



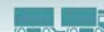
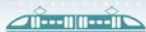
Transportøkonomisk institutt  
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning



# Konseptvalgutredning veibruksavgift og bompenger, vedlegg 6-3 Transportmodellberegninger

Christian Steinsland, Anne Madslie, Kjell Werner Johansen,  
Paal B. Wangsness

1921/2022



Tittel:	Konseptvalgutredning veibruksavgift og bompenger, vedlegg 6-3 Transportmodellberegninger
Tittel engelsk:	Concepts for a future system for road tolls and road user tax - Transport model calculations
Forfatter:	Christian Steinsland, Anne Madslie, Kjell Werner Johansen, Paal B. Wangness
Dato:	11.2022
TØI-rapport:	1921/2022
Antall sider:	64
ISSN elektronisk:	2535-5104
ISBN elektronisk:	978-82-480-1977-0
Oppdragsgivers p.nr.:	22/20047
Finansieringskilder:	Statens vegvesen
TØIs p.nr.:	5209 – KVV Veibruksavgift
Prosjektleder:	Kjell Werner Johansen
Kvalitetsansvarlig:	Askill Harkjerr Halse
Fagfelt:	Transportmodeller
Emneord:	Bompenger, Veibruksavgift, transportmodell, samfunnsøkonomisk analyse

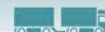
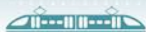
## Kort sammendrag

TØI har gjort transportanalyser for person- og gods-transport som skal brukes som grunnlag for beregninger av samfunnsøkonomiske virkninger av ulike konsepter for et framtidig system for bompenger og veibruksavgift. Samtlige konsepter fører til redusert trafikkarbeid med personbiler og reduserte eksterne kostnader (utslipp, ulykker, støy, slitasje og kø). Konseptene med flat veibruksavgift over hele landet reduserer trafikkarbeidet både i byene og i spredtbygde strøk for både gods- og persontransport. Disse effektene blir større, jo større inntektsmål konseptvarianten har. Konseptene som differensierer prisene mellom byer og spredtbygde strøk fører til en stor reduksjon i trafikkarbeidet i byene, som er samfunnsmessig effektivt ettersom eksterne kostnader per km er høyere i disse områdene pga. kø og flere eksponerte for forurensing. I spredtbygde strøk øker trafikkarbeidet (og trafikanters opplevde nytte) for både personbiler og lastebiler. I samtlige konsepter reduseres trafikanters nytte (i sum) som følge av økt belastning fra veibruksavgift, men dette nyttetapet mer en oppveies av økte inntekter til det offentlige og sparte eksterne kostnader.

## Summary

TØI has carried out transport analyses for passenger and freight transport of various concepts for a future system for tolls and road use tax. All concepts lead to reduced traffic volumes by passenger cars, with the greatest relative reduction for zero-emission cars, which in the baseline scenario pay no road use tax. The concepts with a flat road use tax across the country reduce traffic volumes both in cities and in sparsely populated areas for both freight and passenger transport. These effects become greater the greater the revenue target is. The concepts that differentiate prices between cities and sparsely populated areas lead to large reductions in urban traffic volumes. However, lorry transport volumes increase in sparsely populated areas in these concepts. Road user benefits are reduced as a result of the increased burden from the road use tax, but this loss is more than offset by increased government revenue and reduced external costs (emissions, accidents, noise, road wear and congestion).

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.



# Forord

Transportøkonomisk institutt (TØI) har fått i oppdrag av Statens vegvesen, Vegdirektoratet og gjennomføre modellberegninger for person- og godstransport av ulike konsepter for veibruksavgift og bompenger. Beregningene brukes i Vegdirektoratets og Skattedirektoratets felles konseptvalgutredning (KVU) for framtidig ordning for veibruksavgift og bompenger.

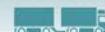
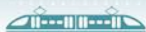
Oppdraget har bestått i å beregne konsekvenser for trafikkarbeid, inntekter fra veibruksavgift og bompenger, brukernytte og eksterne kostnader for alternative konsepter for trafikantbetaling.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Oskar A. Kleven og i løpet av prosjektet har vi hatt en rekke arbeidsmøter med prosjektgruppe i Statens Vegvesen og Skatteetaten ledet av Morten Tveit for å komme fram til hvilke konsepter som lar seg beregne, diskutere resultater og justere innhold i konseptene. På TØI har sivilingeniør Christian Steinsland vært ansvarlig for gjennomføring av persontransportberegninger, mens sivilingeniør Anne Madslie har gjennomført godsmodellberegningene. Samfunnsøkonom Paal B. Wangsness har arbeidet med eksterne kostnader mens avdelingsleder Kjell W. Johansen har ledet oppdraget. Administrasjonskonsulent Trude Kvalsvik har stått for endelig layout og redigering av denne rapporten som er kvalitetssikret av forskningsleder Askill H. Halse.

Oslo, november 2022  
Transportøkonomisk institutt

Bjørne Grimsrud  
Administrerende direktør

Askill H. Halse  
Forskningsleder



# Innhold

## Sammendrag

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1	Bakgrunn .....	1
1.2	Avgrensning.....	1
1.3	Rapportstruktur.....	1
<b>2</b>	<b>Modellverktøyene</b> .....	<b>2</b>
2.1	Persontransport .....	2
2.2	Nasjonal godstransportmodell (NGM).....	15
<b>3</b>	<b>Konseptene</b> .....	<b>18</b>
3.1	Konsepter og scenarier .....	18
3.2	Tettsteds kategorier .....	20
<b>4</b>	<b>Persontransport</b> .....	<b>22</b>
4.1	Trafikale resultater Dom Viken .....	22
4.2	Oppskalering av resultater til nasjonalt nivå .....	39
4.3	Samfunnsøkonomisk optimal prising.....	49
<b>5</b>	<b>Godstransport</b> .....	<b>55</b>
5.1	Innholdet i konseptene .....	55
5.2	Transportarbeid.....	57
5.3	Trafikkarbeid .....	58
5.4	Inntekter fra veibruksavgiften.....	58
5.5	Bompengeinntekter .....	59
<b>6</b>	<b>Usikkerhet</b> .....	<b>61</b>
	<b>Referanser</b> .....	<b>63</b>
	<b>Vedlegg</b> .....	<b>64</b>
	V 1. Justering av bomtakster i konseptene 0 og 0+ .....	64

# Konseptvalgutredning veibruksavgift og bompenger, vedlegg 6-3

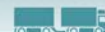
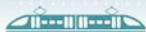
## Transportmodellberegninger

TØI rapport 1921/2022 • Forfattere: Christian Steinsland, Anne Madslie, Kjell Werner Johansen, Paal B. Wangsness  
• Oslo 2022 • 64 sider

TØI har gjort transportanalyser for person- og godstransport som skal brukes som grunnlag for beregninger av samfunnsøkonomiske virkninger av ulike konsepter for et framtidig system for bompenger og veibruksavgift. Samtlige konsepter fører til redusert trafikkarbeid med personbiler og reduserte eksterne kostnader (utslipp, ulykker, støy, slitasje og kø). Konseptene med flat veibruksavgift over hele landet reduserer trafikkarbeidet både i byene og i spredtbygde strøk for både gods- og persontransport. Disse effektene blir større, jo større inntektsmål konseptvarianten har. Konseptene som differensierer prisene mellom byer og spredtbygde strøk fører til en stor reduksjon i trafikkarbeidet i byene, som er samfunnsmessig effektivt ettersom eksterne kostnader per km er høyere i disse områdene pga. kø og flere eksponerte for forurensing. I spredtbygde strøk øker trafikkarbeidet (og trafikantenes opplevde nytte) for både personbiler og lastebiler. I samtlige konsepter reduseres trafikanters nytte (i sum) som følge av økt belastning fra veibruksavgift, men dette nyttetapet mer en oppveies av økte inntekter til det offentlige og sparte eksterne kostnader.

### Bakgrunn og formål

TØI har fått i oppdrag av Statens vegvesen, Vegdirektoratet og bistå dem med transportanalyser og grunnlag for beregninger av samfunnsøkonomiske virkninger av ulike konsepter for framtidig system for bompenger og veibruksavgift. Arbeidet inngår i Vegdirektoratets og Skattedirektoratets felles konseptvalgutredning (KVU) for framtidig ordning for veibruksavgift og bompenger. Oppdraget har gått ut på å verifisere transportvirksomhetenes felles modellverktøy for transportberegninger for person- (RTM og NTM6) og godstransport (NGM) for analyser av noen utvalgte hovedkonsepter og tilhørende underalternativer (scenarier). Modellene er så benyttet til å beregne trafikale effekter og grunnlag for sentrale samfunnsøkonomiske effekter som trafikanntytte, eksterne kostnader, operatørintekter og provenyendringer for staten. Av



hensyn til begrenset tid og budsjett som har vært stilt til disposisjon har vi valgt å benytte den regionale persontransportmodellen (RTM - Viken) for Viken-området for hverdagsreiser inntil 70 kilometer, mens den landsdekkende modellen for lengre reiser (NTM6) og nasjonal godstransportmodell (NGM) dekker hele landet. Data fra de øvrige regionmodellene for persontransport er benyttet til å skalere opp resultatene fra RTM – Viken til nasjonale tall.

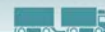
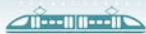
## Konseptene

Det er gjort beregninger for et Konsept 0 (K0), et Konsept 0+ (K0+), samt tre hovedkonsepter (K1, K2 og K3). Det er vurdert tre varianter (videre omtalt som scenarioer) av hvert av hovedkonseptene. Forskjellen på konseptene handler om prisstruktur, spesielt hvor mye avgiften varierer mellom ulike geografiske områder med ulike marginale skadepkostnader per kilometer kjørt. Forskjellen på scenarioene handler om implementering av forskjellig prisnivå og rollen til bompengesystemet. Tabell S1 oppsummerer grovt innholdet i konseptene som er beregnet.

Tabell S1: Oversikt over beregnede konsept og scenarier.

Konsept	Scenario	Veibruksavgift (VBA)	Bompenger
K0	Sc1 (Hoved)	Dagens veibruksavgift	Elbiltakst settes til 50% av normaltakst, samtidig som takstene justeres slik at man oppnår fastsatt gjennomsnittsinntekt.
K0+	Sc1 (Hoved)	Dagens veibruksavgift	Elbiler betaler 100 %, samtidig som takstene justeres så man oppnår fastsatt gjennomsnittstakst.
K1	Sc1 (Hoved)	Nivå på VBA for fossile biler videreføres som i dag. Nullutslippsbiler betaler en flat kilometertakst som tilsvarer gjennomsnittlig VBA for dagens avgiftspliktige.	Som i K0+
	Sc2	VBA økes til et nivå der veibruksavgiften gir inntekter tilsvarende dagens veibruksavgift, engangsavgift, vektårsavgift og trafikksikringsavgift. De nevnte avgiftene fjernes.	Som i K0+
	Sc3	Veibruksavgiften settes lik gjennomsnittlige eksterne marginale kostnader utenfor de store byene.	Bompengetakstene i byene justeres (grunntakster og rushtidstakster) og settes slik at de blir mest mulig lik den samfunnsøkonomisk optimale prisen (Pigouavgiften). Det tas utgangspunkt i eksisterende bomstasjoner/bomanlegg.
K2	Sc1 (Hoved)	Kilometeravgift (VBA) for alle kjøretøy, med inntekter som i dagens situasjon. VBA har differensierte takster mellom by og land, der by defineres som tettsted over 100 000 jf SSBs inndeling. Forskjellen i takstene reflekterer de relative forskjellene i marginale eksterne kostnader	Som i K0+
	Sc2	Som over, men samlede inntekter skal reflektere dagens veibruksavgift, engangsavgift, vektårsavgift og trafikksikringsavgift. De nevnte avgiftene fjernes.	Som i K0+
K3	Sc1 (Hoved)	Kilometeravgift (VBA) for alle kjøretøy. Samlet nivå på VBA forventet å tilsvare 17 milliarder for dagens trafikkarbeid. Veibruksavgiften har differensierte takster mellom Sone 1 (land) = spredtbygd Sone 2 (by) = tettsted < 100 000 Sone 3 (storby) = tettsted > 100 000 Takstene varierer også over tid med rushtidsprising i sone 2 og 3. Forskjellen i takstene reflekterer de relative forskjellene i marginale eksterne kostnader	Bompenge nivå (inntekter) tilsvarende K0+, men takstene fastsettes per kilometer og ikke per passering, innenfor dagens veikantutstyr. I byområder der det er flere bomringer slås disse sammen til en sone.
	Sc2	Som i Sc1, men samlede inntekter skal reflektere dagens veibruksavgift, engangsavgift, vektårsavgift og trafikksikringsavgift. De nevnte avgiftene fjernes.	Som i K3 Sc1.
	Sc3	Veibruksavgiften settes lik eksterne marginale kostnader (Pigouavgift) i de ulike sonene og tidsperiodene angitt i K3 Sc1.	Ingen bompenger. Inntektene fra veibruksavgiften skal ivareta forpliktelsene til bompengeprosjektene.





