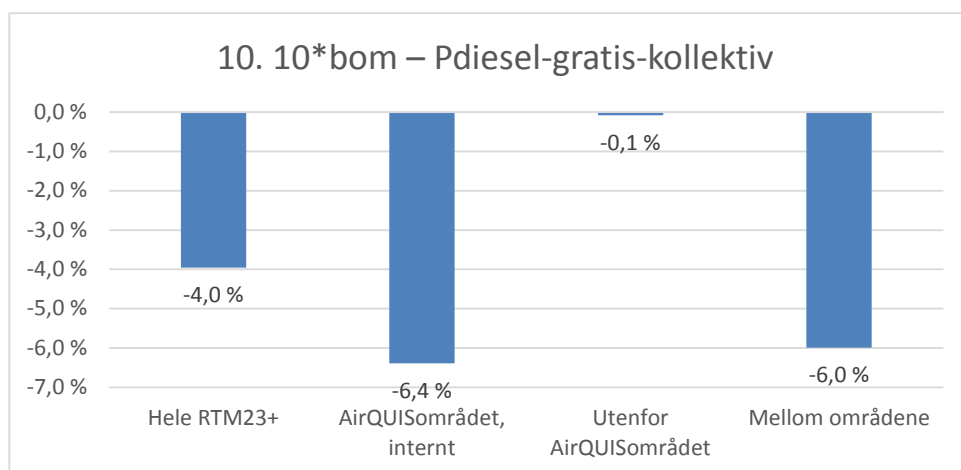
Figur 3.6 viser prosentvis endring i kollektivturer i hele RTM-området som kan forventes ved innføring av strakstiltaket. Kombinasjonen med restriktive tiltak for bil og gratis kollektivtrafikk i sone 1 og 2 utenfor rush, gir også en stor økning i kollektivtrafikk, men mindre enn tilfellet med gratis kollektivtrafikk hele døgnet. Kollektivtrafikken øker med 48 % utenfor rush, og 11 % i rushtiden, noe som gir en økning i kollektivreiser på 30 % per virkedøgn.



Figur 3.6: Prosentvis endring i kollektivturer i hele RTM-området i scenario 10.

I dette scenarioet utgjør andelen overførte turer fra bil til kollektiv cirka 50 %, mens de resterende 50 % i hovedsak kommer fra gang, sykkel og nyskapt trafikk. Dette gir en trafikkreduksjon i personbilturer i hele RTM-området på 4%, se Figur 3.7. Reduksjonen er størst internt i AirQUIS-området (6,4 %), mens mellom AirQUIS-området og resten av modellområdet gir beregningene en reduksjon på 6 % i personbilturer.

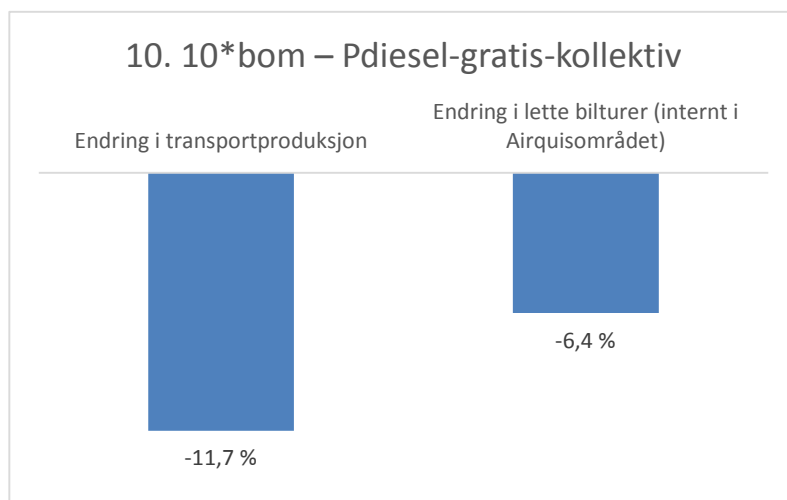
I dette scenarioet er det en stor reduksjon i trafikken over dagens bomsnitt, på 31 %, mens det er en marginal økning i reiser internt og utenfor bomringen på nesten 2 % (Figur 3.8). Dette gir en reduksjon i transportproduksjon på nesten 12 % i AirQUIS-området (Figur 3.9).



Figur 3.7: Prosentvis endring i personbilturer i hele RTM-området, internt i AirQUIS-området, utenfor AirQUIS-området og mellom områdene. Scenario 10.



Figur 3.8: Prosentvis endring i personbilturer over dagens bomsnitt, innenfor og utenfor bomringen og i RTM23+ området totalt, samt andelen av trafikken i hele RTM23+ modellen som passerer på de samme strekningene/områdene, i scenario 10.

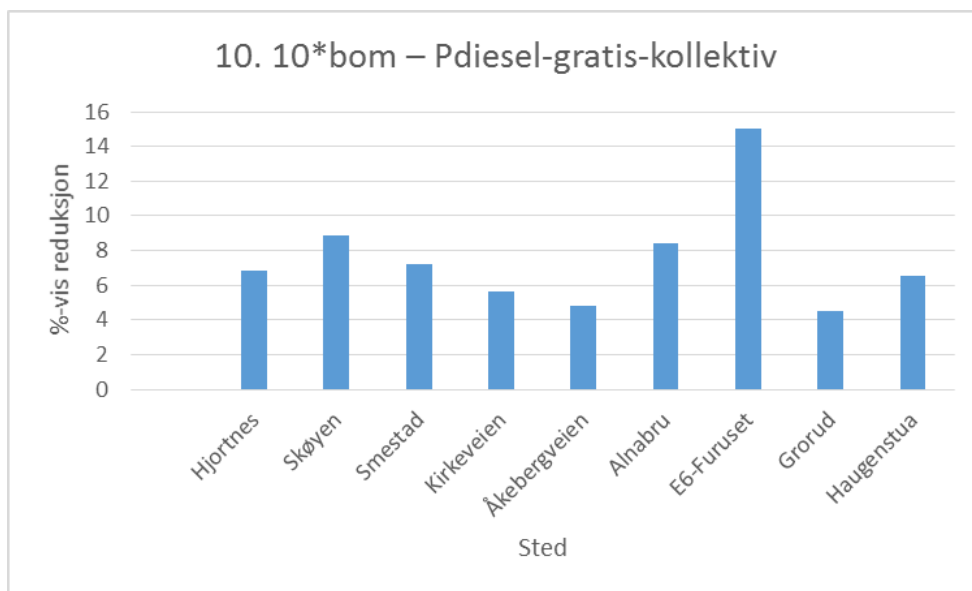


Figur 3.9: Endring i transportproduksjon (antall km) for personbiler og tungtrafikk, samt endringer i lette bilturer i AirQUIS-området, i scenario 10.

3.2.2 Tiltak 10: Effekt på NO₂-nivået

Figur 3.10 viser beregnet effekten av å innføre ti-doblet bompengesats for alle persondieselbiler i kombinasjon med gratis kollektivtilbud utenfor rush på NO₂-nivået.

Effekten av strakstiltaket varierer noe fra sted til sted, men reduksjonen i timemiddel ligger mellom 4–9 % på de fleste stasjonene.

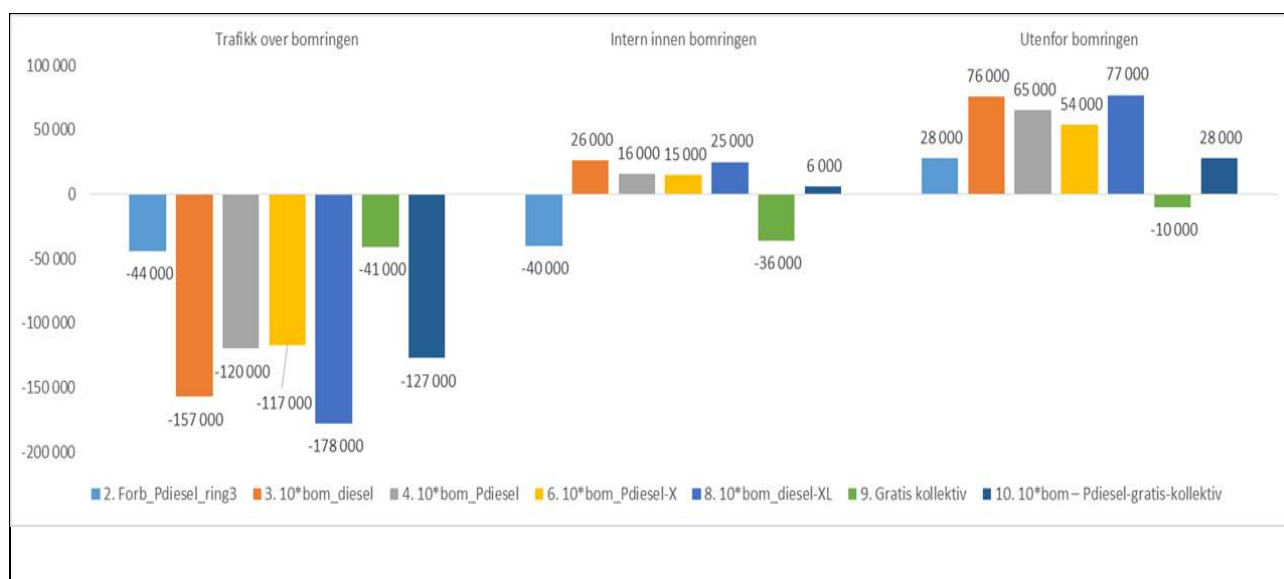


Figur 3.10: Beregnet prosentvis reduksjon i midlere NO₂-konsentrasjon i forhold til referansesituasjonen ved innføring av gratis kollektivtransport utenfor rushtid i kombinasjon med ti-doblet bompengesats for alle dieselkjøretøy (tunge og lette, person- og varebiler). E6-Furuset, Grorud og Haugenstua ligger utenfor dagens bomsnitt, mens de øvrige målestasjonene ligger innenfor.

3.3 Sammenligning av 10 strakstiltak

Figur 3.11 oppsummerer reduksjonen av de ulike tiltakene målt i personbilturer per virkedag for trafikk over dagens bomring, for interne turer innenfor bomringen og for turer utenfor bomringen. Karakteristisk for scenarioene som innebærer økte bomkostnader, er at mens det er en reduksjon over bomsnittet, så dempes effekten av at det er en økning i trafikk både innenfor og utenfor bomringen.

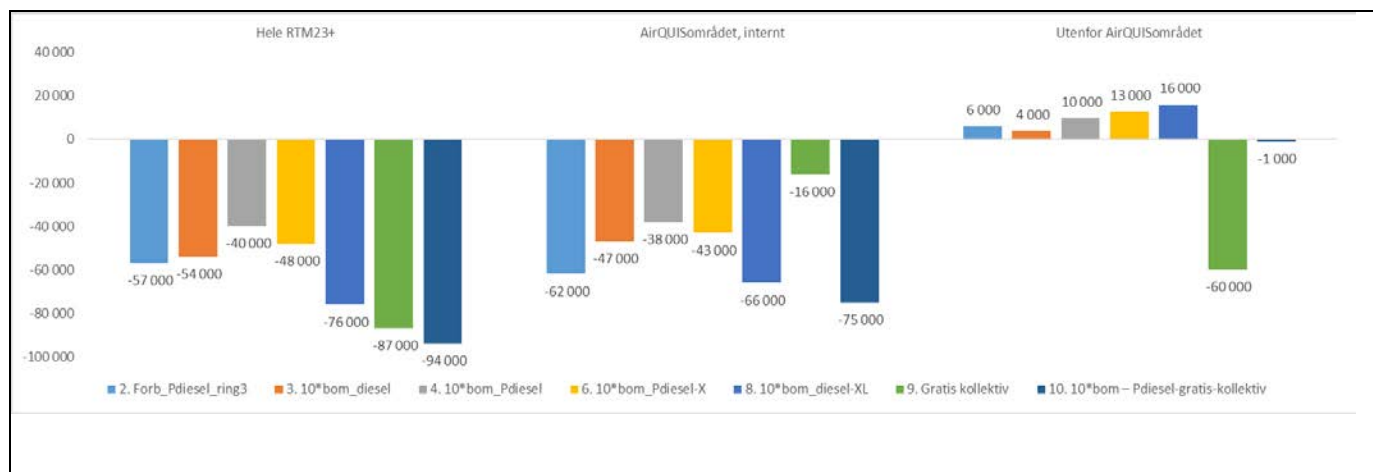
Tiltak 2 *Forb_Pdiesel_ring3* og tiltak 9 *Gratis-kollektiv* gir minst reduksjon over bomsnittet, men begge tiltakene gir, i motsetning til de andre tiltakene, en vesentlig reduksjon i trafikk innenfor bomringen. Tiltak 9 gir i tillegg betydelig reduksjon i trafikk utenfor bomringen. Tiltak 10 gir god reduksjon over bomringen, mens det gir moderat økning i trafikken internt innen bomringen og utenfor bomringen.



Figur 3.11: Endringer i personbiler per virkedag. Sammenligning av resultater fra RTM23+ for de tiltakene det er foretatt trafikkberegninger for.

Målt i samlet antall turer per virkedøgn i hele RTM23+-modellen er det moderate forskjeller i styrken på tiltakene (Figur 3.12). Tiltak 4 **10*bom_Pdiesel** har minst effekt, mens tiltak 10 **10*bom - Pdiesel gratis kollektiv** har størst.

Forskjellene er relativt små mellom hele RTM23+-modellen og internt i AirQUIS-området, med unntak av for tiltak 9 Gratis kollektivtrafikk. Alle tiltakene med kun restriktive tiltak for bil gir en liten økning i trafikk utenfor AirQUIS-området. Dette skyldes i hovedsak endret rutevalg/destinasjonsvalg. Tiltak 9 har en vesentlig reduksjon i trafikk også i dette området, mens scenario 10 har en marginal reduksjon i trafikken.



Figur 3.12: Endringer av personbiler per virkedag. Sammenligning av resultater fra RTM23+.

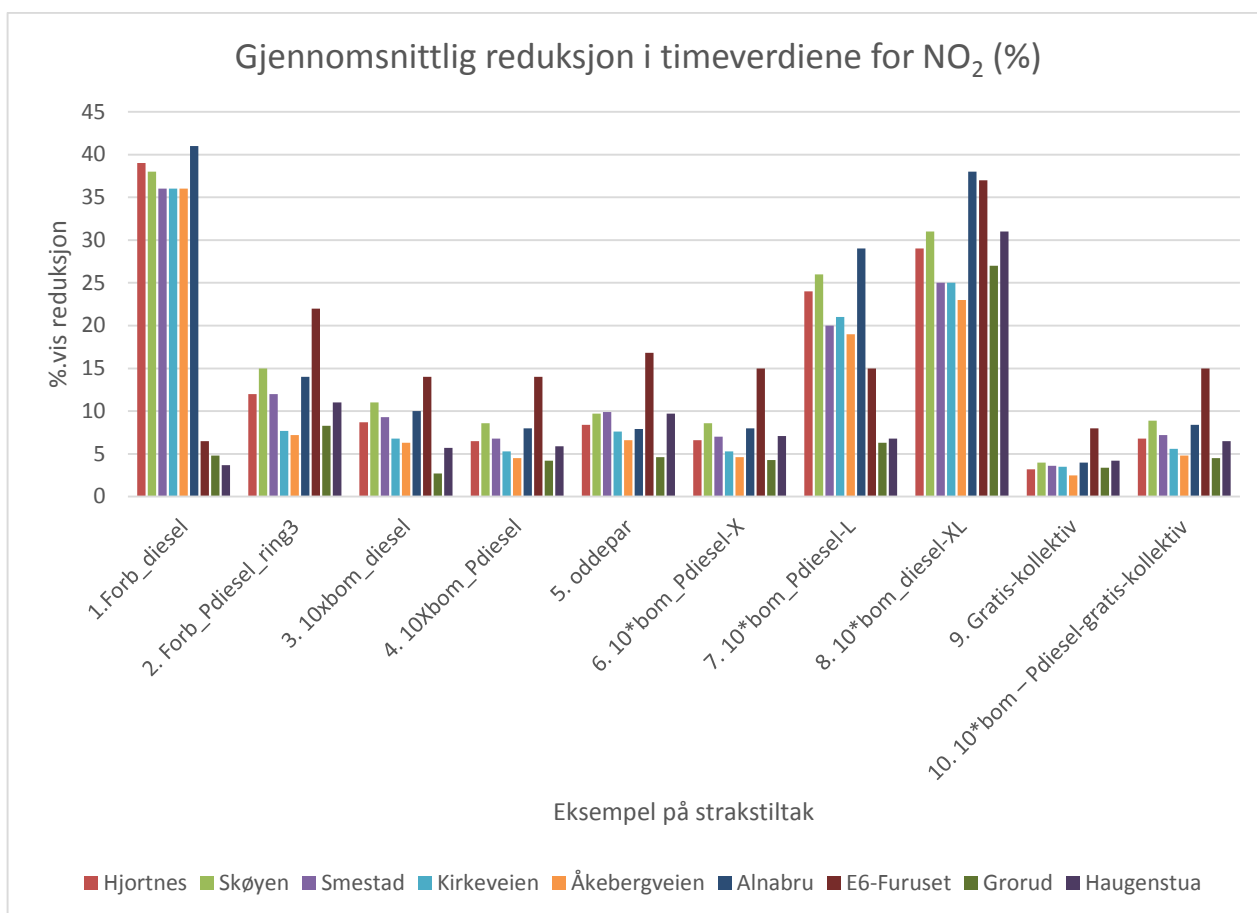
Figur 3.13 viser gjennomsnittlig reduksjon i timeverdier av NO₂ for perioden 30. januar til 7. februar 2013 for referansesituasjonen og de ulike strakstiltakene som det er foretatt beregninger for. Beregningene viser at alle strakstiltakene gir en reduksjon i gjennomsnittlig NO₂-konsentrasjon for perioden.

Av de to nye strakstiltakene som er vurdert i dette tilleggsprosjektet, er det tiltak 10, **10*bom-Pdiesel-gratis-kollektiv**, som har størst effekt på NO₂-konsentrasjonen. Ved å sammenligne effekten av tiltak 4 og tiltak 10 ser man at kombinasjonen av en 10-dobling av bompengesatsene med gratis kollektivtilbud utenom rush gir lite ekstra reduksjon i forhold til det man oppnår med kun en 10-dobling av bompengesatsene.

Tiltak 9, **Gratis kollektiv**, gir minst effekt på forurensningsnivået, med en reduksjon på mellom 3 og 4 % på de fleste stedene.

Videre gir spredningsberegningene følgende hovedresultater:

- Tiltak 1, **Forb-diesel**, reduserer forurensningsnivået med cirka 35 %, men i Groruddalen utenfor forbudssonen er effekten bare 5 %.
- Tiltak 7, **10*bom-Pdiesel-L**, reduserer forurensningsnivået med omkring 20 %, men effekten er betydelig mindre oppover i Groruddalen (utenfor lavutslippssonen).
- Tiltak 8, **10*bom-diesel-XL**, reduserer forurensningsnivået med 25–30 % også i Groruddalen og over 35 % nær bomsnittene i Groruddalen.
- Tiltak 2, **Forb-Pdiesel-ring 3**, reduserer forurensningsnivået med 7–15 % på de fleste steder
- Tiltakene 3, 5 og 10, henholdsvis **10*bom_diesel**, **Oddepar** og **10*bom-Pdiesel-gratis-kollektiv** reduserer forurensningsnivået med 3–10 % på de fleste steder
- Tiltakene 4 og 6, henholdsvis **10*bom-Pdiesel** og **10*bom-Pdiesel-X**, reduserer forurensningsnivået med 5–7 %.



Figur 3.13: Beregnet prosentvis reduksjon i midlere NO₂-konsentrasjon ved innføring av ulike strakstiltak, sammenlignet med referansesituasjonen. Ni målestasjoner.

De ulike trafikkberegningen gir varierende grad av effekt på reduksjon i biltrafikk. De fleste tiltakene har en reduksjon i biltrafikk totalt sett, men modellresultatene innebærer ikke en allmenn reduksjon i trafikken, snarere en uttalt variasjon, ved at trafikken øker enkelte steder og reduseres andre steder. Ifølge trafikkmodellen kan en få omtrent samme relative trafikkreduksjon ved økt brukerbetaling for personbiltrafikken som ved innføring av rene forbud.

Gratis kollektivtrafikk gir også effekt på trafikken, men fører i modellen til en stor økning i etterspørselen etter kollektivreiser, noe dagens kollektivsystem i realiteten ikke har kapasitet til å håndtere. Dette drøftes nærmere i denne rapportens kapittel 5.

Av de to nye strakstiltakene som er vurdert i dette tilleggsprosjektet er det tiltak 10, **10*bom-Pdiesel-gratis-kollektiv**, som har størst effekt på NO₂-konsentrasjonene. Beregningene viser videre at man oppnår nesten samme NO₂-reduksjon om man innfører en ti-dobling av bompengesatsene for personbiler uten å tilby gratis kollektivtransport utenom rush (tiltak 4).

Tiltak 9, **Gratis kollektiv**, gir minst effekt på forurensningsnivået, med en reduksjon på kun 3-4% på de fleste stedene.

4 Markedseffekter av gratis kollektivtransport

4.1 Bruk av modellen MPM23 i tillegg til RTM23+

Transportøkonomisk institutt har på oppdrag fra og i samarbeid med Ruter utviklet en modell for transportmiddelvalg basert på data fra Ruters Markedsinformasjonssystem (MIS).

Analyseverktøyet er implementert i Excel, og går under navnet «MPM23» (MarkedsPotensialModell for Akershus (2) og Oslo (3)) (Flügel et al. 2015).

Modellen MPM23 skiller seg fra den regionale transportmodellen for Oslo-regionen, RTM23+, på flere vis, bl.a. med hensyn til

- dekningsområde
- hvilke atferdsendringer og tilpasninger som oppfanges
- hvilke reisemidler som dekkes/spesifiseres

MPM23 gjelder Ruters trafikkområde, dvs. Oslo og Akershus. RTM23+ dekker et noen større område, med blant annet deler av Hedmark, Oppland, Buskerud og Østfold.

MPM23 beregner kun markedsandeler, anvendt på faste reisematriser mellom grunnkretser. Det innebærer at modellen kun beregner endringer i reisemiddel for gitte sonepar. Den fanger, til forskjell fra RTM23+, ikke opp endringer i reisemål, reiseruter eller i samlet reisehyppighet. MPM23 inneholder heller ingen tilbakevirkning fra kødannelse i veisystemet.

RTM23+ beregner på den annen side hele spektret av atferdsvalg i den såkalte firetrinnskjeden: reisehyppighet, reisemålvalg, reisemiddelvalg og reiserutevalg. Modellen fanger altså opp at noen reiser kan bli innstilt, eller nye reiser bli skapt, og mange reiser kan endre reisemål. Dette gjelder til og med arbeidsreiser. Slik sett er resultatene fra RTM23+ å tolke som nokså langsiktige tilpasninger, eller i alle fall mellomlangtsiktige. Vi forventer etter dette at samme tiltak vil gi noe større utslag i RTM23+ enn i MPM23. Men også i MPM23 er parametrene estimert på grunnlag av tverrsnittsvariasjon. Begge modeller må derfor antas å vise resultatene etter noen tids tilpasning fra trafikantenes side.

MPM23 beregner markedsandelene for de ulike reisemidlene i Oslo og Akershus.

Kollektivreisene fordeles på tog, buss, trikk/t-bane og kombinasjoner av disse. Dette er et nytt element sammenlignet med RTM23+. I etterspørselsberegningen i RTM23+ håndteres alle kollektive transportmidler samlet i alternativet «kollektivtransport».

Den kanskje største fordel med MPM23 sammenlignet med RTM23+ er at det er enklere og raskere å gjennomføre analyser av små, kortsiktige tiltak. Med MPM23 tar det noen få sekunder å gjøre tiltaksanalyser, og det stilles ingen spesielle krav til brukerkunnskaper/-opplæring for bruk av modellen. Til sammenligning tar tiltaksanalyser i RTM23 flere timer (av og til dager), med krav om forkunnskaper hos bruker.

Modellkjøringene med RTM23+ gir resultater for motorisert transport, definert som bilførere + kollektivreiser. MPM23 gir i tillegg 'markedsandeler' for bilpassasjerer, syklist og gående.

RTM23+ og MPM23 kan imidlertid sammenlignes med hensyn til én konkret størrelse, nemlig andelen motoriserte reiser som gjøres av henholdsvis bilførere eller kollektivpassasjerer. Denne

sammenligningen er gjort i Figur 4.1 for scenario 9 Gratis kollektivtransport jevnført med referansescenariot.

Modellene gir frapperende like resultat. Andelen kollektivtrafikk i referansesituasjonen er praktisk talt den samme i begge modeller, og i begge modeller er virkningen av gratis kollektivtransport mellom 9,6 og 10,7 prosentpoengs økning i markedsandelen.

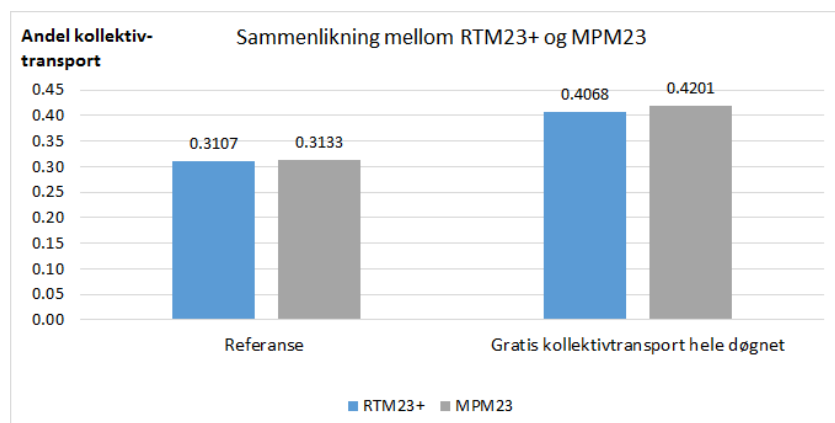


Fig 4.1 Kollektivtransportens andel av motorisert transport (dvs. bilførere pluss kollektivreisende), i to modeller og to scenarier.

4.2 Økning i kollektivreiser som en følge av gratis kollektivtrafikk

Ifølge modellen RTM23+ produseres ca. 1 075 000 kollektivturer på en vanlig hverdag. Dersom man innfører gratis kollektivtransport, vil det ifølge modellen føre til en økning i antall turer på ca. 46 prosent eller vel 500 000 ekstra turer. Da er det implisitt forutsatt at kapasiteten er økt tilstrekkelig til at trafikantene ikke opplever økte ulemper (generaliserte kostnader).

Om lag halvparten av økningen vil komme i rushtiden, i modellen RTM23+ definert som tidsrommene 06.00-09.00 og 15.00-18.00. Ca 50 prosent økning betyr ca. 257 000 ekstra turer i rushtid. Det er disse turene som det vil være en stor utfordring å skaffe kapasitet til. Problemet vil være størst i morgenusrushet, da dette er mer konsentrert i tid enn ettermiddagsrushet, og belastningen i kollektivsystemet i makstimen om morgen er særlig stor.

Tabell 4.1: Kollektivreiser i og utenfor rush i referansesituasjonen og ved innføring av gratis kollektivreiser i Ruters takstzone 1 og 2 (Scenario 9). Antall turer og prosentvis endring ifølge RTM23+.

Kollektivreiser	Rushtrafikk	Lavtrafikk	Yrkesdøgn
Referanse	519 920	555 520	1 075 440
Scenario 9	777 757	798 497	1 576 255
Endring	257 838	242 978	500 815
Endring %	49,6 %	43,7 %	46,6 %

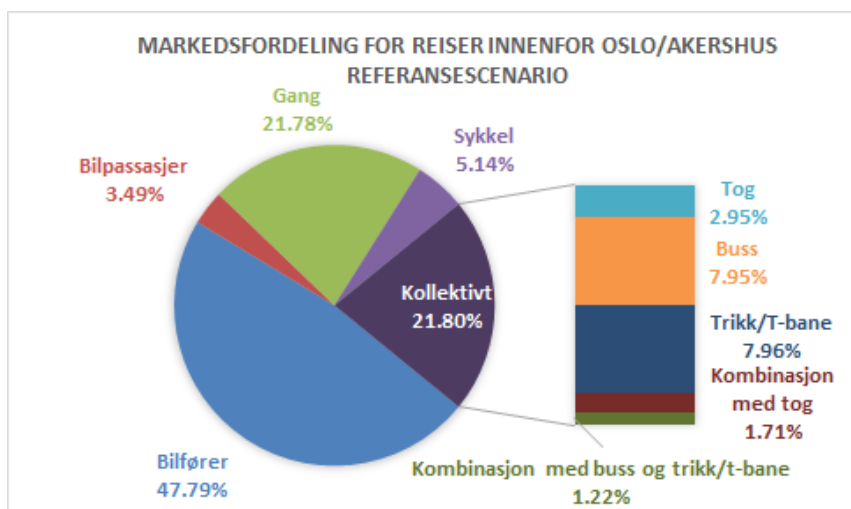
Tabell 4.2 viser scenario 10 med gratis kollektivtransport kun i rushtiden kombinert med 10 ganger forhøyet pris i bomringen for dieselpersonbiler. Dette gir en økning på vel 11 prosent av kollektivturene i rushtet, eller vel 58 000 turer. Noen av dem som reiser én vei gratis *utenom* rushtiden, vil reise motsatt vei *i* rushtiden.