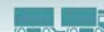
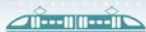
## Resultater for persontransport

Modellresultatene for Viken-området tar utgangspunkt i beregningsåret 2030. De viktigste resultatene for persontransport, hvor vi sammenligner hovedkonseptene med Nullplusskonseptet, kan oppsummeres på følgende vis:

- **K1 Sc1:** Når nullutslippsbilene møter en flat VBA-takst som er litt under gjennomsnittlig VBA på drivstoff for biler med forbrenningsmotor forventes en samlet nedgang på 5,6 % i nullutslippsbilenes trafikkarbeid, som betyr en nedgang på 3,2 % på alt trafikkarbeid med bil. Det blir også små økninger i bruken av kollektivtransport, sykkel og gange.
- **K1 Sc2:** Når alle biler møter en relativt høy VBA for å dekke inntektene fra en rekke andre avgifter, forventes en nedgang i trafikkarbeidet på 9,2 %, med størst prosentvis nedgang fra nullutslippsbiler. Det blir også moderate økninger i bruken av kollektivtransport, sykkel og gange.
- **K2 Sc1:** Med et inntektsmål knyttet til eksisterende veibruksavgift for VBA og differensiering mellom by og land, forventes en total nedgang i trafikkarbeidet på 4,5%. Nedgangen er størst i storbyene. Utenfor storbyene forventes en liten økning i trafikkarbeid for eksosbilene. Det blir også moderate økninger i bruken av kollektivtransport, sykkel og gange.
- **K2 Sc2:** Med det høye inntektsmålet og differensiering på by og land forventes en total nedgang i trafikkarbeid på 11,5 %, hvorav nedgangen i storbyene er på ca. 20 %. Det blir relativt store økninger i bruken av kollektivtransport, sykkel og gange.
- **K3 Sc1:** Med et inntektsmål knyttet til eksisterende veibruksavgift for VBA og differensiering mellom storbyer, mellomstore byer og spredtbygde strøk, samt kilometerbaserte bompenger i dagens byer med bompenger, forventes en total nedgang i trafikkarbeidet på 5,5 %. Nedgangen er størst i storbyene. I spredtbygde strøk forventes en moderat økning i trafikkarbeid for eksosbilene. Det blir også moderate økninger i bruken av kollektivtransport, sykkel og gange.
- **K3 Sc2:** Med det høye inntektsmålet og differensiering mellom de tre områdetypene, samt kilometerbaserte bompenger i dagens byer med bompenger, forventes en total nedgang i trafikkarbeid på 14 %. I storbyene er nedgangen på over 25%. Det blir relativt store økninger i bruken av kollektivtransport, sykkel og gange.

Resultatene fra Viken-området aggregeres opp til nasjonalt nivå. Etter å ha undersøkt ulike tilnærminger, endte vi opp med en ganske enkel metode for denne aggregeringen. Den går ut på at vi tar utgangspunkt i en framskrivning for trafikkarbeidet for 2030 utarbeidet av SINTEF. Framskrivningen gjelder lette kjøretøy og er fordelt etter bilkategorier segmentert etter drivstofftype og teknologi. Resultatene vil dermed bli noe annerledes på nasjonalt nivå enn for Viken, men hovedmønstrene er de samme.

På nasjonalt nivå gjør vi beregninger for store deler av den samfunnsøkonomiske nytten av de modellerte veiprisingskonseptene. Vi ser her på nytten til trafikantene, til kollektiv, ferge og bompengeroperatører, provenyeeffekter til det offentlige og endringer i eksterne kostnader som følge av konseptene. Kostnader knyttet til investering, drift og vedlikehold av veiprisingsystemet, samt skattevridningskostnader er ikke inkludert i disse beregningene. I beregningene av underscenario 2 er det heller ikke



gjort beregninger av virkningene av å flytte engangsavgift, vektårsavgift og trafikkforsikringsavgift til en VBA.

Resultatene fra nytteberegningene vises i tabell S1. Vi gjør oppmerksom på at gevinsten av redusert kjøring inngår i trafikantnytte og ikke i eksterne kostnader.

*Tabell S2: Beregnede nytteeffekter for landet for kjørte konsepter og underscenerier i 2030, nasjonalt nivå.*

	K1 Sc1	K1 Sc2	K2 Sc1	K2 Sc2	K3 Sc1	K3 Sc2
VBA	-9079	-29456	-8595	-27442	-8383	-27208
Tid	653	1869	1736	3379	2097	3879
Distanse	16	55	47	97	82	112
Direkte	-2	-8	21	36	547	508
Korreksjon	1449	4672	1309	4201	1240	4357
Samlet trafikantnytte	-6963	-22867	-5482	-19728	-4418	-18353
VBA	8783	27342	8021	23923	7819	23508
Direkte	-366	-1073	-917	-2028	-1054	-2233
Avgifter*	-364	-2181	-365	-2034	-305	-2094
Eksterne kostnader (reduksjon)	529	1577	755	1952	733	2003
Helsegevinst	378	1183	999	2553	1073	2953
Billettinntekter kollektiv	152	472	431	1069	459	1221
Driftskostnader kollektiv (økning)	-110	-342	-309	-764	-341	-905
Samlede kostnadsendringer	9002	26977	8616	24671	8383	24454
<b>Sum virkninger, 2030</b>	<b>2039</b>	<b>4110</b>	<b>3134</b>	<b>4943</b>	<b>3965</b>	<b>6101</b>

\* Inkluderer ikke effekten av å fjerne engangsavgift, vektårsavgift og trafikkforsikringsavgift

Dette brukes som underlag for den samfunnsøkonomiske analysen i KVUens alternativanalyse. Selv om Tabell S ikke er en komplett samfunnsøkonomisk analyse, er det påfallende at for alle konsepter er den samlede reduksjonen i trafikantnytte (hovedsakelig knyttet til økt belastning fra VBA) vesentlig lavere enn summen av økt offentlig proveny fra VBA og sparte eksterne kostnader (reduert forurensing, ulykker, støv etc.).

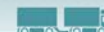
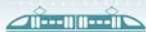
## Resultater for godstransport

Med de utarbeidede veiprisene fra prosjektgruppen til de ulike konseptene og underscenerioene har vi gjort beregninger av trafikale og logistikkmessige effekter i Nasjonale Godsmodell (NGM). Dette brukes som underlag for den samfunnsøkonomiske analysen i KVUens alternativanalyse.

Beregningene som vises i Tabell S3 og Tabell gjelder ett år (2030), og det er verdt å merke seg at i godsmodellen så er det slik at etterspørselen etter godstransport er uendret selv om det gjøres endringer i transportkostnadene, dvs. at antall tonn gods av hver varegruppe på alle relasjoner ligger fast fra konsept til konsept. Det som kan endre seg mellom konsept og scenarier er transportmiddelvalg, rutevalg og sendingsfrekvens.

I en situasjon med kraftig økt kostnad for bilkjøring i by vil man med andre ord ikke endre etterspørselen etter lastebiltransport på korte distanser i og rundt byene, da det





er slik at disse transportene uansett skal gjennomføres og de har ikke noe alternativ til biltransport. En effekt kan imidlertid være færre kjørte kilometer med bil fordi en går over til større biler eller bedre utnyttelse av eksisterende biler.

Lavere veibruksavgift utenfor byene kan på den annen side føre til økt konkurranse mot jernbane på enkelte strekninger, og ved det redusert transportomfang på bane. Man kan også få endrede veivalg enkelte steder, ved at man (hvis mulig) velger en lengre omkjøring rundt det dyrere byområdet. Som vi ser i tabell S2 og tabell S3 er det stor forskjell på konsepter med flat VBA over hele landet, som driver opp transportkostnadene også på kjøring utenom de store byene, og konsepter hvor det er lavere satser utenfor de store byene og høyere inne i byene. I førstnevnte reduseres transport- og trafikkarbeidet på vei sammenlignet med K0+. I sistnevnte reduseres det i storbyene, men nasjonalt øker det fordi transportkostnadene på vei utenfor byene (hvor mye av transport- og trafikkarbeidet foregår) blir lavere.

Tabell S3: Beregnet endring fra K0+ i godstransportarbeid på norsk område i hvert av konseptene og scenariene. 2030. Prosent.

	Veg	Sjø	Bane	SUM
K0+				
K1 Sc1	-0,4%	0,1%	0,4%	0,0%
K1 Sc2	-1,0%	0,2%	1,6%	0,0%
K2 Sc1	0,8%	0,0%	-3,0%	0,0%
K2 Sc2	0,6%	0,1%	-2,6%	0,0%
K3 Sc1	0,9%	-0,1%	-2,0%	0,0%
K3 Sc2	0,8%	0,0%	-2,4%	0,0%

Tabell S4: Beregnet endring trafikkarbeid med lastebil per områdetype i 2030. Millioner kjøretøykilometer

	Storby > 100'	By/tettsted > 15'	Spredtbygd	SUM
K0+				
K1 Sc1	-0,5	-0,3	-10,2	-11,0
K1 Sc2	-1,3	-0,8	-25,5	-27,6
K2 Sc1	-1,4	0,4	20,4	19,4
K2 Sc2	-2,0	0,1	14,0	12,2
K3 Sc1	-0,4	-0,1	21,5	21,0
K3 Sc2	-0,8	-0,2	19,1	18,1

I konsept 1 skjer nedgangen i trafikkarbeid hovedsakelig i spredtbygde strøk, og nedgangen i transport på veg motsvares delvis av en økning i transport på jernbane. I konsept 2 og 3, hvor veitransport får reduserte kostnader utenfor byene og øker sitt transport- og trafikkarbeid, forventes det en viss overføring av transportarbeidet fra jernbane til veitransport.



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

TØI har fått i oppdrag av Statens vegvesen, Vegdirektoratet og bistå dem med transportanalyser og grunnlag for beregninger av samfunnsøkonomiske virkninger av ulike konsepter for framtidig system for bompenger og veibruksavgift. Arbeidet inngår i Vegdirektoratets og Skattedirektoratets felles konseptvalgutredning (KVU) for framtidig ordning for veibruksavgift og bompenger. Oppdraget har gått ut på å verifisere transportvirksomhetenes felles modellverktøy for transportberegninger for person- (RTM og NTM6) og godstransport (NGM) for analyser av noen utvalgte hovedkonsepter og tilhørende underalternativer (scenarier). Modellene er så benyttet til å beregne trafikale effekter og grunnlag for sentrale samfunnsøkonomiske effekter som trafikantnytte, eksterne kostnader, operatørintekter og provenyendringer for staten.

## 1.2 Avgrensning

Oppdraget har bestått i bistand til direktoratenes felles arbeidsgruppe som har stått for utvikling av de konseptene som er vurdert, med beregninger for å vurdere de ulike konseptene opp mot hverandre. Av hensyn til begrenset tid og budsjett som har vært stilt til disposisjon har vi valgt å benytte den regionale persontransportmodellen for Viken-området (RTM - Viken) for hverdagsreiser inntil 70 kilometer, mens den landsdekkende modellen for lengre reiser (NTM6) og nasjonal godstransportmodell (NGM) dekker hele landet. Data fra de øvrige regionmodellene for persontransport er benyttet til å skalere opp resultatene fra RTM – Viken til nasjonale tall.

## 1.3 Rapportstruktur

I kapittel 2 beskriver vi de modellverktøyene som er benyttet og tilpasninger som er gjort i disse for å gjennomføre beregningene så effektivt som mulig og med tilstrekkelig detaljeringsnivå og funksjonalitet. I kapittel 3 beskriver vi konseptene og scenariene som er beregnet samt inndelingen i ulike geografiske stedskategorier som er benyttet. I kapittel 4 rapporterer vi resultater fra delområdemodellen for Viken og beskriver hvordan disse er oppskalert til nasjonalt nivå. Dette kapitlet inneholder beregningsresultater for turproduksjon, transportarbeid, trafikkarbeid, nyttevirkninger for trafikantene, eksterne kostnader, endringer i utgifter og inntekter for kollektivselskaper og i bompenger- og ferjeinntekter. I kapittel 5 dokumenteres tilsvarende resultater for godstransporten og i kapittel 6 diskuteres usikkerhetsmomenter i analysene.

## 2 Modellverktøyene

Analysene i dette prosjektet er gjennomført med bruk av nasjonal godstransportmodell, nasjonal persontransportmodell og regional persontransportmodell for Viken.

Det er tatt utgangspunkt i følgende modellversjoner:

- Godsmoell Testversjon datert 14. juni 2022
- Nasjonal persontransportmodell versjon 1.48.08
- Regional persontransportmodell versjon 4.3.1

Modellberegningene er gjennomført for beregningsåret 2030. Befolkningsfremskrivningene for 2030 er basert på tallene fra Statistisk Sentralbyrå som ble offentligjort sommeren 2020. Framskrivning av kjøretøyparken bygger på Nasjonalbudsjettet 2021. Den nasjonale persontransportmodellen er estimert på reisevanedata fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen fra 2009. Den regionale persontransportmodellen er estimert på data fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen fra 2013/2014 og rammetallskalibrert mot data fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen fra 2018/2019.

### 2.1 Persontransport

#### 2.1.1 Nasjonal persontransportmodell

Den nasjonale persontransportmodellen NTM6 dekker alle personreiser som er over 70 kilometer én vei. Modellen ble ferdigstilt i 2013, er oppdatert med nytt nettverk, nye kollektivruter og oppdaterte bom- og fergekostnader. Den er estimert på den nasjonale reisevaneundersøkelsen fra 2009.

Soneinndelingen er på såkalte delområder, som er aggregater av grunnkretser. Modellen har 1553 slike soner. Veinettet består av alle europaveier, riksveier og fylkesveier, og alle relevante kommunale veier. Kollektivtilbudet består av alle nasjonale hovedruter slik de er definert i Rutebok for Norge, samt enkelte sentrale lokale ruter som frakter passasjerer over lange avstander.

Den nasjonale persontransportmodellen omfatter de fire transportformene bilfører, bilpassasjer, kollektiv og fly. Det kollektive rutetilbudet består av ruter for buss, tog, hurtigbåt og rutebåt, men etterspørselsmodellen beregner turproduksjonen for disse kollektive transportformene samlet. Dette betyr altså at etterspørselsmodellen ikke skiller mellom de ulike kollektive transportmidlene, men at de kollektive turene fordeles på transportmidler i rutevalget.

Etterspørselsmodellen består av ti delmodeller for valg av transportmiddel og destinasjon. Det er modeller for de fem reisehensiktene arbeid, tjeneste, privat, besøk og fritid og modeller for mellomlange reiser mellom 70 kilometer og 200 kilometer én vei og lange reiser over 200 kilometer én vei. Reiserelasjoner under 200 kilometer med fly som reelt transportmiddelvalg defineres som lange reiser, og modellen produserer dermed per definisjon kun lange flyturer.

Det etableres forskjellige sett med LOS-data for arbeidsreiser, tjenestereiser og fritidsreiser. For de kollektive transportmidlene buss, tog, hurtigbåt og rutebåt etableres det i tillegg forskjellige sett LOS-data for mellomlange og lange reiserelasjoner.

Den nasjonale persontransportmodellen dekker reiser mellom soner i Norge. For enkelte sonerelasjoner kan veier i Sverige være en del av foretrukket rutevalg. Derfor er deler av det svenske veinettet med i modellen.

Etterspørselsmodellen produserer reiser per måned. Disse omregnes til døgntrafikk. Ved normal bruk kjøres etterspørselsmodellen to ganger. Årsaken til dette er at en del lange reiser, som for eksempel feriereiser og hytteturer, er sesongavhengige. Modellen kjøres derfor en gang for normalsituasjon og en gang for sommermånedene. Resultatene vektet sammen med forutsetning om at sommertrafikken utgjør to av årets tolv måneder.

Den nasjonale persontransportmodellen ble etablert og estimert på et tidspunkt da nær sagt alle lette biler hadde forbrenningsmotor. Etterspørselsmodellen skiller i utgangspunktet ikke på elbiler og biler med forbrenningsmotor.

De senere årene er det imidlertid etablert forenklet funksjonalitet for å ta høyde for elbilene i modellen. Dette gjøres ved at det etableres egne LOS-data for elbiler. Etterspørselsmodellen kjøres dermed både med LOS-data for elbiler og LOS-data for biler med forbrenningsmotor. I realiteten innebærer dette at man kjører modellen for en situasjon der alle biler har forbrenningsmotor og deretter for en situasjon der alle biler er elbiler. Resultatene fra de to beregningene vektet sammen basert på data om bilparkens sammensetning i modellens soner.

### 2.1.2 Regional persontransportmodell

Den regionale persontransportmodellen REGMOD dekker alle personreiser som er opp til 70 kilometer én vei. Modellen ble ferdigstilt i 2015, er oppdatert med nytt nettverk, nye kollektivruter og oppdaterte bom- og fergekostnader. Den er estimert på den nasjonale reisevaneundersøkelsen fra 2013/2014.

Soneinndelingen er på grunnkrets nivå. Veinettet består av alle europaveier, riksveier, fylkesveier og kommunale veier. Kollektivtilbudet består av alle ordinære kollektivruter.

Den regionale persontransportmodellen omfatter de fem transportformene bilfører, bilpassasjer, kollektiv, sykkel og gange. Det kollektive rutetilbudet består av ruter for buss, tog, trikk, t-bane, hurtigbåt og rutebåt, men etterspørselsmodellen beregner turproduksjonen for disse kollektive transportformene samlet. Dette betyr altså at etterspørselsmodellen ikke skiller mellom de ulike kollektive transportmidlene, men at de kollektive turene fordeles på transportmidler i rutevalget.

Modellen produserer turer for seks reisehensikter. Reisehensiktene er arbeidsreiser, tjenestereiser, fritidsreiser, reiser knyttet til henting og levering, private reiser og arbeidsplassbaserte reiser.

Den regionale persontransportmodellen har finere soneinndeling og mer detaljert nettverk og kollektivrutebeskrivelser enn den nasjonale persontransportmodellen. Den regionale persontransportmodellen skiller også mellom rushtidstrafikk og lavtrafikk, og tar dermed hensyn til forsinkelser som oppstår i veinettet knyttet til kø. Modellen har en rekke ulike beregningsoppsjoner som lar brukerne velge detaljeringsgrad etter analysenes behov. Valg av detaljeringsgrad er ofte en avveining mellom beregningstid og krav til oppløsning.

Den regionale persontransportmodellen er en generisk modell som i utgangspunktet kan kjøres for et hvilket som helst geografisk utsnitt av Norge. Men fordi modellen produserer turer opp til 70 kilometer én vei, er det i utgangspunktet et minimumskrav at alle bosatte som kan ha

analyseområdet som mulig reisemål, har fri mulighet til å velge ethvert reisemål innenfor en radius på 70 kilometer.

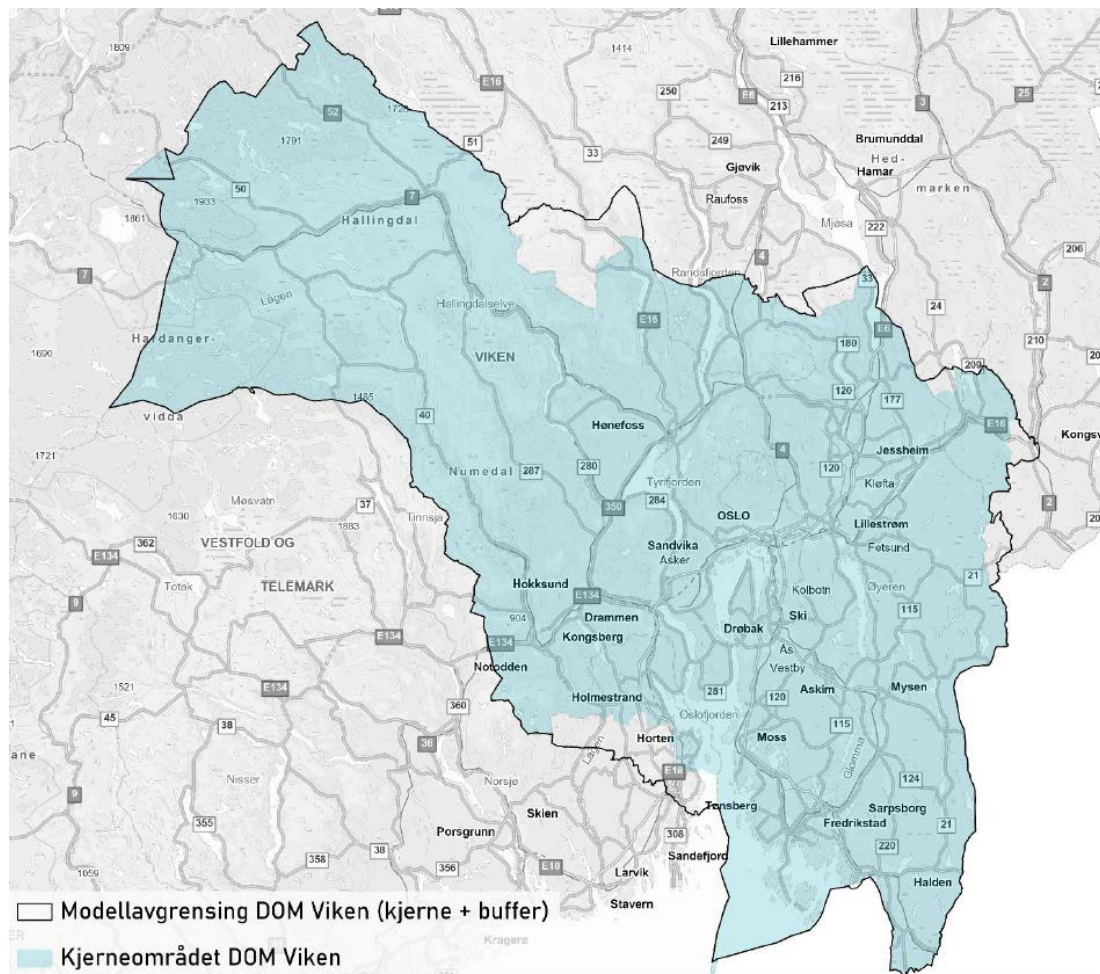
Hvis man for eksempel ønsker å analysere infrastrukturtiltak i Oslo, må man dermed bruke en modellavgrensning som inkluderer bosatte i Holmestrand, fordi disse bor i underkant av 70 kilometer fra Oslo-grensen. Samtidig må de bosatte i Holmestrand også fritt kunne velge reisemål i alle andre retninger. Dermed må modellen strengt tatt også omfatte Grenland siden dette også er et mulig reisemål inntil 70 kilometer fra Holmestrand.

Dette innebærer at de regionale modellområdene fort blir store. Og siden modellen er svært detaljert, blir beregningstiden ofte svært høy.

### 2.1.3 Delområdemodellen for Viken

Delområdemodellen for Viken er en modell med geografisk utsnitt som dekker Oslo og Viken fylke, og som kjøres i den regionale persontransportmodellen.

Delområdemodellen for Viken ble etablert av Norconsult i løpet av høsten 2021 på oppdrag fra Viken Fylkeskommune. Modellens geografiske utstrekning er vist i Figur 2.1. Figuren er hentet fra Norconsults dokumentasjonsrapport.



Figur 2.1: Geografisk utstrekning for Dom Viken.



Med modellens geografiske utstrekning mener man hvilket område modellen inneholder transportdata for. Man deler dette området i et kjerneområde og et bufferområde. Modellen produserer reiser for bosatte i kjerneområdet. Bosatte i bufferområdet utelates fra turproduksjonen, men bufferområdet utgjør mulige reisemål for bosatte i kjerneområdet.

Modellens kjerneområde dekker de to fylkene Oslo og Viken samt kommunene Gran, Sør-Odal, Holmestrand og Horten.

Når man etablerer en delområdemodell, ønsker man i utgangspunktet å omfatte et bufferområde med minimum 70 kilometer reiseavstand til kjerneområdet. Årsaken til dette er at den regionale persontransportmodellen produserer turer som kan være inntil 70 kilometer lange. For at bosatte i kjerneområdet fritt skal kunne velge reisemål i alle retninger inntil 70 kilometer fra bostedssonen, må bufferområdet være minimum 70 kilometer bredt.

Skal man overholde denne standarden, får man imidlertid modeller med svært omfattende utstrekning. Siden beregningstiden for mange av de tyngste prosessene som gjennomføres øker med kvadratet av modellens soneantall, innebærer en slik praksis at modellen blir særdeles tidkrevende å kjøre.

Ved etablering av Dom Viken har man derfor valgt å droppe det meste av bufferområde. Dette innebærer strengt tatt at modellen ikke kan brukes til prosjektanalyser for kommunene i utkanten av Viken siden bosatte i disse kommunene ikke fritt kan velge reisemål, men vil tvinges til å reise innover i modellområdet.

Dette har imidlertid antakeligvis lite betydning for analysene vi gjør i dette prosjektet. Vi skal ikke se på konkrete infrastrukturtiltak i modellens utkant, men effekter om bompengendringer sentralt i modellen og mer generelle endringer i veibruksavgift for modellen som helhet.

Når man bruker en modell uten bufferområde, vil de bosatte i utkanten tvinges til å reise inn i modellområdet. Dette innebærer at modellen produserer for mange turer inn i modellområdet fra bosatte i modellens utkant. Samtidig mangler man turer fra bosatte utenfor modellområdet. I grove trekk vil disse to virkningene oppveie hverandre, og når man tar ut resultater aggregert for hele område vil denne svakheten neppe være merkbar.

Den regionale persontransportmodellen inneholder en rekke ulike opsjoner for beregningsoppsett. Valg av opsjoner påvirker i stor grad beregningstiden. De viktigste valgene er som følger:

- Antall tidsperioder for etterspørselsmodellering
- Antall iterasjoner over etterspørselsmodell
- Antall iterasjoner brukt til nettfordeling av bilturer
- Bruk av separate LOS-data for morgenrush og ettermiddagsrush
- Resultater på døgnnivå eller timenivå

Ved etablering av Dom Viken har Norconsult valgt å kjøre etterspørselsmodellen for to tidsperioder og seks iterasjoner. De har videre brukt ti iterasjoner ved netttutlegging, separate LOS-data for morgenrush og ettermiddagsrush. Resultater er tatt ut på døgnnivå.

Dette medfører en rapportert beregningstid på omtrent 27 timer.

Fordi vi i dette prosjektet blant annet skal vurdere trafikale og samfunnsøkonomiske effekter av tidsdifferensierte avgifter som bompenger og veibruksavgift, er det påkrevd å sette opp modell-

beregningene våre med resultatuttak på timenivå. Dette vil gi modellen vesentlig høyere beregningstid.

Det fremstår urealistisk å gjennomføre dette prosjektet innenfor gitte tidsfrister med beregningstider av denne størrelsesorden. Vi har derfor sett det som nødvendig å gjøre en del forenklinger og tilpasninger for å redusere modellens beregningstid.

## 2.1.4 Modelloppsett og tilpasninger

Fordi delområdemodellen for Viken har svært høy beregningstid dersom den skal kjøres med standardoppsettet for regional persontransportmodell og de krav til oppløsning og valg av beregningsopsjoner som disse analysene påkrever, har vi altså valgt å gjøre en del tilpasninger og forenklinger for å redusere beregningstiden og for å enkelte tilfeller spisse funksjonaliteten litt i forhold til de behovene vi har i disse konkrete analysene.

I dette avsnittet redegjør vi for valg av oppsett og beskriver hvilke tilpasninger og forenklinger som er implementert.

### 2.1.4.1 Beregningsopsjoner knyttet til iterasjoner og tidsperioder

Vi har valgt å opprettholde valget med å kjøre etterspørselsmodellen med to tidsperioder og seks iterasjoner over etterspørselsmodellen.

Vi har også valgt å opprettholde bruken av ti iterasjoner ved nettfordeling av bilturer. Ved nettfordeling av bilturer søker man å oppnå brukerlikevekt. Brukerlikevekt innebærer at man fordeler trafikken ut på reiseruter slik at man oppnår en likevektssituasjon der alle benyttede rutevalg på en gitt sonerelasjon er forbundet med identisk generalisert reisekostnad. Når brukerlikevekt inntreffer, vil ingen bilister kunne redusere sine transportkostnader ved å endre rute mellom gitte reiserelasjoner.

For å oppnå noe nær teoretisk brukerlikevekt, må man kjøre modellen med vesentlig mer enn ti nettfordelingsiterasjoner, og ideelt sett skulle vi gjerne kjørt modellen med flere iterasjoner.

Dette vil imidlertid øke beregningstiden, og i tillegg skape problemer for vårt resultatuttak av fritakspasseringer grunnet timesregel i Oslo bomring. Vi tar nemlig ut data for alle bompasseringer i Oslosystemet for hver enkelt nettfordelingsiterasjon for å beregne inntekter i hver bomstasjon. Siden programvaren har en øvre begrensning som innebærer at man kun kan skrive ut tusen resultatmatriser ved nettfordeling av bilturer, vil det ikke være mulig å øke antall iterasjoner i vesentlig grad.

Turmatrisene for bil er segmentert i mange dimensjoner. Det er forskjellige matriser for elbiler og biler med forbrenningsmotor, turene er fordelt på ulike reiseformål og fordeles iterativt i like andeler innenfor hver rushtidstime. Dette innebærer nok at avviket mellom teoretisk brukerlikevekt og likevektssituasjonen beregnet i modellen til en viss grad reduseres og vil være ubetydelig for de fleste resultatene vi bruker i dette prosjektet.