Tabell 4.2 Kollektivreiser i og utenfor rush i referansesituasjonen og ved innføring av gratis kollektivreiser utenfor rush i Ruters takstzone 1 og 2, kombinert med 10 ganger forhøyet pris i bomringen for dieselpersonbiler (Scenario 10). Antall turer og prosentvis endring ifølge RTM23+.

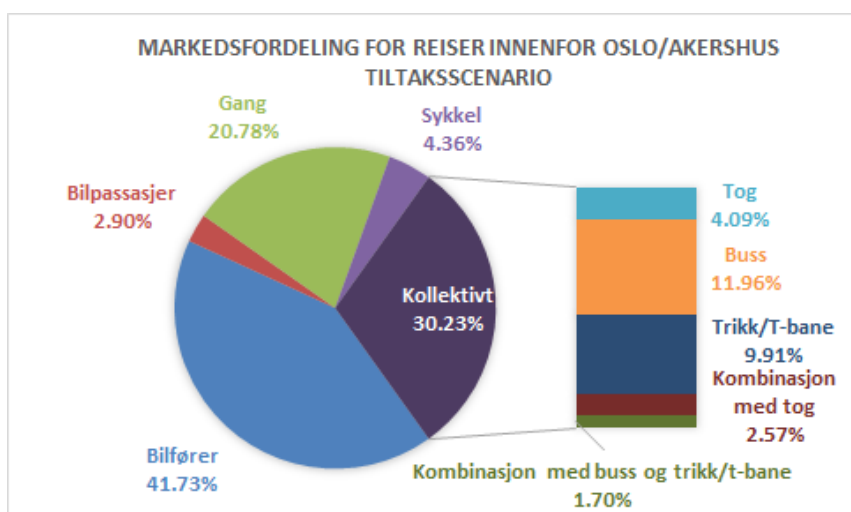
Kollektivreiser	Rushtrafikk	Lavtrafikk	Yrkesdøgn
Referanse	519 920	555 520	1 075 440
Scenario 10	578 107	823 480	1 401 586
Endring	58 187	267 960	326 147
Endring %	11,2 %	48,2 %	30,3 %

4.3 Endring i markedsandeler

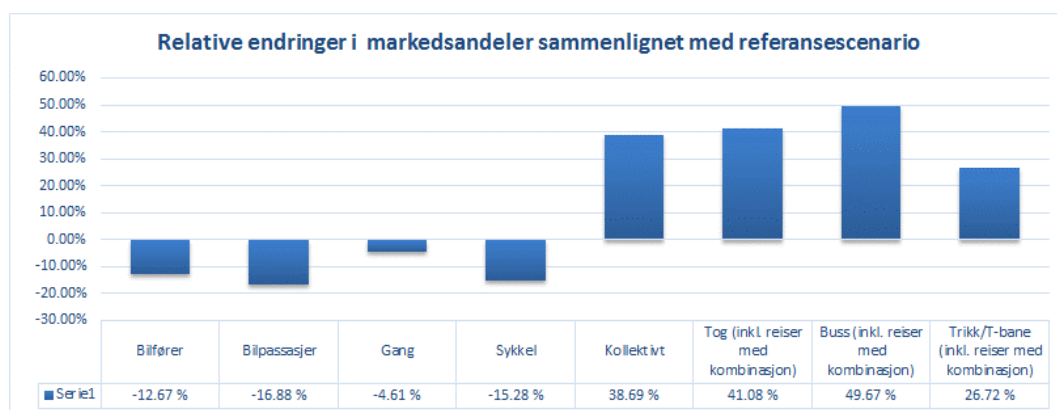
Figur 4.2 til 4.4 viser mer detaljerte resultat fra MPM23-modellen. Scenarioet med gratis kollektivtransport gir en reduksjon i fotgjengernes trafikandel på akkurat ett prosentpoeng, men syklistene andel synker med 0,78 prosentpoeng.



Figur 4.2: Markedsandeler i referansescenarioet, beregnet med MPM23. Kilde: Flügel et al. (2015)

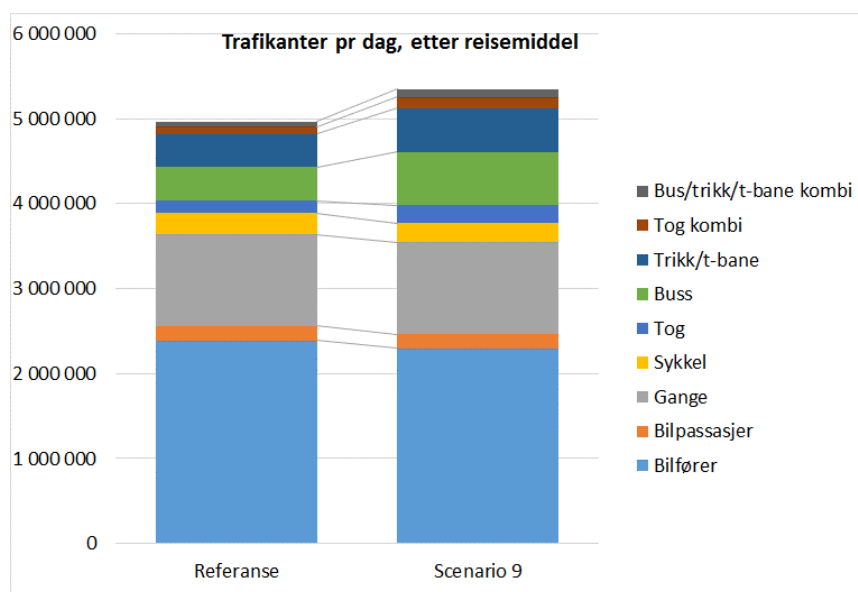


Figur 4.3: Markedsandeler i Scenario 9 Gratis kollektivtransport, beregnet med MPM23. Kilde: Flügel et al. (2015).



Figur 4.4: Endringer i markedsandeler i scenario 9 Gratis kollektivtransport sammenlignet med referanse, beregnet med MPM23. Kilde: Flügel et al. (2015).

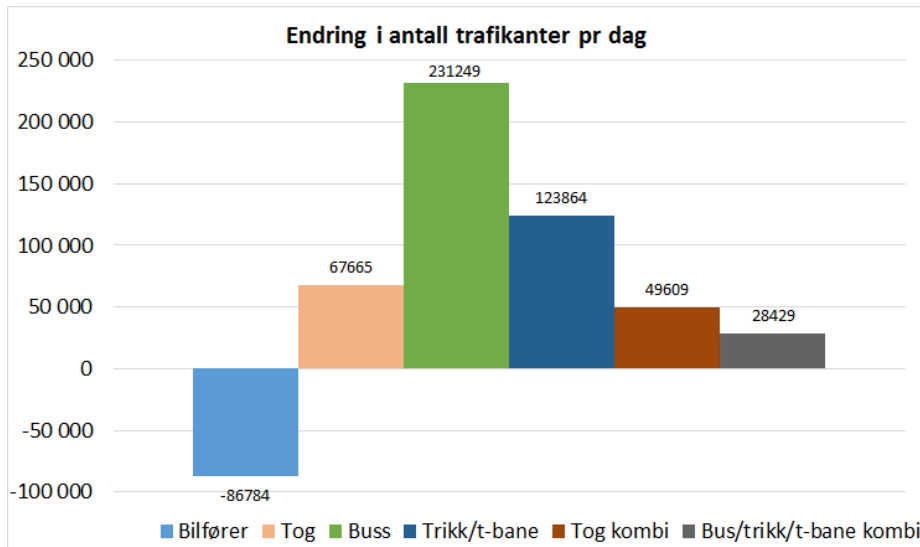
I Figur 4.5 har vi gjort en beregning der resultatene fra MPM23 og RTM23+ er kombinert⁹, slik at vi får fram økningen i absolutt antall passasjerer, fordelt på alle reisemidler, i scenarioet med gratis kollektivtransport. Samlet dagstrafikk øker med 7,7 prosent, eller 382 000 reiser, sammenlignet med referansesituasjonen.



Figur 4.5: Beregnet antall daglige trafikanter i to scenarioer, etter reisemiddel.

Endringstallene er vist i figur 4.6. Antall rene bussreiser per dag øker med 231 000, reisene med trikk/T-bane blir 124 000 flere, og togreisene øker med 127 000, når vi også tar med reiser der toget bare er ett av flere reisemidler. I tillegg kommer rundt 28 000 reiser som kombinerer buss, trikk og/eller T-bane. Bilturene blir anslagsvis 87 000 færre – en nedgang på 3,6 prosent.

⁹ Antall bilføreturer og antall kollektivreiser i alt er som i RTM23+. Kollektivreisene er fordelt på reisemiddel i samme forhold som i MPM23 (fig. 4.3). Endringstallene bilpassasjerer, gange og sykling svært usikre, siden disse ikke framkommer i RTM23+. De vises derfor ikke i diagrammet.



Figur 4.6: Anslått endring i antall daglige trafikanter, etter reisemiddel, i scenario 9 Gratis kollektivtransport sammenlignet med referansescenarioet.

5 Kapasitet og kostnader

5.1 Kapasitet i kollektivnettet i rushtiden

Bystyret i Oslo vedtok 13.6.2012 å gi Byrådet fullmakt til å innføre forbud mot bruk av dieselpersonbiler på dager med høy luftforurensning. Ruter utredet i den forbindelse hvilken ledig kapasitet det er i kollektivnettet, og utarbeidet en beredskapsplan for buss¹⁰.

Rapporten konkluderer med at det i praksis er lite ledig kapasitet i kollektivsystemet i rushtiden. Forholdene er imidlertid noe forskjellige fra område til område og for de ulike transportmidlene og rutene. Det er spesielt i sør og i enkelte tyngre ruter i Oslo at kapasiteten er sprengt. Fra vest og til dels fra nordøst er presset noe mindre.

Buss

Busstilbudet i hovedkorridorene inn til og ut av Oslo er utnyttet maksimalt i rushtiden. I sør- og nordøstkorridoren er linjene overbelastet, mens det i vest er om lag balanse mellom tilbudt kapasitet og etterspørsel. Terminalkapasiteten og gatenettet i Oslo sentrum er også en begrensende faktor. I Oslo sentrum vil det være vanskelig å øke antallet busser betydelig.

T-bane

T-banen planlegger å øke kapasiteten med 13 prosent fra april 2016. Tre prosent av dette er reetablering av trafikken som ble avvirket på Østensjøbanen. Kapasitetsøkningen utgjør ca. 4500 ekstra passasjerer inn mot Jernbanetorget per time. Ut over dette er ikke ytterligere kapasitetsøkning mulig i tidsrommet mellom kl. 07.00 og 19.00¹¹.

Kapasiteten i systemet er også til dels avhengig av passasjerenes komfort. Et togsett har 138 sitteplasser, men om man regner 3 stående per m² (som er brukt som kapasitet i Ruters årsberetning) vil et togsett kunne ta 404 passasjerer. 4 stående per m² brukes i internasjonal sammenheng som kapasitet på T-bane, og da vil togsettet romme 493 passasjerer. Under arrangementer som ski-VM etc. har man erfaring med hele 600 passasjerer per togsett (tabell 5.1).

Om man legger til grunn at det i rushtiden i dag er 3 stående passasjerer per m² betyr det en kapasitet inn mot Jernbanetorget per time på henholdsvis 24 000 passasjerer fra øst og 21 000 fra vest. Legger man 4 passasjerer per m² betyr det drøyt 20 prosent eller ca. 9 000 flere passasjerer inn mot Jernbanetorget per time. Denne kapasiteten kan imidlertid ikke enkelt utnyttes i praksis.

Økt belegg medfører at av- og påstigning tar lengre tid. Oppholdstiden på stasjonene øker med antall påstigninger. Togene vil dermed fort kunne bli forsinket og kapasiteten av den grunn redusert. Dette vil ifølge Sporveien antakelig skje i området 3–4 stående passasjerer per m² (4-500 passasjerer per togsett). Men antallet reisende per stasjon vil være like viktig for kapasiteten. Ved store arrangementer ordnes dette ved å sluse et begrenset antall reisende inn på stasjonen, slik at det ikke oppstår kaos.

Ut fra det skisserte resonnementet vil det være mulig for T-banen å frakte nær 15 000 flere passasjerer inn mot Jernbanetorget i løpet av en time i morgenrushet, i alle fall inntil den ekstra

¹⁰ Sluttrapport. Beredskapsplan for buss. Rapporten foreligger kun som et utkast.

¹¹ Opplysninger i notat av 27.11.2015 fra Helge Holtebekk i Sporveien.

kapasiteten som settes inn i april 2016 er spist opp av normal trafikkøkning. Dette forutsetter imidlertid at man iverksetter tiltak for å dirigere menneskemengdene på utvalgte plattformer etc.

Tabell 5.1: Kapasitet på T-banen avhengig av fyllingsgrad.

Kapasitet per time	Kun sitteplasser	3 stående per m ²	4 stående per m ²	Arrangements- trafikk
Ett sett (tre vogner)	138	404	493	600
Et langt tog (to sett)	276	808	986	1200
Samlet kapasitet inn mot Jernbane-torget i rush til/fra øst	8280	24240	29580	36000
Samlet kapasitet inn mot Jernbanetorget i rush til/fra vest	7176	21008	25636	31200

Utenfor rushet er det god kapasitet. Både for trikk og T-bane gjelder det at ettermiddagsrushet strekker seg lenger ut i tid, slik at det er noe mer ledig kapasitet i ettermiddagsrushet enn i morgenrushet.

Trikk

Trikk har høyere kapasitetsutnyttelse enn T-bane både i rush og over hele driftsdøgnet. Trikken hadde i 2014 51 millioner reiser, mens det i 2009 var 43 millioner reiser. Økningen har skjedd med uendret antall trikker, slik at kapasitetsutnyttelsen har økt betraktelig. Sporveien regner det som fullt på trikken i morgenrushet.

Tog

På Østlandet i morgenrushet er det 122 togsett i trafikk, mens tilgjengelig antall er 135. I ettermiddagsrushet er det 120 togsett i bruk.¹² Det er flere tog under innkjøp.

Utgangspunktet er at alt togmateriell som er tilgjengelig på mindre enn en ukes varsel, er i drift. Ekstrem tilstrømming må håndteres med busser. NSB har laget et enkelt opplegg for å håndtere økt trafikkmengde: Busser stasjoneres i morgenrushet som vist i tabell 5.2. De kjører én tur hver til Oslo, bortsett fra på Hauketo, hvor bussene settes inn i en pendel. Bussene annonseres enten som ekstra kapasitet, eller de settes inn operativt når tog løper fulle. På ettermiddagen benyttes et tilsvarende antall busser. Oppsettet med 44 ekstra busser betyr at man øker kapasiteten med ca. 2500 passasjerer i morgenrushet.