### 2.1.4.2 Beregningsopsjoner knyttet til LOS-data

Ved beregning av LOS-data har vi valgt å bruke samme kostnad for utreise og hjemreise i stedet for å beregne kostnader separat for morgenrush og ettermiddagsrush.

Etterspørselsmodellen tar inn transportkostnader for rushtid og lavtrafikk. Kostnadene omfatter samlede kostnader knyttet til utreise og hjemreise i gitt tidsperiode.

Når vi velger å bruke samme kostnader i tur og retur innebærer dette at vi beregner kostnadene knyttet til utreise i morgenrush, og legger til grunn at trafikantene opplever samme kostnader på hjemreisen i ettermiddagsrushet.

Alternativet er å summere beregnede kostnader for utreise i morgenrushet med beregnede kostnader for hjemreise i ettermiddagsrushet.

Fordi det kan være en viss forskjell på reisetider i morgenrush og ettermiddagsrush vil de to metodene gi noe ulike LOS-data. Men etter rammetallskalibrering vil turproduksjonen knyttet til de to metodene være tilnærmet like.

Den største forskjellen på metodene er nok knyttet til modellering av kollektivtransport. Spesielt for jernbane kan det være en del asymmetri i transporttilbudet. Man kan for eksempel ha innsatstog som er eksklusive for morgenrush eller ettermiddagsrush. Dette er tilbud for utreiser morgenrushet i én retning som ikke nødvendigvis eksisterer for hjemreiser i ettermiddagsrushet motsatt retning, eller tilbud for hjemreiser i ettermiddagsrushet som ikke finnes for utreiser i motsatt retning i morgenrushet.

Bruker man kollektivtilbudet i morgenrushet til å definere rushtidstilbudet, kan dette gi en noe dårligere representasjon av det reelle rutetilbudet enn om man veker sammen tilbudet for morgenrush og ettermiddagsrush.

Det er imidlertid en del beregningstid å spare på å bruke tilbudet i morgenrush som uttrykk for rushtidstilbudet, og all den tid vi i dette prosjektet skal analysere effekter av kostnadsendringer utelukkende knyttet til biltrafikk, mener vi det er lite hensiktsmessig å kjøre modellen med separate LOS-data for utreiser og hjemreiser.

#### 2.1.4.3 Aggregering av soner

Den regionale persontransportmodellen er en strategisk modell som i utgangspunktet ble utviklet for å analysere trafikale effekter på regionalt nivå. Selv om modellens detaljeringsgrad har økt kolossalt de senere årene, er den fremdeles for grov til å gi presise resultater på mikro-nivå.

Skal man analysere trafikkavviklingseffekter i byer ned på enkelte gater og kryss, trenger man en mikrosimuleringsmodell. Dette skyldes blant annet at den regionale persontransportmodellen benytter soneoppløsning på grunnkrets-nivå der alle grunnkretsens bosatte knyttes til ett befolkningstyngdepunktet i grunnkretser. Grunnkretsens arbeidsplasser og andre attraksjonsvariable knyttes også til dette punktet. Dermed fanger man ikke tilstrekkelig opp fordelingene over grunnkretsen. Når sonene er punkter, vil alle turer til en gitt sone ende opp i samme punkt, mens man i virkeligheten vil ha en fordeling til ulike adresser i grunnkretsen.

Dette er relativt uproblematisk for biltrafikken, selv om man vil få tilfeldige skjevheter mellom veier nær sonene avhengig av hvor sonen er plassert. Dette vil kunne gi store avvik mellom modellert og beregnet trafikk på småveier i sentrale strøk.

For kollektivtrafikken får dette utslag i at alle sonenes bosatte har samme avstand til nærmeste holdeplass. Dette gjør at modellen er for grov til å analysere kollektivtrafikk på så detaljert nivå som enkeltholdeplasser, men modellen egner seg likevel til å gi en god representasjon av kollektivtilbudet på et noe mer aggregert nivå.

For gående og syklende er soneoppløsningen problematisk fordi en stor andel av turene er korte og foregår internt i grunnkretsen. Modellen beregner transportkostnader mellom soner.

Soneintern trafikk kan ikke legges ikke ut i nettverket. Alle gang og sykkelturner som foregår internt i en gitt sone blir dermed forbundet med den samme gjennomsnittskostnaden som er basert på grunnkretsens interndistanse. Grunnkretsens interndistanse er beregnet som et gjennomsnitt av avstander mellom alle adressepunkter i grunnkretsen.

Transportnettverket i regional persontransportmodell er svært detaljert, og gir mulighet for resultatuttak for enkeltlenker, enkeltholdeplasser og internt i den enkelte grunnkrets. Det er imidlertid viktig å understreke at modellen ikke egner seg for mikroanalyser, og at resultatene må aggregeres til et visst nivå for å kunne betraktes som robuste.

Den regionale persontransportmodellen har dessuten en grovere funksjonalitet for å beregne trafikkavvikling og reisetidsforsinkelser knyttet til kø enn mikrosimuleringsmodeller. Beregnede reisetidsforsinkelser har to opphav i transportmodellen. Det beregnes forsinkelser på hver enkelt veilenke basert på volume-delay-funksjoner og statiske kryssforsinkelser i alle kryss i modellen basert på krysstyper og svingebevegelser.

Kryssforsinkelsene er uavhengige av beregnet trafikkvolum, og beregnes som et fast reisetids-påslag for hver krysstype. Påslaget settes høyere i rushtiden enn i lavtrafikkperioden. Siden økt reisetid knyttet til kryssforsinkelser beregnes uavhengig av trafikkvolum, er dette forsinkelser som ikke lar seg prise bort i modellen.

Beregnet forsinkelser på veilenker er avhengig av trafikkvolum, og lar seg dermed prise bort. Tilnærmingen er imidlertid ganske grov. Det tas ikke høyde for tilbakeblokkeringer i veinettet. Dermed vil en flaskehals som innebærer at trafikken stopper opp kun ha konsekvenser for veilenken den befinner seg på, og ikke forplante seg til andre deler av veisystemet slik tilfellet er i virkeligheten og i mikrosimuleringsmodeller.

Det er også slik at volume-delay-funksjonen for en gitt lenke er satt utelukkende ut fra skiltet hastighet og feltantall. Skiltet hastighet anses å være en rimelig god proxy for veistandard og veikapasitet på overordnet nivå, men tilnærmingen fanger nok ikke opp variasjonene i transportnettverket så godt som man kunne ønske.

Vi har valgt å endre litt på koblingen av veilenker og volume-delay-funksjoner i dette prosjektet. I stedet for å bruke skiltet hastighet som valgkriterium for volume-delay-funksjon bruker vi i stedet lenkens utgangshastighet som beregnes i fartsmodellen i TNEXT. Med utgangshastighet mener vi her fremføringshastighet uten trafikkbelastning, Fartsmodellen beregner utgangshastighet på lenker basert på informasjon om blant annet veibredde og kurvatur. Lenker med lav standard får således beregnet lavere utgangshastighet enn fartsgrensen tilsier, og blir dermed tilordnet kapasitetskurver med lavere kapasitet enn hva tilfellet hadde vært om vi hadde brukt modellens standardfunksjonalitet.

I dette prosjektet har vi valgt å gjøre beregninger med aggregert soneoppløsning. Ved å slå sammen grunnkretser har vi redusert antallet fra 3835 til 1416.

Motivasjonen for dette er at modellens beregningstid er avhengig av antall soner. Flere av de tyngste beregningsprosessene er forbundet med beregningstid som i grove trekk er proporsjonal med kvadratet av antall soner. Soneaggregeringen medfører således forventet reduksjon i deler av beregningstiden på omtrent 85 %. All den tid modellen opprinnelig hadde en anslått beregningstid på omtrent 36 timer, anses soneaggregeringen som påkrevd for å kunne møte oppdragsgivers tidsfrister.

Aggregeringen innebærer naturlig nok at modellens evne til å presist beregne effekter av tiltak på mikronivå forringes. Vurderingen er imidlertid at dette i mindre grad vil påvirke analysene i dette prosjektet. Modellen virker å gi tilfredsstillende resultater for tiltak som går på endringer i veibruksavgift og bompenger.

Soneaggregeringen innebærer at modellen beregner noe høyere reisetidsforsinkelser i sentrale strøk fordi biltrafikken ledes mellom et mindre utvalg soner. Det er imidlertid grunn til å anta at den regionale modellen i utgangspunktet underestimerer trafikforsinkelser i sentrale byområder fordi forsinkelsene beregnes lenke for lenke og ikke får ringvirkninger for systemet som helhet. Det er dermed ikke gitt at soneaggregeringen forringer modellens evne til å beregne realistiske reisetider i kjø.

#### 2.1.4.4 Fjerning av overflødig funksjonalitet

Den regionale persontransportmodellen inneholder mye funksjonalitet som strengt tatt ikke er påkrevd i disse analysene.

Den avsluttende nettfordelingen av turer for transportformene bilpassasjer, kollektiv, gange og sykkel kan elimineres fordi man strengt tatt kan ta ut informasjonen man trenger basert på LOS-data og turmatriser.

For biltrafikken er det vanligvis tidkrevende å skrive ut LOS-data til bruk for beregning av trafikanntytte, og selve trafikanntyttemodulen er også ofte forbundet med relativt lange beregningstider.

Vi har derfor valgt å bruke en litt annen funksjonalitet for å disse resultatuttakene. Fordi tiltakene som skal analyseres utelukkende er knyttet til økte kostnader for bilbruk, kan vi her velge å se bort fra trafikanntytte for øvrige transportformer.

Det anses også hensiktsmessig å ta bort beregning av LOS-data for bil til bruk i trafikanntytteberegning fra selve transportmodellberegningen, og heller gjøre dette i en egen frittstående applikasjon. Fordelen med dette er at man reduserer beregningstiden for selve transportmodellen, og kan kvalitetssikre trafikale virkninger før man setter i gang uttak av LOS-data til nytteberegningene.

Dette er spesielt fordelaktig når man kalibrerer modellen. Da er man utelukkende opptatt av trafikale virkninger, og har det ikke utbytte av å bruke beregningstid på å forberede resultatuttak til nytteberegninger. I den nyeste versjonen av regional persontransportmodell er det lagt inn mye ny funksjonalitet for å velge bort overflødige beregningssteg for å redusere beregningstid, men denne funksjonaliteten var ikke inkludert ved oppstart av dette prosjektet.

#### 2.1.4.5 Bompenger og timesregel

Den nasjonale persontransportmodellen beregner lange turer over 70 kilometer én vei. Den nasjonale modellen dekker langdistansetrafikken, og beregner i utgangspunktet turer per måned. Modellen skiller ikke mellom rushtid og lavtrafikk, og beregner ikke reisetidsforsinkelser i kryss og på lenker knyttet til kjø.

Modellen håndterer heller ikke timesregel i bomringene. Transportmodellprogramvaren CUBE Voyager som benyttes til å beregne transportkostnader i de norske transportmodellene håndterer ikke timesregel på tilfredsstillende måte.

Rutevalgmodellen beregner billigste rute fra opphav til destinasjon basert på generalisert reisekostnad som for biltrafikken er en vektet sum av reisetid, utkjørt distanse og direkte utlegg til bompenger og fergebilletter.

Det er ikke mulig å beregne rutevalg som tar hensyn til timesregel slik at man slipper å betale i neste bomstasjon dersom man har betalt i første bomstasjon innenfor samme timesregelregime.

Da har man i utgangspunktet to alternative fremgangsmåter. Enten kan man se bort fra bomsystemer med timesregel når man beregner rutevalget i transportmodellene, eller så kan man se bort fra timesregel og betrakte bomstasjoner i bomsystemer med timesregel som ordinære bomstasjoner der hver passering innebærer kostnad. Det første alternativet ligger til grunn i regional persontransportmodell, mens det andre ligger til grunn i nasjonal persontransportmodell.

I den regionale modellen håndteres altså dette ved at man ser bort fra bomstasjoner med timesregel når man beregner rutevalget mellom modellens soner. Man teller imidlertid opp antall bompasseringer i bomsystemet, og beregner kostnaden dette medfører etterskuddsvis. Dermed tar man høyde for kostnadene ved beregning av etterspørsel, men kostnadene påvirker ikke bilistenes rutevalg. Man legger til grunn at passering av bomsystem med timesregel kun innebærer at man betaler for én passering.

Man skiller imidlertid ikke mellom ulike timesregelsystemer. Teknisk sett betaler man dermed kun for en passering selv om man skulle passere flere ulike bomsystemer med ulike timesregler. Denne svakheten er imidlertid mest av teoretisk art fordi den regionale modellen kun produserer turer som er under 70 kilometer én vei, og de fleste bomsystemene med timesregel ligger mer enn 70 kilometer fra hverandre.

Trondheim har imidlertid et komplekst bomsystem med syv ulike bomsnitt med hver sin innbyrdes timesregel. Man bruker derfor ikke timesregelfunksjonaliteten i regional persontransportmodell for Trondheim bomring.

For de fleste andre tilfeller fungerer tilnærmingen tilfredsstillende i regional persontransportmodell. Enhver reise mellom to soner som innebærer at man krysser et bomsnitt med timesregel vil i hovedsak være forbundet med den samme bompengenkostnaden uavhengig av rutevalg. Skal man reise inn til Oslo sentrum må man passere bomringen uavhengig av reiserute.

Men dersom man reiser mellom to soner som befinner seg på hver sin side utenfor bomringen, kan denne tilnærmingen innebære en viss feilkilde. Skal man reise mellom Drammen og Lillestrøm, kan man tenke seg to alternative ruter der den ene bruker E18 og krysser Osloringen, og den andre benytter Oslofjordtunnelen, fortsetter videre til Askim og tar RV22 til Lillestrøm uten å passere bomringen.

I all hovedsak vil slike omkjøringer for å unngå bomringer være urealistiske fordi de er forbundet med så store merkostnader i tidsbruk og distanse at det vil være billigere å kjøre gjennom bomringen. Men for enkelte sonerelasjoner kan det gi rutevalgseffekter når man velger å se bort fra bompenger med timesregel i rutevalgfunksjonaliteten. Slike tilfeller er imidlertid sjeldne i den regionale modellen som beregner korte turer under 70 kilometer én vei.

I den nasjonale modellen som beregner langdistansetraffikk er problemstillingen reell. Der står man overfor to dilemmaer knyttet til håndtering av timesregel. For det første kan lange turer



sneie innom flere bomsystemer med timesregel. Dermed vil feilkilden knyttet til å bruke kostnaden for én enkelt passering være større i NTM6 enn i RTM.

Dessuten vil langdistansetraffikken i større grad kunne tilpasse reiserute etter bompengebelasting. Reiser man over lange avstander, har man gjerne flere reelle rutevalg. Man kan i større grad velge å kjøre utenom bomringene i de store byene for å unngå bompenger. Dermed kan man ikke se bort fra bomstasjoner med timesregel i rutevalgsberegningen i nasjonal persontransportmodell.

På bakgrunn av dette tas det ikke høyde for timesregel i NTM6 i dag. Alle bomstasjonene i et timesregelsystem er forbundet med kostnader uavhengig av fritaksordninger. Dette betyr at rutevalget påvirkes av bompasseringer som i realiteten ville vært gratis grunnet timesregel, og at transportkostnadene knyttet til bompasseringer i bomringer med timesregel overestimeres.

Fordi bompenger er sentralt i analysene i dette prosjektet har vi valgt å endre litt på funksjonaliteten som håndterer bomringer i både regional og nasjonal persontransportmodell. Vi har forbedret funksjonaliteten i NTM6 slik at modellen nå tar hensyn til timesregel, og så har vi samtidig etablert fiktive bomsnitt både i nasjonal og regional persontransportmodell. De fiktive bomsnittene reflekterer de faktiske kostnadene ved én enkelt passering i bomringen. Disse tar vi hensyn til i rutevalget, men de fiktive bomsnittene påvirker ikke transportkostnadene direkte.

Bakgrunnen for at vi også ser behovet for å endre håndteringen av timesregel i den regionale persontransportmodellen er at vi i noen av konseptanalysene skal beregne effekter av å erstatte dagens bomringer med kilometerbaserte bomsatser.

Kilometerbaserte bomtakster har ingen timesregel, og vil påvirke bilistenes rutevalg. For å modellere effekter av et slikt nytt innkrevingsregime, må vi sørge for at også dagens bomsnitt med timesregel modelleres på en måte som i best mulig grad ivaretar bomringenes påvirkning på rutevalget. Hvis ikke står vi i fare for at de beregnede effektene vi får av endring i innkrevingsregime i større grad vil være en følge av metodikken brukt for å modellere systemene enn de faktiske forskjellene systemene representerer.

#### 2.1.4.6 Generaliserte reisekostnader

Regional persontransportmodell er estimert på reisevanedata fra RVU 2013/2014, mens Nasjonal persontransportmodell er estimert på data fra RU 2009. Dette innebærer at RTM opererer med kostnader i 2014-kroner, mens NTM6 opererer med kostnader oppgitt i 2009-kroner. Alle kostnader som angis i transportmodellene omregnes til modellens prisår basert på konsumprisutvikling.

De generaliserte reisekostnadene forbundet med bilkjøring består av tidskostnader, distanse-kostnader samt direkte utlegg til bompenger og fergebilletter.

Reisekostnadene mellom hvert sonepar beregnes basert på LOS-data. LOS-data for bil består av reisetid, utkjørt distanse og direkte utlegg til bompenger og fergebilletter.

Tidskostnader beregnes som produktet av reisetid og enhetskostnaden for spart reisetid. Tidsverdien avhenger av reiseformål. Man verdsetter spart reisetid høyere når man reiser til arbeid enn når man reiser i fritiden.

Distansekostnader beregnes som produktet av utkjørt distanse og enhetskostnaden forbundet med å reise én kilometer. Enhetskostnaden avhenger av om man bruker bil med forbrenningsmotor, hybridbil eller elbil.

En viktig forutsetning i persontransportmodellene er at enhetskostnader for reisetid og distanse er felles for hele modellområdet og hele døgnet.

Direktekostnadene til bompenger og fergebilletter er derimot kostnader som varierer med hensyn på geografi og tidspunkt. Ulike bomstasjoner har ulike takster, og takstene kan variere mellom rushtid og lavtrafikkperioden.

#### 2.1.4.7 Distansekostnader for bil

Distanseavhengige kostnader knyttet til bilkjøring består av ulike elementer. Ifølge Håndbok V712 består de distanseavhengige kostnadene av drivstoffkostnader, kostnader knyttet til dekkslitasje og motorolje, kostnader til service og reparasjoner samt kapitalkostnader.

Transportmodellene beregner etterspørsel gitt i turproduksjon som funksjon av transporttilbud. Transporttilbudet er representert som LOS-data, og brukes til å beregne trafikantenes opplevde reisekostnader mellom modellens soner.

Hvilke distanseavhengige kostnader som bør ligge til grunn i transportmodellene er ikke åpenbart. Drivstofforbruk er tett knyttet til utkjørt distanse, men varierer også mellom bilmodeller og fremføringshastighet. Bilforsikringen man betaler avhenger av hvor mye man bruker bilen, og de fleste betaler en forsikringspremie tilpasset sitt forbruk. Bilens verdi faller med alder og kilometerstand. I hvilken grad kapitalkostnader knyttet til verditap bør betraktes som en distanseavhengig kostnad eller holdes utenfor regnestykket kan absolutt diskuteres.

Persontransportmodellene er estimert basert på reisevanedata. Enhetsverdiene som brukes for tids- og distansekostnader stammer fra estimeringen, og er ikke nødvendigvis helt i samsvar med håndbokas offisielle verdier, men for de private reisehensiktene virker det å være stor grad av samsvar mellom distanseavhengige kostnader brukt i modellene og hva som oppgis i Håndbok V712.

Nasjonal persontransportmodell legger til grunn at biler med forbrenningsmotor er forbundet med distanseavhengig kostnad på 2.1 kroner, mens elbiler har distansekostnad på 1.51 kroner per kilometer. Kostnadene er oppgitt i 2009-kroner.

Regional persontransportmodell legger til grunn at biler med forbrenningsmotor er forbundet med distanseavhengig kostnad på 2.25 kroner. Hybridbiler har distansekostnad på 1.70 kroner per kilometer, mens elbiler har distansekostnad på 1.20 kroner per kilometer. Kostnadene er oppgitt i 2014-kroner.

I regional persontransportmodell er det også parametere som styrer distansekostnadenes adferdsrelevans. I standard oppsett av regional persontransportmodell er parametere for adferdsrelevans satt til 0.5 for private reisehensikter. Dette innebærer at man i modellen forutsetter at bilistene kun forholder seg til halvparten av den angitte distanseavhengige kostnaden. Det er de opplevde kostnadene som er relevante for bilistenes valg. Det forutsettes at de opplevde kostnadene er halvparten av de reelle.

#### 2.1.4.8 Adferdsrelevans

I regional persontransportmodell legges det altså til grunn at kun halvparten av distansekostnaden knyttet til private bilreiser er adferdsrelevant. Dette betyr at bilistene kun forholder seg til halvparten av kostnaden forbundet med bilkjøring. Man kan tenke seg at de færreste reflekterer over bilens verditap og forsikringspremie når de skal velge mellom reiseruter til

hytta eller hvorvidt de skal bruke bil eller reise kollektivt til jobb. Det er primært kostnader knyttet til drivstofforbruket som vektlegges i dagliglivets valgsituasjoner.

Dette innebærer at den adferdsrelevante distansekostnaden for private bilreiser i regional persontransportmodell er 1.125 kroner for biler med forbrenningsmotor, 0.85 kroner for hybridbiler og 0.60 kroner for elbiler. Den opplevde prisforskjellen mellom biler med forbrenningsmotor og elbiler er dermed 0.525 kroner per kilometer oppgitt i 2014-kroner.

Den nasjonale persontransportmodellen har ikke parametere som styrer adferdsrelevans. Modellen er estimert på høyere distanseavhengige kostnader enn regional modell. Dette er årsaken til at distansekostnaden for elbiler ligger vesentlig høyere i NTM6 enn i RTM. Forskjellen i opplevde distanseavhengige kostnader mellom elbiler og biler med forbrenningsmotor i imidlertid relativt lik i de to modellene.

Når man skal beregne effekter av kostnadsendringer ved bruk av regional og nasjonal persontransportmodell, må man ta stilling til i hvilken grad kostnadsendringen er adferdsrelevant. Vi har valgt å betrakte veibruksavgiften som 100 % adferdsrelevant i disse beregningene.

Vi har videre valgt å sette parametere for adferdsrelevans til 1 i regional persontransportmodell, og nedskalere de angitte distanseavhengige kostnadene med 50 % i alle disse kjøringene. Vi velger dermed å angi opplevde distansekostnader i stedet for reelle. Dette har ingen praktisk betydning for resultatene, men gjør oppsettet mer oversiktlig.

Årsaken til dette er at man ved å velge adferdsrelevans lik 0.5 bare tar hensyn til halvparten av total distanseavhengig kostnad. En økning i veibruksavgift på 20 øre innebærer også at den totale distanseavhengige kostnaden i modellen øker med 20 øre. Men om bare halvparten av kostnaden betraktes som adferdsrelevant, vil økningen i opplevde kostnader kun være 10 øre.

Dersom man legger til grunn at veibruksavgiften er 100 % adferdsrelevant, må man øke den totale distansekostnaden med 40 øre for å simulere en 20 øres økning i veibruksavgift dersom man velger å kjøre modellen med parametere som angir adferdsrelevans til 0.5.

#### 2.1.4.9 Differensierte distansekostnader

I dette prosjektet skal vi analysere ulike konsepter for bompenger og veibruksavgift. I dagens persontransportmodeller ligger veibruksavgiften implisitt inne i modellens distansekostnad.

Skal man modellere effekter av differensierte distansekostnader, for eksempel ved å analysere effekter av å innføre veibruksavgift som er avhengig av når på døgnet man reiser eller hvorvidt man reiser i by eller på landevei, må man modellere veibruksavgiften som en direktekostnad i modellene. Direktekostnader er eneste kostnadselement i generalisert reisekostnad som kan differensieres på tid og sted.

Rent modellteknisk innebærer dette at man modellerer endring i veibruksavgift som en endring i direktekostnader. For enkelte scenarier ønsker man å beregne effekter av å opprettholde dagens nivå på veibruksavgiften, men differensiere på tid og sted slik at bykjøring i rushtiden avgiftsbelegges høyere enn landeveiskjøring. Dette vil innebære økt veibruksavgift i rushtiden for visse geografiske områder, og redusert veibruks for andre deler av modellområdet.

Dette kan da modelleres som en økning i direktekostnader for byområder, og en reduksjon i direktekostnader for rurale strøk. Fordi direktekostnadene for veilenker i utgangspunktet er null med mindre lenken inneholder en bomstasjon eller en ferge, vil en slik tilnærming innebærer at veier i rurale strøk får negative direktekostnader.

Det er uklart om persontransportmodellene vil takle forekomster av negative tall i LOS-data. Vi har derfor valgt å trekke dagens veibruksavgift fra distansekostnaden som brukes i persontransportmodellene, og legge den som et påslag på direktekostnadene allerede ved etablering av scenario for dagens situasjon og i nullalternativene for prosjektanalysen.

Persontransportmodellene er estimert basert på de nasjonale reisevaneundersøkelsene. Den generaliserte reisekostnaden for bil er en vektet sum av tidskostnader, distansekostnader og direktekostnader.

Øker man de generaliserte reisekostnadene for reiser mellom et gitt sonepar med 1 kroner, vil etterspørselsmodellen respondere med å produsere færre bilturer mellom sonene som følge av økningen i transportkostnader. Effekten av kostnadsøkningen vil beregnes litt annerledes avhengig av om kostnadsøkningen kommer som følge av økning av tidskostnader, distansekostnader eller direktekostnader.

Når man flytter veibruksavgiften fra distansekostnadselementet til direktekostnadselementet, vil dette kunne påvirke modellresultatene noe. Vi har studert disse effektene i flere testberegninger, og kan konkludere med at effekten er marginal og ubetydelig for disse analysene.

#### 2.1.4.10 Hybridbiler

Hybridbiler er biler som både har batteri og forbrenningsmotor. De går på strøm om batterier er ladet, og bruker i all hovedsak bensin når forbrenningsmotoren er i bruk.

En vanlig antakelse er at hybridbiler har et bensinforbruk som er omtrent halvparten av en konvensjonell bensinbil per utkjørt kilometer. Dette innebærer at veibruksavgiften på drivstoff for hybridbiler antas å være omtrent halvparten så stor som veibruksavgiften for konvensjonelle bensinbiler.

I disse beregningene må vi trekke ut veibruksavgiften av distansekostnaden, og legge den til direktekostnaden for å kunne bruke modellen til å beregne effekter av veibruksavgifter differensiert på tid og sted.

Den regionale persontransportmodellen bruker enhetsverdier for distansekostnader differensiert på elbiler, hybridbiler og biler med forbrenningsmotor. Elbiler betaler ikke veibruksavgift i dag, og dermed er det ikke behov for å trekke ut veibruksavgiften for elbiler.

For biler med forbrenningsmotor ligger dagens veibruksavgift på 4.95 kroner per liter for bensinbiler og 3.52 kroner per liter for diesalbiler. Dette utgjør omtrent 40 øre per kilometer for bensinbiler og 25 øre per kilometer for diesalbiler. Siden den regionale persontransportmodellen ikke skiller mellom diesalbiler og bensinbiler, må vi bruke en gjennomsnittsverdi for veibruksavgiften for biler med forbrenningsmotor. Denne beregnes til omtrent 30 øre kilometer. Vi trekke dermed fra 30 øre fra den opplevde distanseavhengige kostnaden for biler med forbrenningsmotor, og legger på en direktekostnad på 30 øre slik at generalisert reisekostnad opprettholdes.