Tabell 5.2: NSBs opplegg for utplassering av ekstra busskapasitet for å avlaste togsystemet ved anvik

Plassering	Antall
Vestby	6
Ås	6
Ski	12
Hauketo	6
Frogner	2
Drammen	12
Sum busser	44

¹² Informasjon fra Ulf Erik Bakke, NSB

5.2 Økt tilstrømming til kollektivtrafikken

Beregningene med så vel RTM23+ som MPM23-modellen forutsetter som nevnt at tilbudet av kollektivtjenester oppleves av trafikantene som uendret i forhold til referansescenariot. Det kan bare skje dersom tilbudet styrkes i form av flere avganger og/eller større vognkapasitet.

Ifølge RTM23-beregningene øker tallet på kollektivreisende i rushtiden med 49,6 prosent, eller 258 000 reiser, når kollektivreisen blir gratis. I lavtrafikkperioden er økningen 43,7 prosent, eller 243 000 reiser. Alt i alt øker kollektivtrafikketerspørselen med en halv million passasjerer hver dag.

For å avvikle en så mye høyere trafikk uten at trafikantene opplever vesentlig forringet kvalitet på tjenesten, må kapasiteten økes markant. I lavtrafikkperioden er behovet for økt kapasitet trolig lite. Men i rushtiden er kapasiteten allerede tilnærmet fullt utnyttet, og en må regne med betydelige kostnader for å møte etterspørselen, hvis dette overhodet vil være mulig.

Antall bussreiser i modellen øker med 230 000 (Figur 4.6), eller snaut 60 prosent. Om vi antar at halvparten av disse reisene skal avvikles i rushtiden, og vi regner 60 passasjerer per buss, samt at hver buss kun rekker å fullføre én rute i morgenrush og én i ettermiddagsrush, tilsvarer dette et behov for ca. 1000 ekstra busser. Om vi tar utgangspunkt i at Ruter disponerer vel 1300 busser (Ruter 2011), og at kapasiteten er sprengt i rushtiden, vil de trenge 700-800 ekstra busser om kapasiteten skal økes med ca. 60 prosent.

Etterspørselen etter togreiser øker med ca. 100 prosent. For T-bane/trikk er etterspørselsveksten 80–90 prosent. Også her vil det kunne bli behov for å forsterke tilbudet med busser betydelig, dersom etterspørselen øker så sterkt som modellen antyder.

Som nevnt er modellresultatene å tolke som endringer på (mellom) lang sikt. Fra den ene dagen til den andre er endringen kanskje bare halvparten så stor som beregnet i modellene. Dessuten vil mange i praksis kvie seg for å reise kollektivt når tilstrømmingen og trengselen øker sterkt. Det er likevel åpenbart at dagens kollektivtransportssystem ikke har evne til å møte etterspørselsveksten på en måte som innebærer tilfredsstillende avvikling.

5.3 Beregning av kostnader ved innleie av ekstra kapasitet

Både Ruter og NSB oppgir at det i Oslo-området er lite ledig busskapasitet som kan leies inn på kort varsel. NSB har faste avtaler og setter inn ekstra kapasitet ved uforutsette hendelser og forsinkelser i togsystemet. Det er da snakk om mellom 40 og 50 busser, altså bare en brøkdel av behovet om man fra den ene dagen til den neste innfører gratis kollektivtransport.

Ved innleie av ekstra busskapasitet betaler NSB ca. 6000 kroner per buss per dag. De fleste bussene rekker kun to rushtidsturer hver, én om morgenen og én om ettermiddagen. Hver buss tar ca. 50 passasjerer. Siden de fleste rutene er sentrumsrettet, blir det ikke særlig mange flere påstigninger en det er passasjerer når bussen er som fulllest. Dette betyr at kostnaden per reise blir ca. 60 kroner.

Dette er busser som finnes i markedet. Dersom man forutsetter at flere hundre busser skal kunne settes inn på kort varsel ved dårlig luftkvalitet, og at disse skal være Euro VI-busser med lave utslipp av NO_x, vil det kreve at man bygger opp en svært betydelig reservekapasitet. Dette vil i det minste gjelde i månedene desember, januar og februar, da faren for høy luftforurensing er størst.

Kostnadene ved et slikt opplegg er ytterst vanskelig å beregne, men de vil åpenbart være svært høye.

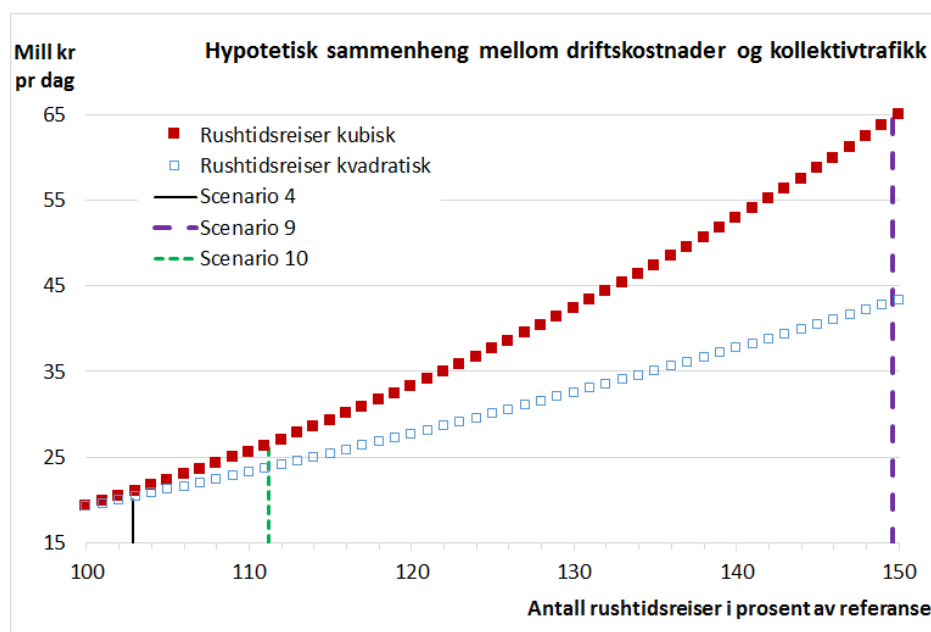
Én tilnærming kan være å legge til grunn en kalkulatorisk, bratt stigende kostnadskurve for den knappe ressursen – som i dette tilfellet er kapasitet i kollektivtransporten.

Vi har lagt til grunn at driftskostnadene i kollektivtrafikken endrer seg i samsvar med en potensfunksjonen

$$f = (1+r)^k$$

der r er relativ økning i antall passasjerer og k er en eksponent. f er samlet daglig kostnad relativt til referansesitasjonen. Dersom $k = 1/2$, øker kostnaden med kvadratroten av trafikken. Om $k = 1$, endrer kostnadene seg proporsjonalt med trafikken. Er $k = 2$, øker de med kvadratet av trafikken. Hvis $k = 3$, har vi en kubisk kostnadsfunksjon.

Som utgangspunkt for beregningene har vi regnet en kostnad på 20 kr per passasjer i gjennomsnitt over alle reiser, i samsvar med Ruters årsrapport 2013. For å avspeile det forhold at rushtidsreisene er bestemmende for kapasitetsbehovet og dermed kostnadsdrivende, har vi satt kostnaden per rushtidsreise i referansescenarioet til kr 37, mens lavtrafikkreisene har en anslått kostnad på kr 4. Dette gir et gjennomsnitt over alle reiser på kr 19,95, men den fordeling mellom rushtid og lavtrafikk som framgår av RTM23-modellen. Beregningene er vist i fig. 5.1, der vi også har tegnet inn hvilken økning i rushtrafikken som beregnes i scenarioene 4, 9 og 10, sammenlignet med referansescenarioet.



Figur 5.1: Hypotetiske sammenhenger mellom kollektivtrafikkemengde og totale driftskostnader, forutsatt kvadratisk eller kubisk kostnadsfunksjon.

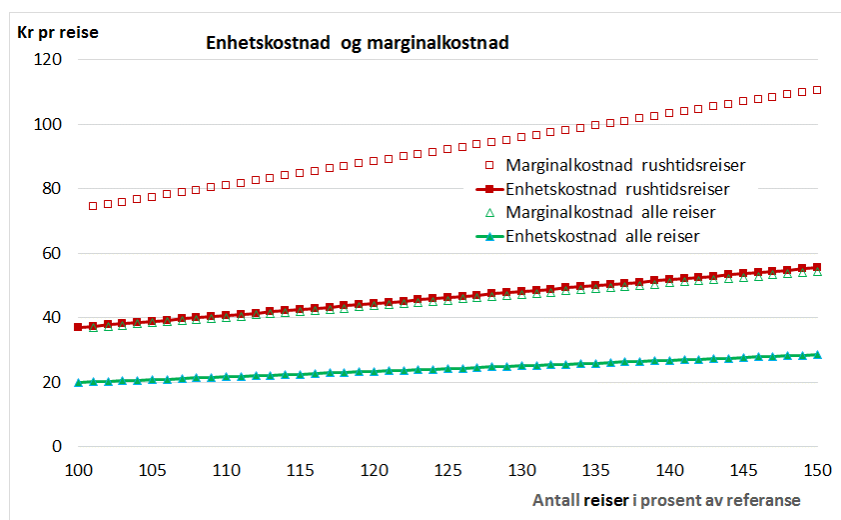
I tilfellet med kvadratisk totalkostnadsfunksjon blir marginalkostnadene som vist i fig. 5.2. For rushtrafikkens del beregnes marginalkostnaden å være i overkant av 70 kr per reise. Dette samsvarer nokså godt med anslaget basert på NSBs innleie av busser, men vil trolig være for lavt anvendt på T-bane og trikk, og også for en situasjon der Ruter på kort varsel skal leie inn ekstra busser.

Om vi antar kubisk kostnadsfunksjon, innebærer dette en marginalkostnad i utgangssituasjonen på over 100 kr (fig. 5.3). Det kan ikke utelukkes at dette er realistisk, anvendt på en situasjon med

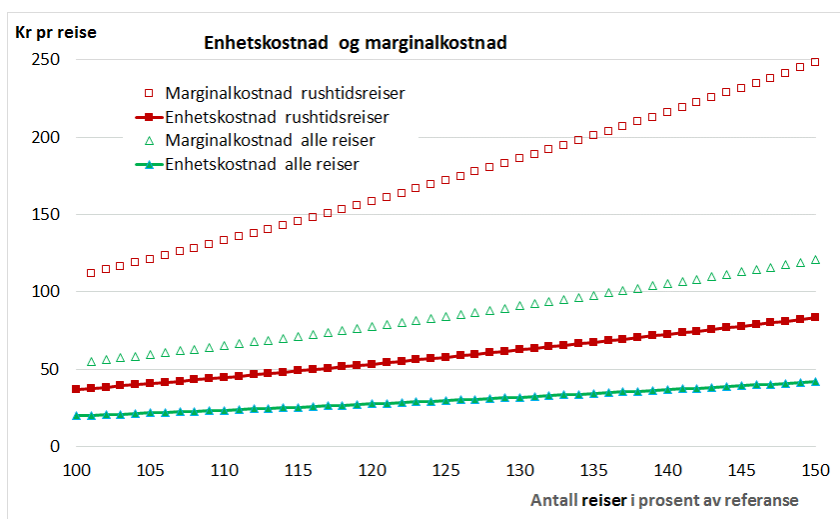
akutt behov for økt kapasitet på nær sagt alle kollektivtransportmidler. For enkelhets skyld vil vi likevel i det følgende holde oss til antakelsen om kvadratisk sammenheng. Dette er trolig å anse som en konservativ forutsetning.

I alle figurene 5.1 til 5.3 har vi regnet med at kostnadene i lavtrafikkperioden følger Mohring's lov (Mohring 1972, 1976) og øker i samsvar med en kvadratrotfunksjon ($k = 1/2$).

For fullstendighets skyld har vi i vedlegg 1 samlet noen tilleggsdiagrammer, basert på kubisk sammenheng mellom kostnader og trafikk.



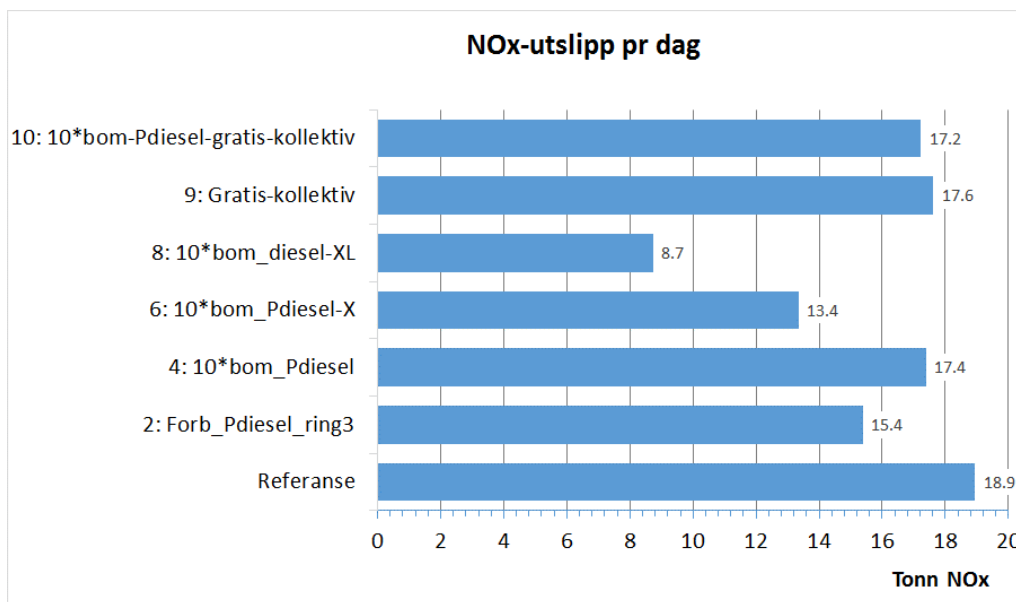
Figur 5.2 Hypotetisk gjennomsnittskostnad og marginalkostnad i kollektivtrafikken i tilfellet med kvadratisk kostnadsfunksjon.



Figur 5.3 Hypotetisk gjennomsnittskostnad og marginalkostnad i kollektivtrafikken i tilfellet med kubisk kostnadsfunksjon.

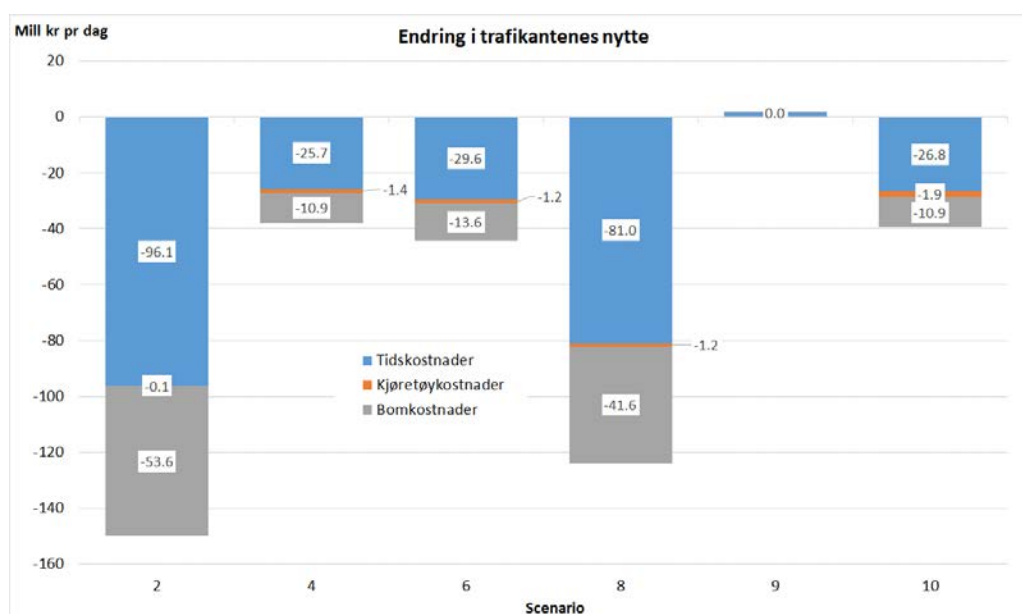
5.4 Kostnader ved ulike scenarioer

Figur 5.4 viser at utslippene av NO_x i AirQUIS-området er i størrelsesorden det samme for gratis kollektivtransport som for scenario 4 (10 ganger forhøyet takst i bomringen for dieselpersonbiler).

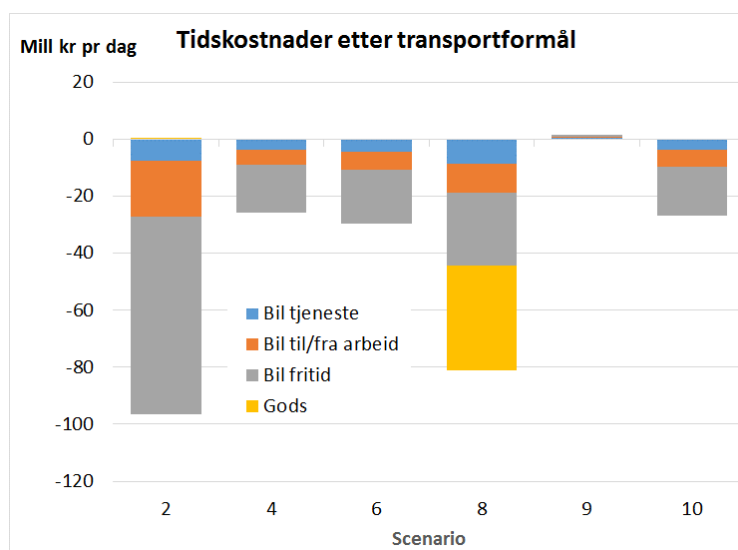


Figur 5.4: Beregnet daglig utslipp av NO_x i modellområdet AirQUIS, i referansesituasjonen og i seks tiltaksscenarioer.

Figur 5.5 og 5.6 viser endringene trafikantenes nytte. I scenario 9 Gratis kollektivtransport er nytteendringen for trafikantene så vidt positiv. Det skyldes at biltrafikken flyter litt lettere, slik at bilistenes tidskostnader synker, i og med at bilturene blir 3,6 prosent færre. Når kollektivreisene blir gratis, vil noen bilister oppleve at de får lavere generalisert kostnad ved å bytte reisemiddel, selv om reisetiden i noen tilfeller går opp.

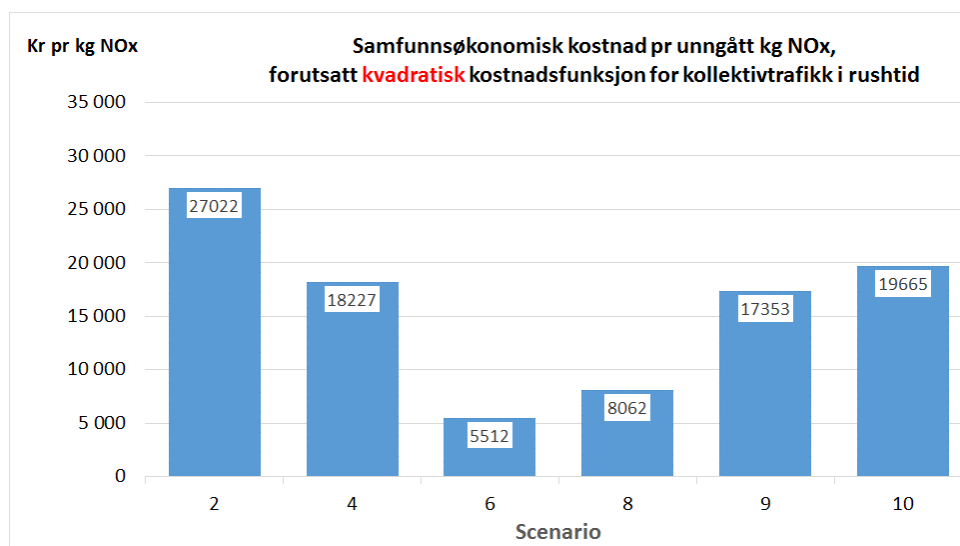


Figur 5.5: Modellberegnet nytteendring for veitrafikantene i seks scenarioer, etter kostnadsart, sammenlignet med referansealternativet.



Figur 5.6: Modellberegnet endring i tidskostnader¹³ for trafikantene i seks alternativ, etter transportformål, sammenlignet med referansealternativet. Negativ endring betyr økte kostnader.

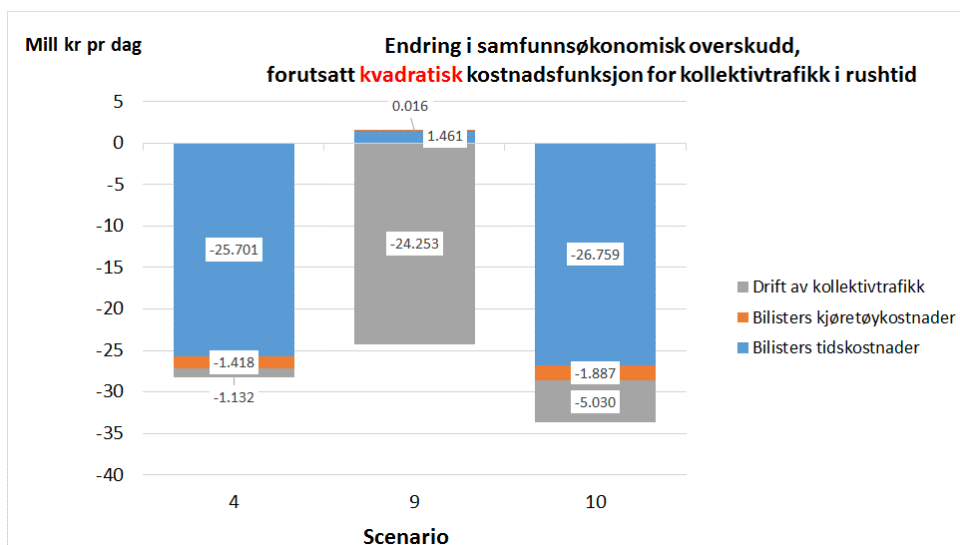
Hele kostnaden ved dette alternativet dekkes av det offentlige, i form av økte utlegg til drift av kollektivtransporten. Når en tar dette i betraktning, kommer scenario 9 vesentlig mindre gunstig ut (fig. 5.7). Regnet per unngått tonn NO_x blir den samfunnsøkonomiske kostnaden beregnet til kr 17 353, under den konservative antakelsen at kostnadene i rushtidstrafikken øker med kvadratet av antall kollektivreisende.



Figur 5.7: Modellberegnet samfunnsøkonomisk kostnad per unngått kg NO_x, i seks scenarier, forutsatt kvadratisk sammenheng mellom rushtrafikk og kostnader i kollektivtransporten.

¹³ Med 'tidskostnader' mener vi – litt upresist – i denne rapporten alt nyttetap som ikke består i økte kontantutlegg for trafikantene, hva enten tapet skrives seg fra økt reisetid, endret reisemålgvalg eller innstilte bilreiser. Samlet nytteendring består således av bompenger, kjøretøykostnader og 'tidskostnader'. Se Fridstrøm et al. (2000: 9) for en metodebegrunnelse.

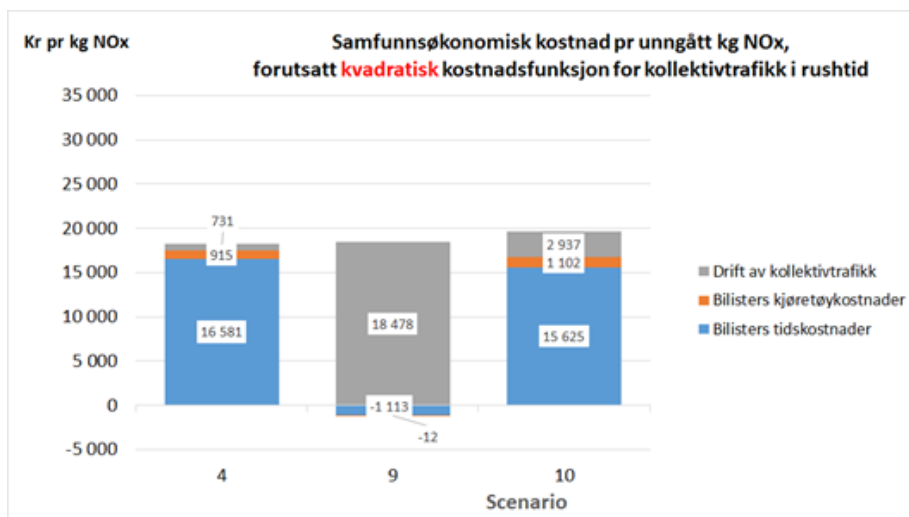
I figur 5.8 vises hvordan den samfunnsøkonomiske kostnaden per dag er sammensatt i de tre scenarioene 4, 9 og 10.



Figur 5.8: Endring i samfunnsøkonomisk overskudd, fordelt på tre komponenter, i tre scenarioer, forutsatt kvadratisk kostnadsfunksjon for kollektivtransport i rushtid.

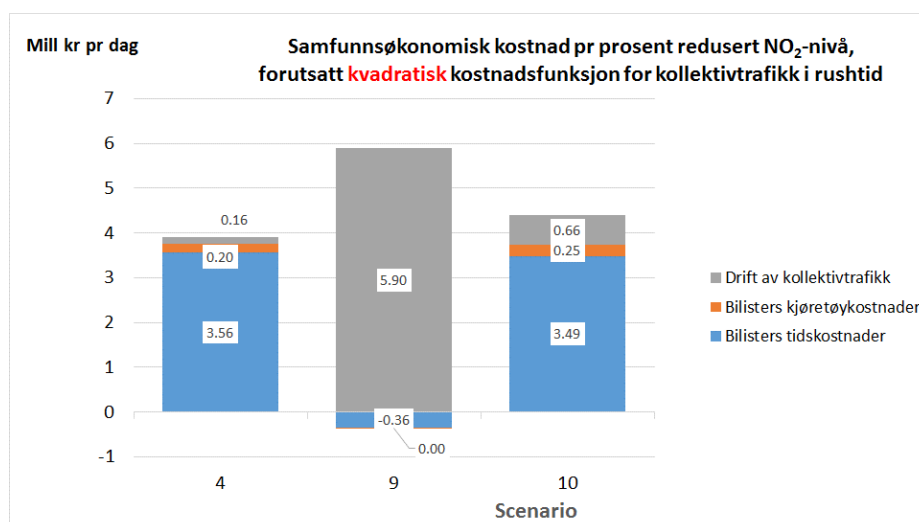
Men kostnadene i scenarioene 4 og 10 faller på de private trafikantene, er det i scenario 9 de offentlige utgiftene som dominerer. Dette har visse konsekvenser for sammenligning av scenarioene. Dette drøftes i avsnitt 6.5.

Om vi beregner kostnaden per unngått kg NO_x, får vi et bilde som i fig. 5.9.



Figur 5.9: Beregnet samfunnsøkonomisk kostnad per unngått kg NO_x, fordelt på tre komponenter, i tre scenarioer. Kvadratisk kostnadsfunksjon for kollektivtransport i rushtid.

Om vi i stedet beregner kostnaden per prosent nedgang i gjennomsnittlig NO₂-nivå, blir bildet som i fig. 5.10.



Figur 5.10: Beregnet samfunnsøkonomisk kostnad per prosent redusert gjennomsnittlig NO₂-nivå, fordelt på tre komponenter, i tre scenarier. Kvadratisk kostnadsfunksjon for kollektivtransport.

5.5 Oppsummering og forbehold

Modellene RTM23+ og MPM23 inkorporerer den beste systematiske kunnskapen en har om etterspørselen etter bil- og kollektivreiser under varierende forutsetninger om priser og kvalitet i tjenestetilbudet. Men en modell er likevel en forenkling sammenlignet med virkeligheten.

Modellresultatene er å forstå som etterspørselsvirkninger, beregnet under den hypotetiske forutsetning at de opplevde ('generaliserte') kostnadene for kollektivtrafikanter ikke endrer seg. Med andre ord antas det implisitt at kollektivtilbudet utbygges tilstrekkelig til at trafikantene verken opplever økt trengsel, lengre reisetid eller svekket regularitet og punktlighet.

Denne forutsetningen er ikke realistisk. Scenariet er nærmest å anse som et stilisert regneeksempel. Modellberegningene må derfor tolkes med forsiktighet og vurderes opp mot mulighetene for og kostnadene ved en rask økning i kollektivsystemets kapasitet. Dette er drøftet i kapittel 7 nedenfor.

Enda mer stiliserte er anslagene for økte driftskostnader i kollektivtransporten. For på sett og vis å gjenspeile de bratt stigende kostnadene som ville påløpe dersom en forsøkte å ut bygge kollektivsystemet for å møte 50 prosent økt etterspørsel i rushtiden, har vi lagt til grunn en kvadratisk funksjon for sammenhengen mellom kostnadene og passasjertallet. I realiteten vil disse kostnadene ventelig være 'prohibitive', dvs. så høye at ressursbruken forbyr seg selv. Regneeksemplene er å tolke som ufullkomne illustrasjoner på den realiteten at det, dersom reisene blir gratis, på kort sikt vil være umulig å øke kapasiteten i kollektivsystemet i det omfang som er nødvendig for å møte etterspørselen.

I praksis vil gratis kollektivtransport gi et annet resultat enn vist i beregningene. Vi kommer tilbake til dette i kapittel 7.