Siden hybridbilene forutsettes å ha et bensinforbruk som er omtrent halvparten av en konvensjonell bensinbil, ville det intuitivt sett vært naturlig å trekke ut 20 øre fra distansekostnaden til hybridbiler, og legge dette som et påslag på direktekostnaden. Men fordi hybridbilene betaler samme takst i bomstasjonene som rene bensin- og diesalbiler, er det ikke modellfunksjonalitet som gjør det mulig å differensiere mellom hybridbiler og øvrige biler med forbrenningsmotor

når vi skal skru opp direktekostnaden for å kompensere for lavere distansekostnader når vi flytter veibruksavgiften fra distansekostnadselementet til direktekostnadselementet.

Siden direktekostnaden for biler alle biltyper med forbrenningsmotor oppjusteres med 30 øre, må vi dermed også trekke fra 30 øre fra distansekostnaden for hybridbilene.

#### 2.1.4.11 Tjenestereiser

Tjenestereisene behandles litt annerledes enn de private reisene i persontransportmodellene.

Det differensieres ikke mellom biler med forbrenningsmotor, hybridbiler og elbiler i satsene for kilometeravhengige kostnader for tjenestereiser.

For tjenestereiser benytter modellene andre satser for kilometeravhengige kostnader. Her forutsettes det 3.90 kroner per kilometer for tjenestereiser i privatbil, og 1.75 kroner per kilometer for tjenestereiser i firmabil. Disse satsene er ikke direkte knyttet til privatøkonomiske kjørekostnader, men bygger på statens regulativ for kjøregodtgjørelser. De representerer bedriftens utgifter knyttet til tjenestereiser,

Satsene for tjenestereiser justeres dermed heller ikke for adferdsrelevans ved standard oppsett av regional persontransportmodell. Tidsverdiene for tjenestereiser er heller ikke estimert basert på reisevanedata, men utledet blant annet basert på betraktninger om lønnskostnader.

Det er ikke åpenbart hvordan man skal modellere endringer i veibruksavgifter og bompenger for tjenestereisene med tanke på at modellen ikke benytter separate kilometeravhengige takster for elbiler og hybridbiler for dette reiseformålet.

Siden de distanseavhengige kostnadene som modellen bruker for tjenestereiser, ikke er direkte utledet fra faktiske privatøkonomiske distansekostnader, har vi valgt å beholde enhetskostnadene for tjenestereisene som ligger som standard i modellen. Dette er en forenkling, men siden tjenestereisene bare utgjør i underkant av 4 % av det totale antallet bilturer i modellen, vil det ikke påvirke resultatene er merkbar grad.

## 2.2 Nasjonal godstransportmodell (NGM)

For godstransport benyttes Nasjonal godsmodell, NGM (De Jong et al 2013, Madslie et al 2016). Dette modellsystemet kan deles inn i en etterspørsels- og en tilbudsside, hvor etterspørselssiden er representert ved et sett av matriser for varestrømmer (Hovi, 2018) mellom kommuner i Norge og mellom kommuner i Norge og utlandet, samt modellen PINGO (Ivanova et al 2002, Vold et al 2007). PINGO<sup>1</sup> er en likevektsmodell som brukes til å framskrive varestrømsmatrisene til framtidig etterspørsel etter godstransport i Norge, sammen med bl.a. framskriving av økonomisk utvikling fra Finansdepartementet. Tilbudssiden i NGM er representert ved kostnadsfunksjoner og en nettverksmodell som definerer transporttilbudet mellom alle soner i systemet. I tillegg er det en logistikkmodell (de Jong et al 2013) hvor transportløsninger velges på en slik måte at bedriftenes logistikk-kostnader minimeres.

---

<sup>1</sup> Fra november 2022 erstattes PINGO av likevektsmodellen NOREG (Rosnes m.fl. 2020), som bygger på PINGO-modellen.

De viktigste komponentene som inngår i nasjonal godstransportmodell er:

1. Varestrømsmatriser, som skal representere årlig vareflyt mellom norske kommuner og mellom norske kommuner og utlandet, fordelt på 39 aggregerte varegrupper. Disse matrisene fremskrives til ulike prognoseår, slik at de representerer etterspørselen etter godstransport for hvert år man ønsker å analysere.
2. Informasjon om antall bedrifter i hver sone som er henholdsvis leverandør eller mottaker av hver varetype i varestrømsmatrisene.
3. Kostnadsmodell/kostnadsfunksjoner, som representerer transportmidlenes tids- og distanseavhengige kostnader relatert til framføring av godset, samt lasting-/lossing og omlastingskostnader, og kapitalkostnader inkludert tidskostnader og degraderingskostnader for varer i transport. Det inngår også andre logistikk-kostnader, som ordrekostnader, lagerholdskostnader mv.
4. Transportnettverk som representerer de fysiske framføringsårene for veg, sjø, jernbane og flytransport, og terminaler og omlastingspunkter mellom transportformene. Basert på dette nettverket hentes det ut informasjon om transportdistanse, transporttid etc. mellom alle soner i systemet, ved ulike transportmidler og kjøretøytyper (LoS-matriser). Disse dataene benyttes sammen med kostnadsfunksjonene til å etablere transportkostnader for alle fremføringsalternativer.
5. Optimeringsrutiner for valg av sendingsstørrelse og transportkjede, der optimale valg gjøres basert på minimering av logistikk-kostnadene.

I logistikkmodellen tas det utgangspunkt i varestrømmer mellom soner, som fordeles til varestrømmer mellom bedrifter basert på informasjon om antall bedrifter etter næringskategori som henholdsvis leverer og mottar ulike typer av varer. Varestrømsmatrisene fremskrives til ønskede framtidige beregningsår basert på bl.a. næringsøkonomiske vekstbaner (fra Finansdepartementet). Informasjon om transportdistanse og transporttid fra nettverksmodellen benyttes som grunnlag for beregning av transportkostnader ved valg av optimal transportløsning. Bedriftenes beslutninger om valg av sendingsstørrelse og sendingsfrekvens er inkludert i optimaliseringen. Sendingsstørrelse er en viktig faktor for valg av transportløsning, bl. a fordi det for forskjellige transportmidler normalt er avtakende enhetskostnader både mht. lastvekt og transportdistanse. Derfor vil det eksempelvis for små forsendelser være lønnsomt med samlast, dvs. at en forsendelse konsolideres med gods fra andre avsendere. Samlastterminaler, havner og jernbaneterminaler, i tillegg til enkelte store transportbrukeres lagre, er kodet inn i nettverksmodellen.

For et gitt beregningsår så forutsettes det at varestrømmene som modellen skal fordele på ulike transportmidler og ruter er konstante, uavhengig av beregningsscenario. Det innebærer at samlet etterspørsel etter transport fra sender til mottaker ikke påvirkes av transportpriser, terminalstruktur eller andre policyvariabler i modellen. Det som påvirkes er transportmiddelvalg, sendingsfrekvens og skipningsstørrelser.

Gjennom nettverksmodellen kan planlagte infrastrukturtiltak kodes inn slik at forbedringer i veg-, jernbane- og farledsnett/havnestrukturen kan bidra til å endre konkurranseforholdet mellom transportmidlene. Dette kan f.eks. være nye veiforbindelser (med eller uten bompenger), nye bomringer eller justeringer av dagens bompengsystem (plassering av bomstasjoner, takstnivå etc.). Gjennom endringer i elementer i kostnadsmodellen kan man studere effekten på transportmiddelfordelingen av endringer i transport- og logistikkostnadene knyttet til et eller flere av transportmidlene. Dette kan eksempelvis dreie seg om endrede



drivstoffavgifter eller andre avgifter som vektårsavgift, men det kan også være lønnskostnader til sjåfør eller terminalansatte.

Transportframskrivinger med godstransportmodellen gjøres med ujevne mellomrom i tilknytning til transportvirksomhetenes arbeid med NTP. Siste framskriving ble gjort vinteren 2021 (Madslie m.fl. 2021), mens nye framskrivinger er planlagt mot slutten av 2022.

Det pågår et løpende utviklingsarbeid med godstransportmodellen, slik at nye versjoner av modellen stadig kommer til. Vi har i dette prosjektet benyttet modellversjonen som forelå i august 2022.

## 3 Konseptene

### 3.1 Konsepter og scenarier

Konseptene som er analysert er utviklet av en prosjektgruppe bestående av representanter for Skattedirektoratet og Statens vegvesen. Bakgrunn for valg av de ulike konseptene og scenariene er nærmere beskrevet i KVUens rapport for Alternativanalysen (Prosjektgruppe for KVV Veibruksavgift og bompenger, 2022).

I dette kapitlet gjengis en oversikt over analyserte konsepter, basert på upublisert notat mottatt fra prosjektgruppen.

Alle beregninger er gjort for år 2030.

Konsept 0 (K0) er lik 2030 i det som tidligere er brukt som referansebane til NTP (se Madslie og Hovi, 2021), med unntak av endringer CO<sub>2</sub>-avgiften og bompengesatser. Vi forutsetter at CO<sub>2</sub>-avgiften følger opptrappingsplanen som følger av Klimaplan for 2021-2030 (Klima- og Miljødepartementet, 2021) og er gjenspeilet i Finansdepartementets anbefalte karbonprisbane til bruk i samfunnsøkonomiske analyser (Finansdepartementet, 2021). For bompenger er det forutsatt at elbiler i 2030 skal betale 50 % av normaltaksten (taksten for biler med forbrenningsmotor), i tillegg er det gjort en justering av satsene slik at man oppnår den gjennomsnittssatsen som var fastsatt i bompengeproposisjonen. Det er brukt separate justeringsfaktorer for hver av bypakkene i Oslo, Bergen, Trondheim, Nord-Jæren og Nedre Glomma, mens det er brukt en felles faktor for andre byringer samt alle de strekningsbaserte bompengeprojektene. Det er brukt samme justeringsfaktor for alle kjøretøygrupper, ut fra en «regel» om at takstgruppe II (tunge biler) skal være i et visst forhold til takstgruppe I (normalt dobbel takst). Hvilket behov det er for justering avhenger av andel nullutslippskjøretøy i 2030, se tabell i vedlegg 1. Der er også begrunnelse for de ulike justeringsfaktorene gitt. I våre beregninger har vi lagt til grunn en elbilandel (samlet over tunge og lette biler) på 55 % ved valg av justeringsfaktor fra tabellen som gjelder K0.

Konsept K0+ er i utgangspunktet likt som K0, men det ligger her inne at elbiler betaler fullt i bomstasjonene. Det blir da en annen justeringsfaktor som skal til for å oppnå fastsatt gjennomsnittssats, denne gangen uavhengig av elbilandel. Justeringsfaktorene er angitt i vedlegg V 1. For biler med forbrenningsmotor vil bompengebelastningen bli lavere i K0+ enn i K0, mens den vil være høyere for elbiler.

Det er besluttet at K0+ skal benyttes som referansealternativ, dvs. alle endringer vil angis i forhold til dette konseptet.

I tillegg til K0 og K0+ beregnes tre hovedkonsepter, K1, K2 og K3.

Overordnet er det besluttet at følgende varianter/scenarier skal beregnes for hvert av de tre konseptene:

- Hovedscenario 1 der inntektene fra veibruksavgiften gir inntekter på rundt 17 milliarder + fastsatt gjennomsnittstakst på bompenger
- Scenario 2 hvor en legger til grunn at veibruksavgiften skal gi inntekter tilsvarende dagens veibruksavgift, engangsavgift, vektårsavgift og trafikkforsikringsavgift + fastsatt gjennomsnittstakst på bompenger

- Scenario 3 varierer mellom konseptene. I konsept 1 og 2 er VBA lik den gjennomsnittlige marginale kostnaden utenfor by + bompengeretakstene i byene justeres (grunntakster og rushtidstakster) og settes slik at de blir mest mulig lik den samfunnsøkonomisk optimale prisen (Pigouavgiften). I konsept 3 settes VBA lik eksterne marginale kostnader (Pigouavgift) i de ulike sonene og tidsperiodene angitt over. Inntektene fra veibruksavgiften ivaretar forpliktelsene til bompengeprojektene.

For noen av konseptene er enkelte av scenariene overfløydige, og de er derfor ikke beregnet.

Tabell 3.1 er basert på tilsendte tabeller fra prosjektgruppen, og oppsummerer grovt innholdet i konseptene som er beregnet. I senere kapitler for henholdsvis person- og godstransportberegninger angis det aktuelle nivået på veibruksavgift (VBA) i de ulike konsepter og scenarier.

Tabell 3.1: Oversikt over beregnede konsept og scenarier.

Konsept	Scenario	Veibruksavgift (VBA)	Bompenger
K0	Sc1 (Hoved)	Dagens veibruksavgift	Elbiltakst settes til 50% av normaltakst, samtidig som takstene justeres slik at man oppnår fastsatt gjennomsnittsinntekt.
K0+	Sc1 (Hoved)	Dagens veibruksavgift	Elbiler betaler 100 %, samtidig som takstene justeres så man oppnår fastsatt gjennomsnittstakst.
K1	Sc1 (Hoved)	Nivå på VBA for fossile biler videreføres som i dag. Nullutslippsbiler betaler en flat kilometertakst som tilsvarer gjennomsnittlig VBA for dagens avgiftspliktige.	Som i K0+
	Sc2	VBA økes til et nivå der veibruksavgiften gir inntekter tilsvarende dagens veibruksavgift, engangsavgift, vektårsavgift og trafikksikringsavgift. De nevnte avgiftene fjernes.	Som i K0+
	Sc3	Veibruksavgiften settes lik gjennomsnittlige eksterne marginale kostnader utenfor de store byene.	Bompengeretakstene i byene justeres (grunntakster og rushtidstakster) og settes slik at de blir mest mulig lik den samfunnsøkonomisk optimale prisen (Pigouavgiften). Det tas utgangspunkt i eksisterende bomstasjoner/bomanlegg.
K2	Sc1 (Hoved)	Kilometeravgift (VBA) for alle kjøretøy. Samlet nivå på VBA forventet å tilsvare 17 milliarder for dagens trafikkarbeid. VBA har differensierte takster mellom by og land, der by defineres som tettsted over 100 000 jf SSBs inndeling. Forskjellen i takstene reflekterer de relative forskjellene i marginale eksterne kostnader	Som i K0+
	Sc2	Som over, men samlede inntekter skal reflektere dagens veibruksavgift, engangsavgift, vektårsavgift og trafikksikringsavgift. De nevnte avgiftene fjernes.	Som i K0+
K3	Sc1 (Hoved)	Kilometeravgift (VBA) for alle kjøretøy. Samlet nivå på VBA forventet å tilsvare 17 milliarder for dagens trafikkarbeid. Veibruksavgiften har differensierte takster mellom Sone 1 (land) = spredtbygd Sone 2 (by) = tettsted < 100 000 Sone 3 (storby) = tettsted > 100 000 Takstene varierer også over tid med rushtidsprising i sone 2 og 3. Forskjellen i takstene reflekterer de relative forskjellene i marginale eksterne kostnader	Bompenge nivå (inntekter) tilsvarende K0+, men takstene fastsettes per kilometer og ikke per passering, innenfor dagens veikantutstyr. I byområder der det er flere bomringer slås disse sammen til en sone.
	Sc2	Som i Sc1, men samlede inntekter skal reflektere dagens veibruksavgift, engangsavgift, vektårsavgift og trafikksikringsavgift. De nevnte avgiftene fjernes.	Som i K3 Sc1
	Sc3	Veibruksavgiften settes lik eksterne marginale kostnader (Pigouavgift) i de ulike sonene og tidsperiodene angitt i K3 Sc1	Ingen bompenger. Inntektene fra veibruksavgiften skal ivareta forpliktelsene til bompengeprojektene.