Overføringer og betalinger mellom privat og offentlig sektor er ikke medregnet i våre samfunnsøkonomiske kalkyler, da disse kun representerer omfordelinger og ikke utgjør en reell ressursbruk. Den økte bompengeutgiften for bilisten har en motpost i form av økt inntekt for bompengeselskapet. Implisitt har vi da sagt at en krone offentlige midler er like mye verdt som en krone på private hender. Dette kan diskuteres, og vi kommer tilbake til spørsmålet i avsnitt 6.5.

Scenarioene med 10 ganger økt bompengesats for dieseldrevne personbiler forutsetter at AutoPASS-registret er blitt samkjørt med motorvognregistret, slik at AUTOPASS kan skille mellom bensin- og dieslbiler. Denne samkjøringen innebærer en engangskostnad på anslagsvis 20 millioner kr, som ikke er tatt hensyn til i våre kostnadskalkyler. På samme måte tar kalkylene heller ikke hensyn til at en i scenarioene 6 og 8 forutsetter etablert et ekstra bomsnitt langs bygrensen, i forlengelsen av Bærumsringen. Denne kostnaden er ikke inkludert i våre beregninger.

6 Forhold rundt gjennomføring

6.1 Strategi – styrke eksisterende kollektivnett

Siden det ikke er ledig kapasitet i kollektivsystemet i rushtiden, vil det være nødvendig å øke kapasiteten i kollektivtransporten på dager med økt luftforurensning.

Ruter¹⁴ konkluderer med at det er mest effektivt å styrke kapasiteten i det eksisterende kollektivnettet framfor å satse på et system med etablering av midlertidig innfartsparkering og pendelbusser til sentrum.

En utfordring vil uansett være å forutse hvor det vil være nødvendig å sette inn ekstra kapasitet, og – ikke minst – hvordan denne kapasiteten skal skaffes til veie.

6.2 Innfartsparkering

Den 22. september 2015 iscenesatte Norges Automobil-Forbund (NAF) et stort eksperiment med en rekke tiltak for å redusere biltrafikken på E18 i Vestkorridoren. Det ble satt opp gratis busstransport fra Ikea på Slependen, og Ikea stilte velvillig 250 parkeringsplasser til disposisjon til eksperimentet. NSB stilte med ekstra togkapasitet, det ble oppfordret til å bruke sykkel på denne dagen, og flere bedrifter oppfordret sine ansatte til å bruke hjemmekontor. Prosjektet var et samarbeid mellom NAF, NSB, Ruter, Ikea, Telenor og Næringslivets Hovedorganisasjon (NHO). Hensikten var blant annet å se hvor mye gratis kollektivtransport ville bety for å redusere trafikken og forbedre framkommeligheten på E18.

Den umiddelbare evalueringen var at det fortsatt var kø på E18 også denne dagen, men mindre enn ellers. Mellom klokken seks og åtte om morgenen ble det registrert en reduksjon på 28–30 prosent i forsinkelsen inn til Oslo, mens det ble det registrert en reduksjon på 17 prosent mellom kl. åtte og ni.

Det var imidlertid ikke så mange som brukte parkeringsplassen på Ikea og tilbudet om gratis kollektivtransport. NRK Østlandssendingen oppsummerte det slik på Internett: «Likevel fikk NRK opplyst at kun 20 biler hadde brukt IKEAs parkeringsplasser mellom klokken 06.00 og 08.00. Da NRK var ute, sto flere av de ekstra bussene tomme, og bussjåførene ventet på passasjerer (NRK Østlandssendingen).¹⁵

Selv om man skal være forsiktig med å generalisere, er dette en indikasjon om at gratis kollektivtransport ikke er et sterkt nok insentiv til å få bilister til å bruke innfartsparkeringsplasser på dager med høy luftforurensning. Dette stemmer godt med erfaringene fra Bergen vinteren 2010, da luftforurensningen var høy, og folk ble oppfordret folk til å parkere på kjøpesentrene utenfor byen og bruke gratis buss inn til sentrum.

¹⁴ Opplysninger i møte hos Ruter 9. nov. 2015

¹⁵ <http://www.nrk.no/ostlandssendingen/mye-ko-til-tross-for-trafikkeksperiment-1.12565854>

6.3 Miljøvennlige busser en forutsetning

I 2015 ble det innført nye utslippskrav til dieseldieleretøyer, såkalte Euro 6 for personbiler og Euro VI for tunge kjeleretøyer.

Målinger som TØI har gjort i samarbeid med VTT i Finland, viser at nye Euro VI-dieseldielerbuser har svært lave utslipp sammenlignet med Euro V-buser. Mens Euro V-buser slipper ut 6,65 g NO_x per km, har Euro VI-buser utslipp på kun 0,12 g NO_x per km – altså over 50 ganger lavere utslipp (Hagman et al. 2015).

Når det gjelder dieseldielerpersonbiler er ikke utslippsutviklingen like oppløftende. En ny Euro 6-dieseldielerbil har ikke vesentlig lavere utslipp enn en Euro 5-dieseldielerbil, hvis NO_x-utslipp er målt til ca. 0,52 g/km (Hagman et al. 2011).

Med et belegg for personbilene på 1,17 i rushtiden, må altså en Euro V-buss ha 12–15 passasjerer for at utslippene skal være på samme nivå som om de samme personene kjører dieseldielerpersonbil. Dersom man lager et opplegg med innfartsparkering hvor buserne kjører mer eller mindre tomme tilbake, må belegget være minst 20 personer inn til byen før man får noen utslippsgevinst.

Regnestykket er imidlertid et helt annet om man bruker Euro VI-buser. En slik buss slipper ut bare en tredjedel så mye NO_x som en moderne dieseldielerpersonbil Euro 6. Selv om bussen kun har én passasjer vil altså utslippsregnskapet gå i pluss for kollektivtransporten.

Om man skal sette inn ekstra bussmateriell på dager med høy luftforurensning er det altså avgjørende at dette er Euro VI-buser.

6.4 Hvem bør betale tiltakskostnadene?

Norge er dømt av EFTA-domstolen for brudd på luftkvalitetsdirektivet. Dersom det skal gjennomføres tiltak, blir det fort et spørsmål om hvem som skal betale regningen. Dette blir ofte et forhandlingsspørsmål mellom de involverte partene.

Det er i dette prosjektet ikke gjennomført noen juridisk betenkning om dette spørsmålet. Nedenfor er det listet opp noen forhold som må tas i betraktning. Et viktig prinsipp i miljøarbeidet er at forurenser skal betale.

Bilistene – brukerne av dieseldielerbil: Ut fra prinsippet om at forurenser skal betale, har bilistene et ansvar. Det kan argumenteres for at det er prinsipielt feil å betale bilistene for å la være å forurense på dager med høy forurensning. Dette vil i så fall være et argument mot gratis kollektivtransport på slike dager. På den annen side kan gratis kollektivtransport, i alle fall utenfor rushtiden, fungere som et tiltak som gjør det lettere å få folk til å sette privatbilen hjemme på slike dager.

Kommunen har det formelle ansvaret for at grenseverdiene blir overholdt. Således er det kommunen som til syvende og sist også har ansvar for kostnadene. Men Statens vegvesen som veiholder av riksveinettet har et medansvar. Det kan argumenteres for at også Statens vegvesen må ta en del av regningen.

Staten har overordnet ansvar avgiftspolitikken og infrastrukturen etc. Dersom Staten beslutter at det skal innføres kostnadskrevende tiltak, for eksempel gratis kollektivtransport, kan det argumenteres for Staten bør betale for dette.

Om man innfører et tiltak som gratis kollektivtransport vil regningen i første omgang havne hos Ruter gjennom et betydelig inntektsbortfall og økte driftskostnader. Ruter kan argumentere for at

kommunen bør kompensere dette med en tilleggsbevilgning, og kommunen kan argumentere for at Staten bør ta en del av regningen dersom det er Staten som ønsker dette tiltaket.

Det er vanskelig å se for seg at Staten eller Statens vegvesen vil betale for tiltak som Oslo kommune beslutter å iverksetter.

Ved en kombinasjon av gratis kollektivtransport og forhøyet avgift i bomringen (scenario 10), får man en situasjon hvor Oslo kommunen/Ruter får utgiftene, mens inntektene kommer til bompengeselskapet.

Hvordan dette kan ordnes, eventuelle juridiske forhold med hensyn til å kreve inn denne typen avgifter i bomringen, og hvordan pengene i så fall kan/bør brukes, må avklares nærmere.

6.5 Offentlige finanser

I henhold til retningslinjene fra Finansdepartementet (2014) skal én krone offentlige midler verdsettes til kr 1,20 i den samfunnsøkonomiske analysen. Påslaget på 20 øre er ment å gjenspeile at offentlige midler er særlig knappe, fordi skattlegging som hovedregel medfører effektivitetstap i økonomien. Vi har i våre beregninger gjort den forenkende forutsetningen at offentlige og private midler er like mye verdt, og satt påslaget til null¹⁶.

Mens de fleste tiltaksscenarioene først og fremst går ut over bilistene, gjennom høyere bompeng- og tidskostnader, og ofte gir økt inntekt for det offentlige, vil minst ett av scenarioene innebære store utlegg eller inntektstap for staten eller (fylkes) kommunen. Om en skulle bruke Finansdepartementets sjablong, ville en i scenarioene med økt bompengesatser måtte føre 20 prosent av endringen i bompengennbetaling som samfunnsøkonomisk inntekt, mens de økte driftsutgiftene ved gratis kollektivtransport ville inngå på tapssiden i det samfunnsøkonomiske regnskapet med 120 prosent av de nominelle beløpene – ikke 100 prosent, som lagt til grunn i våre kalkyler. I tillegg måtte en tapsføre 20 prosent av bortfallet av billettinntekter.

Det enkle realiteten bak dette resonnementet er at scenario 9 Gratis kollektivtransport medfører en betydelig svekkelse av de offentlige finanser. Scenarioene med økt bompengesatser gir derimot økt inntekt til det offentlige, med andre ord et stikk motsatt utslag i kommune-, fylkes- eller statsregnskapet. Om en tar dette i betraktning, kommer 'gulroten' – gratis kollektivtransport – enda mer ugunstig ut sammenlignet med 'piskene' – økt bompengesats for dieselbilister.

¹⁶ Satsen på 20 øre per krone er en sjablong, som dekker over at effektivitetstapet ved skattlegging avhenger helt av hva slags skatt som oppkreves (Sandmo 1998). Bjertnæs (2015) kommer i en fersk analyse til at effektivitetstapet ved alminnelig inntektsskatt eller merverdiavgift bare er 5 øre per krone, men anslagsvis 20 øre per krone for skatt på overskudd og utbytte. Scheel-utvalget (NOU 2014: 13) konkluderte også med at det særlig er bedrifts- og kapitalbeskatningen som har uheldige samfunnsøkonomiske virkninger.

7 Drøfting og konklusjon

Som nevnt er modellberegningene å tolke som en ufullkommen illustrasjon på det forhold at det på kort sikt i realiteten vil være umulig å øke kapasiteten i kollektivsystemet i det omfang som er nødvendig for å møte etterspørselen dersom reisene blir gratis. I praksis vil resultatet av et slikt tiltak bli at busser, tog, T-baner og trikker blir overfylte, hvilket i neste omgang gir en betydelig trafikkavvisning, slik at virkningene i form av redusert bilbruk og utslipp blir enda mer beskjedne enn modellene viser. Særlig avgjørende i vårt tilfelle er antakelsen om at kapasiteten i kollektivsystemet i scenario 9 tilpasses i det omfang som er nødvendig for å unngå økte generaliserte kostnader for brukerne. Dette scenarioet er nærmest å anse som et stilisert regneeksempel.

Internasjonale studier av etterspørselseffekter for kollektivtransport anbefaler at man bruker en priselastisitet på $-0,4$ på kort sikt. Det betyr at en takstøkning på 10 prosent kan forventes å gi en reduksjon i passasjertallet på 4 prosent, alt annet likt. Tilsvarende vil gratis kollektivtransport gi en trafikkøkning på 40 prosent. Kort sikt defineres ofte som 1–2 år.

Internasjonale studier viser også at en overvekt av passasjerene som strømmer til kollektivtransporten, hvis den gjøres gratis, er personer som tidligere gikk, syklet eller ikke reiste i det hele tatt.

Modellkjøringene med RTM23+ som er foretatt i dette prosjektet, viser en økning i kollektivtransporten på 46 prosent når den gjøres gratis. Fem av seks nye passasjerer kommer fra gående, syklende eller nye reiser. Kun en av seks er overgang fra bil (17 prosent).

Modellresultatene er altså i tråd med internasjonale erfaringer. Problemet er at modellen beregner effekter på 1–2 års sikt. Vi er i denne sammenhengen interessert i effekter på svært kort sikt, fra en dag til den neste. Da er virkningen av gratis kollektivtrafikk mye mindre. Fearnley (2006) har oppsummert forskning som viser nettopp dette. Effektene av kollektivtiltak er små i starten, men kurven stiger bratt. Tilnærmet full effekt oppnås først etter 3 til 4 år. På svært kort sikt, fra en dag til den neste, er det ikke urimelig å anta at effekten av gratis kollektivtransport kun er halvparten av det som modellkjøringene viser.

Et eksempel som kan illustrere at effekten av gratis kollektivtransport kan være begrenset på kort sikt, er eksperimentet som NAF iscenesatte 22. september 2015. Gratis kollektivtransport fra parkeringsplassen ved Ikea i Asker inn til Oslo var markedsført for å se på virkningen på trafikken på E18. Svært få bilister benyttet seg av tilbudet. Folk trenger ofte tid til å tilpasse seg.

NILU har utført spredningsberegninger som viser at gratis kollektivtransport vil gi en nedgang i NO_2 -nivået i Oslo på ca. fire prosent. Dette scenarioet kommer ut som det dårligste av de tiltakene som vi har utredet. I tillegg bør dette tallet sannsynligvis halveres til ca. 2 prosent for å få et riktig estimat på strakseffekten (Jfr Fearnley 2006).

Modellen RTM23+ viser at gratis kollektivtransport vil generere ca. 500 000 nye kollektivreiser i modellområdet. 257 000 av disse vil komme i rushtiden (ca. 50 prosent økning) da det i utgangspunktet ikke er ledig kapasitet i kollektivtrafikken. Utenfor rushet regner man med at det er kapasitet nok til å ta økningen.

For å betjene en slik tilstrømning til bussnettet vil man ifølge modellberegningene trenge hele 950 busser à 60 seter. I tillegg kommer eventuelle busser som må settes inn for å styrke tog- og

banetilbudet. Dersom den kortsiktig etterspørselseffekten er bare halvpartene så stor som beregnet i modellen, vil behovet likevel løpe opp i nærmere 500 busser.