I scenario 2 skal veibruksavgiften erstatte noen andre avgifter. Av disse gjelder engangsavgift og trafikksikringsavgift personbiler, mens vektårsavgift gjelder de tunge bilene.

Det er for øvrig verdt å påpeke at Godsmodellen ikke skiller på tidsperioder, heller ikke ulike drivstofftyper.

## 3.2 Tettstedskategorier

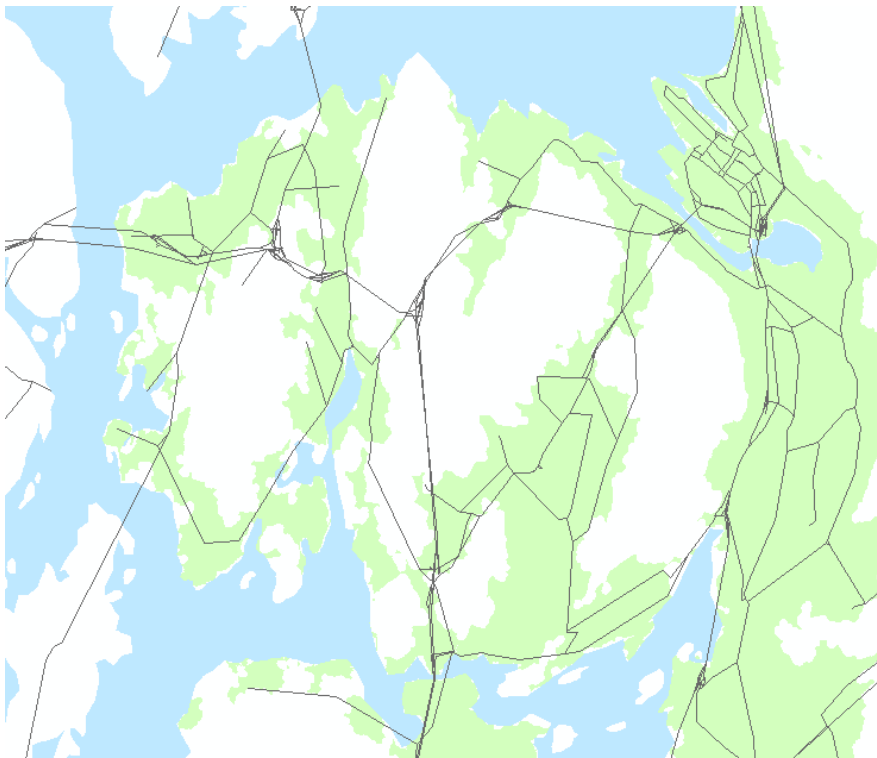
Transportmodellene benyttes til å beregne effekter av endrede satser for veibruksavgift. I konsept 1 legges det til grunn flat sats for veibruksavgiften. Dette innebærer felles sats for landet og døgnet som helhet.

I konsept 2 differensieres veibruksavgiften etter tettstedskategori. Det innføres en høyere sats i storbyene enn for mindre tettsteder og rurale strøk.

I konsept 3 blir avgiften ytterligere differensiert. Da opererer man med ulike satser for storbyer med mer enn 100 000 innbyggere, tettsteder med mellom 15 000 og 100 000 innbyggere og mer rurale områder med mindre enn 15 000 innbyggere. Satsen differensieres også for rusetid og lavtrafikkperiode.

Differensieringen etter områdetype er basert på tettstedsinndeling utarbeidet av Statistisk sentralbyrå. På [ssb.no](http://ssb.no) finner man følgende definisjon av tettsted: «En hussamling skal registreres som tettsted dersom det bor minst 200 personer der. Avstanden mellom husene skal normalt ikke overstige 50 meter, men for noen arealkrevende bygningstyper – som boligblokker, industribygg, kontor/forretningsbygg, skoler, sykehus osv. – kan avstanden økes til 200 meter. Tilgrensende bebygde og opparbeidede områder, som parker, idrettsanlegg og industriområder, skal være del av tettstedet. Husklynger med minst 5 næringsbygninger eller 5 boligbygninger tas med inntil en avstand på 400 meter fra tettstedskjernen»

Definisjonen innebærer at områder med spredt bebyggelse også sentralt i større norske byer vil falle utenom tettstedsdefinisjonen. Figur 3.1 viser transportnettverket i godsmodellen for et utsnitt av Bergen kommune. Transportnettverket er markert med sorte lenker, områder definert som tettsted med over 100 000 innbyggere er markert med grønt, mens havet er blått.



Figur 3.1: Godsnettverk og tettstedsinndeling i Bergen.

Figuren illustrerer at deler av veinettet sentralt i Bergen kommune befinner seg utenfor områder definert som tettsted i henhold til SSBs inndeling.

Lenkene i transportmodellene har to felter som inneholder informasjon om byandel og tettstedsandel. Her finnes informasjon om hvor mye av lenken som henholdsvis ligger i tettsteder med mer enn 100 000 innbyggere og tettsteder med mellom 15 000 og 100 000 innbyggere.

Veilenker som ligger helt innenfor de grønne tettstedsområdene i figuren over vil ha byandel på 100 %. Veilenker som ligger helt utenfor, vil ha byandel på 0 %, mens veilenker som ligger delvis innenfor grønt område vil ha en byandel beregnet ut fra hvor stor andel av lenken som ligger innenfor grønt område. Dette innebærer at en vesentlig del av trafikkarbeidet sentralt i Bergen vil bli definert som ruralt siden det har lavere byandel enn 100 % og tettstedsandel på 0 % siden Bergen er det byområde med mer enn 100 000 innbyggere.

Denne definisjonen er lite praktisk når vi ønsker å differensiere veibruksavgiften etter tettsteds-kategori fordi veibruksavgiften sentralt i Bergen da vil variere etter hvor stor del av hver veilenke som ligger innenfor de grønne klyngene som er definert som tettsted.

Vi ønsker felles sats for veibruksavgiften for hele det sentrale Bergen slik at det nye regimet for differensiert veibruksavgift skal være enkelt å forstå og praktisk mulig å administrere. Vi har derfor valgt å legge til grunn en utvidet tettstedsdefinisjon for differensierte veibrukssatser i transportmodellene. Dette innebærer at alle veilenker som ligger innenfor ytterkantene av SSBs tettstedskart, defineres med by- eller tettstedsandel på 100 %.

Denne utvidelsen gir ganske store utslag i beregnet trafikkarbeid for ulike tettsteds-kategorier. Dersom vi legger til grunn den opprinnelige inndelingen som ligger i transportnettverk, beregner vi andel trafikkarbeid i tettsteder med mer enn 100 000 innbyggere til å utgjøre omtrent 17 % av nasjonalt trafikkarbeid. Andelen trafikkarbeid i tettsteder med mellom 15 000 og 100 000 innbyggere beregnes å utgjøre omtrent 6 %, mens 77 % skjer i rurale områder.

Legger vi imidlertid vår utvidede tettstedsinndeling til grunn, beregnes andel trafikkarbeid i tettsteder med mer enn 100 000 innbyggere til å utgjøre nær 25 % av nasjonalt trafikkarbeid. Andelen trafikkarbeid i tettsteder med mellom 15 000 og 100 000 innbyggere beregnes å utgjøre nær 8 %, mens nær 68 % skjer i rurale områder.

## 4 Persontransport

I Tabell 4.1 vises nivået på veibruksavgift som er lagt til grunn i de ulike konsept og scenarier for 2030. Hovedscenariene er vist med uthevet skrift. I konsept 3 skiller det mellom pris i rush og utenom rush, der rushtidsprisen er vist først, deretter prisen utenom rush.

Tabell 4.1: Oversikt over VBA per kilometer for lette biler i de ulike konseptene. I konsept 3 vises to nivå på VBA, for henholdsvis rush/ikke-rush.

	Veibruksavgift, per kilometer						Bompenger**
	Storby>100'		By/tettst>15'		Spredtbygd		
	Eksos	El	Eksos	El	Eksos	El	
K0	Dagens	Dagens	Dagens	Dagens	Dagens	Dagens	50% betaling for elbil
<b>K0+</b>	Dagens	Dagens	Dagens	Dagens	Dagens	Dagens	<b>100 % betaling for elbil</b>
<b>K1 Sc1</b>	<b>0,30</b>	<b>0,29</b>	<b>0,30</b>	<b>0,29</b>	<b>0,30</b>	<b>0,29</b>	<b>Som K0+</b>
K1 Sc2*	0,69	0,67	0,69	0,67	0,69	0,67	Som K0+
K1 Sc3	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	0,25	«Optimalt» i byene, ellers som K0+
<b>K2 Sc1</b>	<b>1,01</b>	<b>0,83</b>	<b>1,01</b>	<b>0,83</b>	<b>0,11</b>	<b>0,09</b>	<b>Som K0+</b>
K2 Sc2*	2,33	1,91	2,33	1,91	0,24	0,21	Som K0+
<b>K3 Sc1</b>	<b>2,11/0,56</b>	<b>1,66/0,49</b>	<b>0,44/0,25</b>	<b>0,38/0,21</b>	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>	<b>Km-basert i byringene, ellers som K0+</b>
K3 Sc2*	4,87/1,29	3,81/1,13	1,02/0,58	0,87/0,48	0,19	0,17	Km-basert i byringene, ellers som K0+
K3 Sc3	pigou		pigou		pigou		Ingen

\*I Sc2økes VBA, skal her erstatte engangsavgift og trafikkforsikringsavgift.

\*\* Det er ikke lagt til grunn dagens takstnivå i bomstasjonene, men gjort en justering for at man skal oppnå det som var fastsatt gjennomsnittstakst i de ulike bompengeproposisjonene, jfr tidligere beskrivelse av konsept K0 og K0+.

### 4.1 Trafikale resultater Dom Viken

#### 4.1.1 Dagens situasjon

Viken-modellen er kalibrert mot trafikkteillinger, passeringsstatistikk fra Oslo bomring og data fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen for 2018/2019.

Den regionale persontransportmodellen er en genererisk modell som anvendes for en rekke ulike områder. Fordi mobiliteten er noe forskjellig i ulike deler av landet, må man kalibrere hver område-modell mot reisevanedata for området den dekker.

Dette omtales gjerne som rammetallskalibrering, og innebærer at man justerer konstantledene i etterspørselsfunksjonene slik at modellen gir ønsket antall produserte turer innenfor hver reisehensikt og transportform for det geografiske området modellen dekker.

Rammetallskalibrering er en automatisert rutine som gjennomføres ved å bruke en applikasjon i det regionale persontransportsystemet. Standard oppsett av applikasjonen for modellversjonen vi bruker i dette prosjektet, innebærer at modellen kalibreres mot data fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen for 2013/2014.

Det er imidlertid også funksjonalitet for å velge andre kalibreringsmål. Det er vanlig praksis å justere opp kalibreringsmålet noe for bilturene for å ta høyde for at den nasjonale reisevaneundersøkelsen ikke inkluderer alle turer utført av såkalte mobile tjenesteytere. Etter at data fra



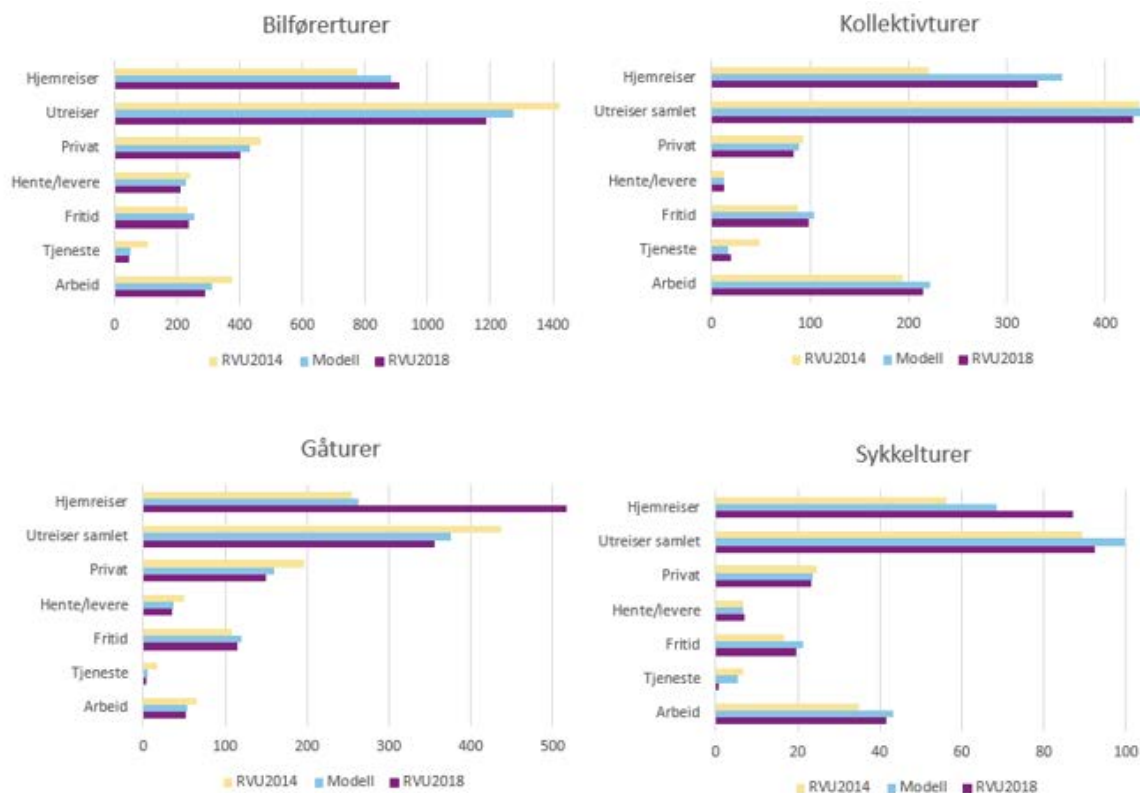
den nasjonale reisevaneundersøkelsen for 2018/2019 ble gjort tilgjengelig, er det også en del modeller som er kalibrert mot dette datagrunnlaget.