Ifølge Ruter og NSB eksisterer det svært lite ledig busskapasitet i Oslo-området. Å få på plass nær ekstra 500 busser med sjåfører på kort varsel vil bli vanskelig – og kostbart. Ifølge Ruter vil det sannsynligvis kreve at man må utlyse et anbud for å gjøre dette innenfor lovverket. Mye av den ledige kapasiteten brukes i dag av NSB. De har et opplegg hvor de setter inn 44 busser rundt Oslo på dager med driftsforstyrrelser. Med de prisene som NSB oppnår, koster hver reise om lag 50–60 kroner. Da leier man inn busser som er tilgjengelige i markedet. Om man skal ha mange flere busser vil man også måtte betale for en beredskap og da vil prisen bli høyere. Nøyaktig hvor høy er vanskelig å si. Om man regner en kostnad på drøyt 70 kroner per nye rushtidsreise med utgangspunkt i dagens tilbud, jevnt stigende til 110 kr per reise ved 50 prosent høyere rushtidskapasitet (fig. 5.2), vil gratis kollektivtransport komme ut som et samfunnsøkonomisk meget lite lønnsomt tiltak.

Utslippseffekten er basert på en forutsetning om at de bussene som settes inn, er moderne Euro VI-busser som har svært lave utslipp av NO_x. Det nytter altså ikke å sette inn selv Euro V-busser eller eldre materiell, noe som kunne ha bidratt til å redusere kostnadene. En ny Euro VI-buss slipper ut bare en tredjedel så mye NO_x som en ny diesel Euro 6 personbil.

En så stor tilstrømming til kollektivtransporten som vil komme dersom reisene blir gratis, vil i praksis medføre kraftig økt trengsel, betydelige forsinkelser og store avviklingsproblemer. Dette vil gjelde selv om en setter inn alt tilgjengelig ekstramateriell, og selv om etterspørselseffekten bare blir halvparten så stor som i modellberegningen. Denne reduserte kvaliteten på tilbudet vil gi tilbakevirkning i markedet, slik at mange som kunne vært fristet til å benytte seg av tilbudet om gratis reise, likevel ikke gjør det. Det er således mulig å tenke seg at de beregnede virkningene i markedet må halveres en gang til før vi får et realistisk bilde av den reelle situasjonen. Da vil i så fall økningen i driftskostnadene og behovet for ekstra materiell bare en fjerdedel så stort som i modellene. Men det samme vil i så fall gjelde utslippseffektene!

Uansett hvordan man vrir og vender på dette, kommer gratis kollektivtransport således ut som et svært ineffektivt strakstiltak for å redusere luftforurensningen. Man tiltrekker seg en mengde nye passasjerer som reiste mer miljøvennlig tidligere, eller ikke reiste i det hele tatt. Reduksjonen i NO₂-nivået blir liten, og det er store utfordringer knyttet til å skaffe nok transportkapasitet på så kort varsel.

Vedlegg 1 viser en oversikt over hvilke byer som har problemer med lokal luftforurensning, NO₂ og PM. Det er grunn til å tro at gratis kollektivtransport vil være like lite egnet som strakstiltak mot akutt luftforurensning i disse byene som i Oslo.

Vi har derfor sett på et scenario 10 hvor kollektivtransporten kun er gratis utenfor rushtiden da det i prinsippet er ledig kapasitet, og kombinert dette med et restriktivt tiltak, nemlig 10 ganger forhøyet sats i bomringen for dieselpersonbiler.

Dette bompengetiltaket – scenario 4 – kom best ut i forrige beregningsrunde (Aas et al. 2015). Om en i tillegg tilbyr gratis kollektivtransport utenom rushtiden, blir den samfunnsøkonomiske lønnsomheten litt dårligere, men samtidig kan dette «sukre pillen» og gjøre det lettere å gjennomføre forhøyet pris i bomringen. Scenario 4 vil gi en reduksjon på 5–7 prosent i NO₂-nivået, og gratis kollektivtransport utenfor rush i tillegg vil bare gi ubetydelig bedre utslippseffekt.

Selv om man skrinlegger gratis kollektivtransport og går for en 10 ganger forhøyet sats i bomringen (eventuelt med gratis kollektivtransport utenfor rushtiden), vil det være utfordringer med å styrke kollektivtransporten nok til å ta økningen i passasjerer.

God og riktig informasjon vil være et viktig virkemiddel. Erfaringene med rehabilitering av Smestadtunnelen som startet i juni 2015, er nyttig å ta med seg. Statens vegvesen gikk i forkant ut

og advarte mot at det kunne bli flere timers forsinkelser på Ring 3 og store forsinkelser også i resten av veinettet i hovedstaden på grunn av arbeidene. Resultatet var at trafikken over natten ble redusert med om lag 30 prosent, og køene uteble. Dette viser at folk muligens har større fleksibilitet enn man tror. Hvis trafikken reduseres med 30 prosent fordi man frykter kø, vil man også kunne redusere trafikken tilsvarende på dager med høy forurensning med restriktive tiltak uten at det skaper store problemer for folk.

I forrige rapport (Aas et al. 2015) konkluderte med at forhøyet pris i bompengeringen med 10 ganger dagens sats for dieselpersonbiler var det mest gunstige strakstiltaket. Denne konklusjonen står fortsatt. Tiltaket krever noen teknologiske justeringer i bomringen, men er ellers enkelt å gjennomføre. Dette er viktig når tiltaket vil bli satt i verk relativt sjeldent.

Utredningene har vist at det er mange problematiske sider ved å innføre strenge strakstiltak. Særlig godstrafikken har få alternativer på kort sikt. Skal man løse problemene med dårlig luftkvalitet er det langsiktige permanente tiltak som må til.

8 Referanser

- Bjertnæs G M H (2015): *Samfunnsøkonomiske kostnader av å kreve inn skatteinntekter – en generell likevektsanalyse av den norske økonomien*. Statistisk sentralbyrå, rapport 2015/15.
- Cats O, Reimal T og Susilo Y (2014). *Public Transport Pricing Policy – Empirical Evidence from a Fare-Free Scheme in Tallinn, Estonia*. Paper submitted to the 93rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January 2014. Centre for Transport Studies, Department of Transport Science, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden
- Det danske Teknologirådet (2006). *Perspektiver ved indførelse af gratis offentlig transport. Vurderinger og anbefalinger fra en arbejdsgruppe under Teknologirådet*. Rapporten kan lastes ned fra www.tekno.dk/offentligtransport
- Fearnley N (2013). Free Fares Policies: Impact on Public Transport Mode Share and Other Transport Policy Goals. *International Journal of Transportation* 1(1): 75–90.
- Fearnley N og Bekken J T (2005). *Etterspørselseffekter på kort og lang sikt: en litteraturstudie i etterspørselsdynamikk*. TØI-rapport 802, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Finansdepartementet (2014). *Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv*. Rundskriv R-109/14.
- Flügel S, Caspersen E, Angell T, Fearnley N og Kwong C K (2015): *Markedspotensialmodell for Oslo og Akershus (MPM23) – Dokumentasjon og brukerveiledning for versjon 1.0*. TØI-rapport 1451, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fridstrøm L, Minken H, Moilanen P, Shepherd S og Vold A (2000): *Economic and equity effects of marginal cost pricing in transport: Case studies from three European cities*. AFFORD Deliverable 2A. VATI Research Reports No 71, Helsinki.
- Hagman R, Weber C & Amundsen A A (2015). *Utslipp fra nye kjøretøy – holder de hva de lover? Avgassmålinger Euro 6/VI – status 2015*. TØI-rapport 1407, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Høiskar B A K, Sundvor I, Haug T W, Solli H, Santos G S & Vogt M (2014). *Utredning av trafikkreduserende tiltak og effekten på NO2*. NILU-rapport OR50/2014, Norsk institutt for luftforskning, Oslo.
- Høiskar B A K, Sundvor I, Haug T W & Santos G S (2015). *Effekt av strakstiltak på dager med høy luftforurensning og effekt for NO2*. NILU-rapport OR22/2015, Norsk institutt for luftforskning, Oslo.
- Hagman R, Weber C & Amundsen A A (2015). *Utslipp fra nye kjøretøy – holder de hva de lover? Avgassmålinger Euro 6/VI – status 2015*. TØI-rapport 1407, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagman R, Gjerstad K I og Amundsen A H (2011) *NOx – utslipp fra kjøretøyparken i norske storbyer. Utfordringer og muligheter frem mot 2025*. TØI-rapport 1168/2011
- Mohring H (1972): Optimization and scale economics in urban bus transportation. *American Economic Review* 62: 591–604.
- Mohring H (1976): *Transportation Economics*. Ballinger, Cambridge, Mass.

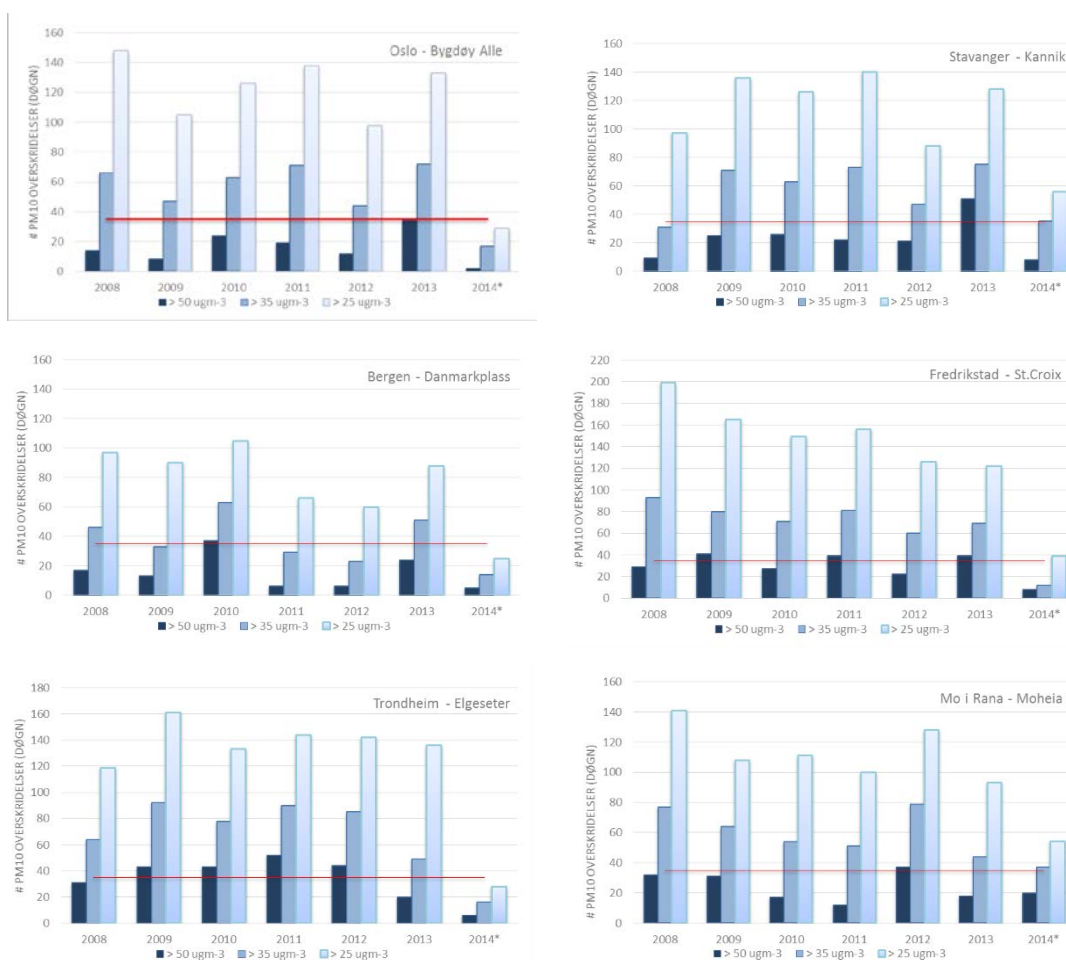
- NOU 2014:13: *Kapitalbeskatning i en internasjonal økonomi*. Finansdepartementet, Oslo.
- Ruter (2011) Sårbarhetsanalyse. Samfunnsøkonomisk konsekvens av hendelser. Utarbeidet av Det Norske Veritas. Ruterrapport 2011:17
- Sandmo A (1998): Redistribution and the marginal cost of public funds. *Journal of Public Economics* **70**: 365–382.
- Tønnesen D, Hak C, Lopez-Aparicio S og Tarrasón L (2014). *Kartlegging av forurensnings situasjonen i norske byer og tettsteder med vurdering av soneinndeling og av eksisterende pålenettverk*. NILU. Oppdragsrapport. OR 47/2014.
- Vibe N, Engebretsen Ø og Fearnley N (2005). *Persontransport i norske byområder. Utviklingstrekk, drivkrefter og rammebetingelser*. TØI-rapport 761, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Aas H, Fridstrøm L og Haug T W (2015). *Tiltak mot bruk av dieselmotorer på dager med høy luftforurensning*. TØI-rapport 1437, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

9 Vedlegg

Vedlegg 1: Byer som har problemer med NO₂ og PM10

I NILU-rapport Tønnesen et al (2014) ble det vurdert hvordan forurensingen er i byer og tettsteder i forhold til de ulike vurderingstersklene.

Grenseverdier av PM₁₀ er definert som døgnmiddelverdi (50 µg^m⁻³) og årsmiddelverdi (40 µg^m⁻³). Grenseverdien for årsmiddelverdi er ikke overskredet i Norge, men overskridelsene av døgn grenseverdien forekommer ofte i de siste årene (Figur 6.1). I 2013 ble det målt overskridelser av døgn grenseverdi av PM₁₀ over de tillatte 35 gangene i Oslo, Stavanger, Drammen og Fredrikstad. Overskridelser av øvre vurderingsterskel (35 µg^m⁻³ over 35 ganger i minst 3 av de siste 5 årene) er observert i Oslo, Stavanger, Fredrikstad, Trondheim, Mo i Rana, Drammen, Ålesund, Grenland og Lillehammer. Overskridelser av nedre vurderingsterskel (25 µg^m⁻³) har forekommet over 100 ganger per år i alle de store byene, med unntak av Bergen.



Figur V.1: Antall overskridelser av døgn grenseverdi av PM₁₀ (50 µg^m⁻³), øvre vurderingsterskel (35 µg^m⁻³) og nedre vurderingsterskel (25 µg^m⁻³). Den rette linjen står på det 35. tillatte antallet av overskridelsene.

I tillegg til målte konsentrasjonsverdier, som vist over, ble det benyttet modellresultat og vurdering av meteorologiske forhold for å klassifisere steder uten målinger. Resultatene fra denne grovkartleggingen av dagens luftforurensningssituasjon for de utvalgte norske byene og tettstedene er vist i Tabell 6.1, med en fargeskala som indikerer hvor høye luftforurensningsnivåene kan forventes å være:

- **Grønn:** middelverdier er under nedre vurderingsterskel;
- **Gul:** middelverdier er mellom nedre og øvre vurderingsterskel;
- **Oransje:** middelverdier er mellom øvre vurderingsterskel og grenseverdi/målsettingsverdi.
- **Rød:** middelverdier er over grenseverdien/målsettingsverdi (årsmiddelverdien av NO₂, årsmiddelverdien av PM_{2.5} og døgnmiddelverdien av PM₁₀ når vi sammenligner med den 36. høyeste døgnverdi av PM₁₀)

Antall steder med luftforurensningsproblemer er noe større for PM₁₀ enn for NO₂. Etter grovkartleggingen finner vi 9 steder med årsmiddelverdier mellom de nedre og øvre vurderingstersklene for NO₂, og 12 for PM₁₀; 10 steder med konsentrasjoner mellom den øvre vurderingsterskelen og grenseverdien for NO₂ og 11 for PM₁₀. Det blir også vurdert at NO₂-grenseverdier kan bli overskredet 6 steder, mens PM₁₀ grenseverdier kan bli overskredet i 7 forskjellige steder. Målinger og beregning av årsmiddelverdier for PM_{2.5} viser svært lave nivåer og er under den nedre vurderingsterskelen på alle stedene, unntatt i Oslo, hvor resultater fra målinger viser årsmiddelverdier over den nedre vurderingsterskelen. Derfor blir Oslo klassifisert som PM_{2.5}-gult tettsted, mens alle de andre tettstedene blir klassifisert som PM_{2.5}-grønne tettsteder.

Tabell V.1: Oppsummering av grovkartlegging av dagens situasjon for NO₂, PM₁₀ og PM_{2.5}.

Byer/Tettsteder	NO2	PM10	PM2.5	Byer/Tettsteder	NO2	PM10	PM2.5
Alta	Grønn	Grønn	Grønn	Kristiansand	Oransje	Oransje	Grønn
Arendal	Grønn	Grønn	Grønn	Kristiansund	Grønn	Oransje	Grønn
Ås	Grønn	Gul	Grønn	Larvik	Grønn	Grønn	Grønn
Askim	Grønn	Gul	Grønn	Leirvik	Grønn	Grønn	Grønn
Askøy	Grønn	Grønn	Grønn	Levanger	Gul	Grønn	Grønn
Bergen	Rød	Oransje	Grønn	Lillehammer	Oransje	Oransje	Grønn
Bodø	Gul	Oransje	Grønn	Lillesand	Grønn	Gul	Grønn
Brumunddal	Gul	Oransje	Grønn	Mandal	Grønn	Grønn	Grønn
Bryne	Grønn	Grønn	Grønn	Mo i Rana	Gul	Oransje	Grønn
Drammen	Rød	Rød	Grønn	Molde	Grønn	Gul	Grønn
Drøbak	Grønn	Grønn	Grønn	Mosjøen	Grønn	Gul	Grønn
Egersund	Grønn	Grønn	Grønn	Moss	Rød	Rød	Grønn
Elverum	Grønn	Grønn	Grønn	Namsos	Grønn	Grønn	Grønn
Fetsund	Grønn	Grønn	Grønn	Narvik	Oransje	Grønn	Grønn
Florø	Grønn	Grønn	Grønn	Nesoddtangen	Grønn	Grønn	Grønn
Førde	Grønn	Grønn	Grønn	Notodden	Grønn	Grønn	Grønn
Fredrikstad/Sarpsborg	Oransje	Rød	Grønn	Oslo	Rød	Oransje	Gul
Gjøvik	Gul	Gul	Grønn	Porsgrunn/Skien	Gul	Oransje	Grønn
Grimstad	Grønn	Grønn	Grønn	Råholt	Grønn	Grønn	Grønn
Halden	Oransje	Rød	Grønn	Sandefjord	Gul	Rød	Grønn
Hamar	Oransje	Oransje	Grønn	Ski	Grønn	Gul	Grønn
Hammerfest	Gul	Grønn	Grønn	Stavanger/Sandnes	Rød	Rød	Grønn
Harstad	Oransje	Grønn	Grønn	Steinkjer	Grønn	Grønn	Grønn
Haugesund	Grønn	Gul	Grønn	Stjørdalshalsen	Grønn	Grønn	Grønn
Hønefoss	Grønn	Gul	Grønn	Tønsberg	Rød	Rød	Grønn
Horten	Grønn	Grønn	Grønn	Tromsø	Oransje	Gul	Grønn
Jessheim	Grønn	Grønn	Grønn	Trondheim	Oransje	Oransje	Grønn
Kirkenes	Grønn	Grønn	Grønn	Vennesla	Grønn	Grønn	Grønn
Kongsberg	Grønn	Gul	Grønn	Vossevangen	Grønn	Grønn	Grønn
Kongsvinger	Grønn	Gul	Grønn	Ålesund / Spjelkavik	Gul	Oransje	Grønn
				Ålgård/Figgjo	Grønn	Grønn	Grønn

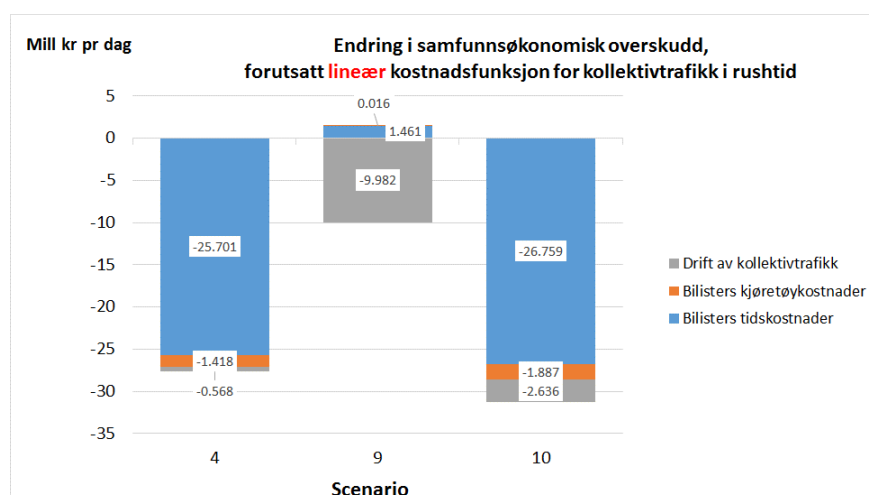
Med utgangspunkt i denne grovkartleggingen vil det kunne være aktuelt med strakstiltak rettet mot PM₁₀ for byene/tettstedene som er røde og muligens de som er oransje, dvs. Bergen, Brumunddal, Drammen, Fredrikstad, Sarpsborg, Halden, Hamar, Kristiansand, Kristiansund, Lillehammer, Mo i Rana, Moss, Oslo Skien, Porsgrunn, Sandefjord, Stavanger, Sandnes, Tønsberg, Trondheim og Ålesund. PM har flere kilder, men vedfyring og veistøv er hovedårsak til overskridelser av døgnverdiene for PM₁₀. Veistøvepisoder betyr ofte flere døgn etter hverandre med middelverdier av PM₁₀ over 50 µgm⁻³. Hvis man ser på antall episoder med PM₁₀ konsentrasjoner over 50 µgm⁻³ i tre eller flere døgn, har det for eksempel vært rundt 18 slike episoder side 2009 i Grenland og 15 i Ålesund og Drammen.

Som strakstiltak for PM₁₀ vil det først og fremst være støvbinding som vil være aktuelt, i kombinasjon med hastighetsreduksjon og trafikkreduksjon. Tilsvarende som for NO₂ er det derimot langsiktige tiltak som best vil redusere overskridelsene, også for døgnverdiene av PM₁₀. Effektive langsiktige tiltak er reduksjon i antall biler med piggdekk og hastighetsreduksjon gjennom hele piggdekkseasonen. Slike langsiktige tiltak vil begrense produksjonen av veistøv og dermed redusere utslippene.

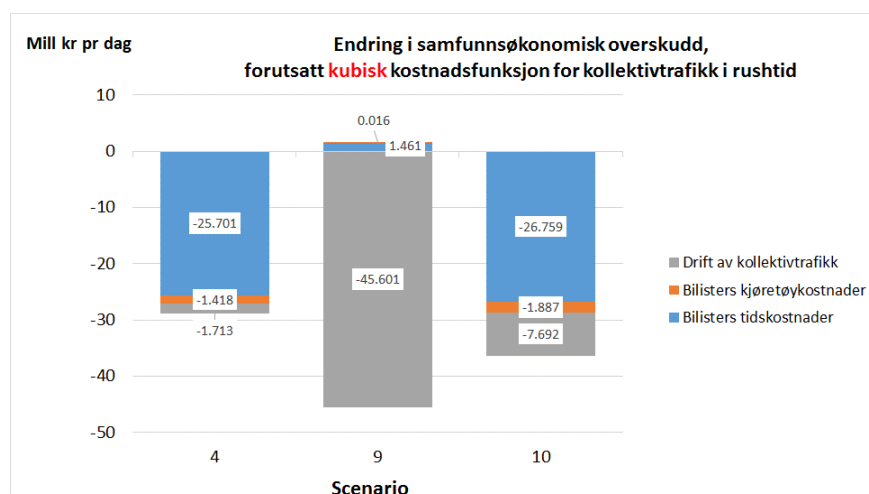
Vedlegg 2: Supplerende beregninger og diagrammer

I avsnitt 5.3 har vi presentert beregninger av det samfunnsøkonomiske overskuddet etc. i scenarioene 4, 9 og 10, under den hypotetiske forutsetning at kostnadene ved avvikling av kollektivtrafikken i rushtid stiger i henhold til kvadratisk funksjon når passasjertallet øker (figur 5.7 til 5.10).

Denne forutsetningen er til en viss grad vilkårlig. I de følgende diagrammer vises hvordan bildet blir dersom sammenhengen i stedet skulle være lineær (fig. V.2) eller kubisk (fig. V.3 til V.6).

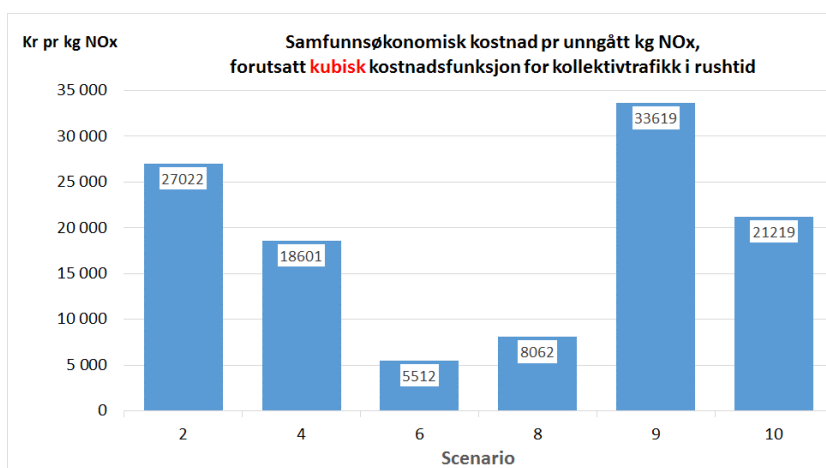


Figur V.2: Endring i samfunnsøkonomisk overskudd, fordelt på tre komponenter, i tre scenarioer, forutsatt lineær kostnadsfunksjon for kollektivtransport i rushtid (sml. fig. 5.8).

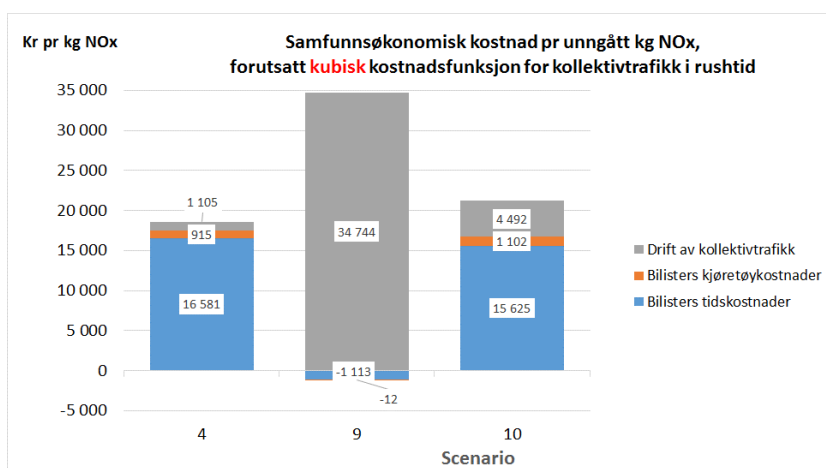


Figur V.3: Endring i samfunnsøkonomisk overskudd, fordelt på tre komponenter, i tre scenarioer, forutsatt kubisk kostnadsfunksjon for kollektivtransport i rushtid (sml. fig. 5.8).

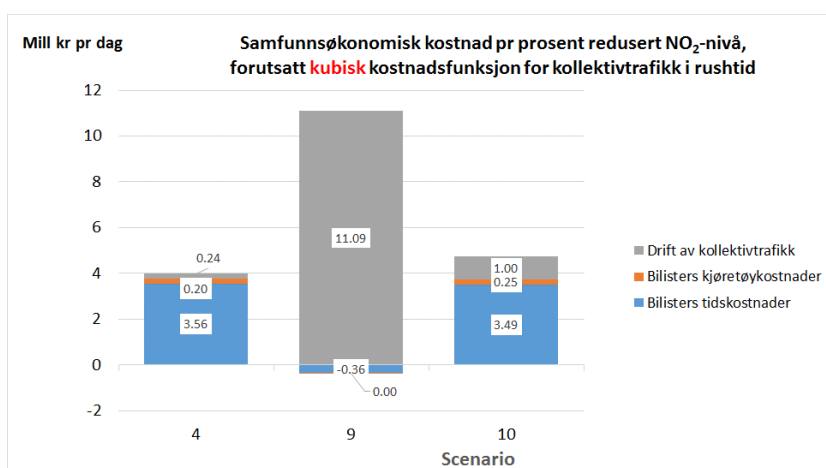
Eksemplet med lineær kostnadsfunksjon tjener kun som illustrasjon. En mindre kostnadsstigning enn den som samsvarer med den kvadratiske funksjonen, er helt urealistisk. Muligens vil den kubiske funksjonen gi et mer virkelighetsnært bildet enn den kvadratiske.



Figur V.4: Modellberegnet samfunnsøkonomisk kostnad per unngått kg NO_x, i seks scenarier, forutsatt kubisk sammenheng mellom russtrafikk og kostnader i kollektivtransporten (sml. fig. 5.7).



Figur V.5: Beregnet samfunnsøkonomisk kostnad per unngått kg NO_x, fordelt på tre komponenter, i tre scenarier. Kubisk kostnadsfunksjon for kollektivtransport i rushtid (sml. fig. 5.9).



Figur V.6: Beregnet samfunnsøkonomisk kostnad per prosent redusert gjennomsnittlig NO₂-nivå, fordelt på tre komponenter, i tre scenarier. Kubisk kostnadsfunksjon for kollektivtransport (sml. fig. 5.10).

Transportøkonomisk institutt (TØI) Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no