Det er imidlertid ganske store forskjeller i datagrunnlaget fra reisevaneundersøkelsene gjennomført i 2013/2014 og 2018/2019. Noen av forskjellene kan skyldes adferdsendringer, men det er også en del metodiske forskjeller i hvordan undersøkelsene er gjennomført og hvordan datagrunnlaget er bearbeidet. Dette påvirker trolig resultatene en god del. Det er derfor ikke innlysende hvilken undersøkelse som best representerer dagens virkelighet.

Vi har her valgt å bruke data fra den nasjonale reisevaneundersøken for 2018/2019 som utgangspunkt for rammetallskalibreringen. Vi har imidlertid også justert opp tallene med rapportert befolkningsvekst fra 2018 til 2020 som er omtrent 2.5 % i Viken-området, og justert opp antall bilførerturer med drøye 5 % for å ta høyde for at RVU ikke omfatter alle mobile tjenesteytere.

Siden det også har vært nødvendig å gjøre enkelte justeringer i beregningsoppsettet etter at kalibreringen ble gjennomført, samtidig som det har blitt gjennomført enkelte opprettinger av nettverksfeil, kan modellens turproduksjon ha endret seg noe siden kalibreringstidspunktet.

Figur 4.1 viser modellens turproduksjon, gitt i tusen turer pr virkedøgn fordelt etter transportformer og reisehensikter, sammenstilt med data fra de nasjonale reisevaneundersøkelsene for 2013/2014 og 2018/2019. Reisehensiktene arbeid, tjeneste, fritid, hente/levere og private omfatter kun utreiser. Summen av utreisene er presentert i søylen med navn Utreiser. Hjemreiser omfatter sum hjemreiser for alle hensikter samlet.



Figur 4.1: Modellens turproduksjon sammenlignet mot RVU-data.

Figuren viser at modellens turproduksjon er i rimelig bra samsvar med datagrunnlag fra reisevaneundersøkelsene. Det er imidlertid ganske store forskjeller i datagrunnlaget fra reisevaneundersøkelsene for enkelte reisehensikter, og for enkelte transportformer også store forskjeller i sum utreiser og sum hjemreiser.

Datagrunnlaget fra reisevaneundersøkelsene er ikke justert for befolkningsvekst i figuren. Når RVU2013/2014 rapporterer langt flere utreiser med bil enn RVU2018/2019, innebærer altså dette kraftig nedgang tross betydelig befolkningsvekst mellom 2013 og 2019. Tilsvarende nedgang finner man ikke i veitrafikktellingene, og må nok i hovedsak forklares med at det ligger metodiske forskjeller til grunn i behandlingen av reisevanedataene.

For bilførerturene ser vi at modellen ligger noe høyere enn RVU2018/2019 for utreisene. Modellen kalibreres kun mot data for utreisene, og siden vi har oppjustert RVU-dataene med befolkningsvekst og kompensert for fraværet av en andel av de mobile tjenesteyterne, er resultatene som forventet og ønsket.

For hjemreisene ligger modellen noe lavere enn RVU2018/2019 for bilførerturene. Den ligger imidlertid vesentlig høyere enn RVU2013/2014 og samtidig vesentlig lavere enn RVU2013/2014 når vi ser på sum utreiser.

Man forventer vanligvis at modellen skal produsere flere hjemreiser enn rapportert i RVU-en man sammenligner mot. Dette fordi en god del turer rapportert i RVU har flere reisemål. De er såkalte kombinerte turer der man kombinerer flere reisemål på samme tur. Slike turkjeder består av flere utreiser, men bare én hjemreise. I transportmodellen behandles slike turkjeder litt forenklet, noe som innebærer at forholdet mellom antall hjemreiser og antall utreiser gjerne er litt høyere i modellen enn i RVU.

For kollektivreisene virker modellen å ligge noe høyt i forhold til datagrunnlaget fra RVU2018/2019. Litt av forklaringen på dette er at RVU-grunnlaget er justert opp med veksten i befolkningen fra 2018 til 2020 fordi modellen kjøres med befolkningstall for 2020 når vi modellerer dagens situasjon.

Antall utreiser til fots ligger også litt høyere i modellen enn i datagrunnlaget fra RVU2018/2019. Dette kan også forklares med befolkningsvekst fra 2018 til 2020. For hjemreisene til fots ligger imidlertid modellen svært mye lavere enn datagrunnlaget fra RVU2018/2019 tilsier. Sammenlignet mot RVU2013/2014 ser det derimot ut som at modellens resultater stemmer bra overens med reisevanedata.

Det er viktig å understreke at modellene utelukkende kalibreres mot data for utreiser. Det virker urimelig at RVU2018/2019 rapporterer langt flere hjemreiser enn utreiser til fots. Forskjellene mellom RVU2018/2019 og RVU2013/2014 er også påfallende store. Vi mener det er grunn til å sette spørsmålstegn ved datagrunnlaget for disse reisene i RVU2018/2019. Det er imidlertid viktig å understreke at RVU-dataene prepareres før de kan brukes til kalibrering i modellene, så hvorvidt disse utslagene skyldes feil i selve RVU-grunnlaget eller svakheter i arbeidet med å preparere dataene til bruk i transportmodellkalibreringen, er vanskelig å bedømme.

For sykkelturene ligger modellen noe høyere enn RVU2018/2019 når det gjelder utreisene, og en del lavere for hjemreisene. Samlet sett for summen av utreiser og hjemreiser med sykkel ligger modellen noe lavt sammenlignet med kalibreringsgrunnlaget fra RVU2018/2019. Modellen ligger imidlertid vesentlig høyere enn datagrunnlaget fra RVU2013/2014 tilsier. Gjør vi en samlet vurdering av modellens resultater for sykkel opp mot datagrunnlaget fra begge reisevaneundersøkelsene, fremstår modellens resultater rimelige.

Som nevnt er modellen også kalibrert og validert mot trafikktegninger og statistikk fra Oslo bomring. Tabell 4.2 viser nøkkeltall for Oslo bomring. Nøkkeltallene er hentet fra bomstatistikk for de tre høstmånedene september, oktober og november for året 2019, og det er tatt ut tilsvarende tall basert på beregningsresultater ved kjøring av Viken-modellen for beregningsåret 2020. Nøkkeltallene gjelder lette kjøretøy i takstgruppe 1.

Tabell 4.2: Nøkkeltall for Oslo bomring. Modellresultater sammenlignet med statistikk

	Statistikk høst 2019	Dom Viken 2020
Passeringer (millioner pr år)	370,7	374,6
Betalende (millioner pr år)	219,3	220,6
Timesregel (millioner pr år)	137,3	132,2
Annet fritak (millioner pr år)	14,1	21,7
Elbilandel (%)	18,5%	20,0%
Timesregelandel (%)	37,0%	35,3%
Total fritaksandel (%)	40,9%	41,1%
Gjennomsnittspris pr passering (kroner)		9,4
Inntekter (millioner kroner pr år)		3527

Resultatene i Tabell 4.2 viser at modellens resultater for Oslo bomring i stor grad samsvarer med statistikken.

Vi ser at totalt antall passeringer for lette kjøretøy beregnes til nær 375 millioner i 2020, mens statistikken fra høsten 2019 tilsier nær 371 millioner når vi legger til grunn at trafikknivået for denne perioden kan blåses opp til årlige tall ved simpelthen å dividere på antall dager statistikken omfatter og multiplisere med antall dager i et år.

Vi har mottatt statistikk fra Oslo bomring for 2018 og 2019. Nyere statistikk er vi dessverre ikke i besittelse av. Siden Oslo bomring gjennomgikk omfattende endringer sommeren 2019, er det derfor høstmånedene i 2019 som gir det mest relevante sammenligningsgrunnlaget mot transportmodellen.

Transportmodellen beregner fritaksandel grunnet timesregel på 35,3 %. Dette er noe lavere enn statistikken som viser 37 %. Øvrige fritaksregler som blant annet knyttet til månedstak og fritaksregler for utrykningskjøretøy og personer med nedsatt funksjonsevne, kan ikke modelleres i transportmodellene. Vi legger derfor til grunn total andel fritakspasseringer fra statistikken når vi beregner andel betalende passeringer.

Elbilandelen i bomringen beregnes til 20 %. Vi har ikke statistikk for elbilandel for 2019. Tabellen inneholder derfor andelen for 2018 som er på 18,5 %.

Modellen beregner samlede inntekter for bomringen på i overkant av 3.5 milliarder kroner. Dette innebærer en gjennomsnittspris pr passering på 9,4 kroner. For beregningsåret 2020 er modellen kjørt med bomtakstene som var gjeldende da statistikken ble innhentet, og inntekter og priser i bomringen er oppgitt i 2019-kroner i tabellen.

Takstene i Oslo bomring som ble iverksatt ved omleggingen av bomsystemet sommeren 2019 ble holdt uendret ut 2020, og ble prisjustert 1. januar 2021. De er senere oppjustert 1. oktober 2021 og 1. september 2022.

Transportmodellens resultater er også validert mot trafikktegninger i Buskerudbyen. Modellen ser ut til å gi opp mot 10 % lavere trafikktegninger enn trafikktegningene i dette området.

Det er to hovedforklaringer på dette. Når man rammetallskalibrerer en transportmodell mot data fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen, sørger man for at modellen gir samlet turproduksjon i samsvar med reisevanedata for modellområdet som helhet.

Når man sørger for at modellens turproduksjon treffer på aggregert nivå for modellområdet som helhet, er det imidlertid ofte slik at de regionale persontransportmodellene gir litt for høy biltrafikk i de mest urbane områdene og litt for lav biltrafikk for resten av området. Dette skyldes trolig at modellene ikke fullt ut klarer å fange opp forskjellene mellom by og land når det gjelder forsinkelser grunnet kø, parkeringsrestriksjoner, biltilgang og førerkortandeler.

Vi har prioritert Osloområdet og Oslo bomring når vi har kalibrert Viken-modellen i forkant av disse analysene, Årsaken til dette er dels at dette området vil stå svært sentralt i analysene våre, og dels fordi vi her besitter et godt valideringsgrunnlag fra bomstatistikken.

Når modellen treffer såpass bra på totale passeringstall i Oslo bomring, er det derfor ventet at den vil kunne ligge noe lavt i omlandet rundt Oslo. Antakelig er modellens samlede turproduksjon noe lavere enn faktisk turproduksjon. Modellen er kalibrert mot RVU2018/2019, og virker å treffe godt mot denne for bilførerturer når vi tar hensyn til befolkningsveksten fra 2018 til 2020, og kompenserer for fravær av en andel av de mobile tjenesteyterne i RVU-grunlaget. Til tross for disse oppjusteringene ser vi imidlertid at modellen gir lavere samlet turproduksjon for bilfører enn datagrunlaget fra RVU2013/2014 tilsier.

Det er nok videre slik at modellert trafikk for Buskerudbyen må forventes å være noe lavere enn reell trafikk fordi Viken-modellen har begrenset utstrekning mot Vestfold. Dermed mangler modellene noe av trafikken i Buskerudbyen som utføres av bosatte i de Vestfold-kommunene som er utelatt fra modellens geografiske utsnitt.

#### 4.1.2 Turproduksjon

Tabell 4.3 viser beregnet turproduksjon for Viken-modellens ulike transportformer. Resultatene er gitt i millioner turer per år.

Tabellen inneholder ni kolonner der den første inneholder navn på beregnet scenario. Deretter følger resultater for henholdsvis bilførerturer med forbrenningsmotor, bilførerturer med elbil, bilførerturer totalt, bilpassasjerturer, kollektivturer, turer til fots, sykkeltureturer og til sist totalt antall turer summert over de ulike transportformene.

Kolonnene er navngitt med utgangspunkt i forkortelser for de engelske ordene car driver (CD), car passenger (CP), public transport (PT), walk (WK) og bike (BK).

Tabell 4.3: Beregnet turproduksjon (mill. turer) for Viken-modellens ulike transportformer.

SCENARIO	CD FO	CD EL	CD	CP	PT	WK	BK	TOTALT
Viken 2020	667	106	773	143	290	241	56	1503
Viken 2030 K0	338	507	844	156	326	262	60	1648
Viken 2030 K0+	340	499	839	156	329	263	60	1647
Viken 2030 K1 Sc1	339	491	829	155	332	267	61	1643
Viken 2030 K1 Sc2	330	478	808	153	338	275	62	1636
Viken 2030 K2 Sc1	333	484	817	153	338	271	62	1640
Viken 2030 K2 Sc2	319	463	782	150	351	283	64	1630
Viken 2030 K3 Sc1	332	482	814	154	338	271	62	1640
Viken 2030 K3 Sc2	315	458	773	152	355	285	65	1630

Tabell 4.4 viser relativ endring i antall turer fordelt på de ulike transportformene i Viken-modellen sammenlignet med konsept Nullpluss (K0+).

Tabell 4.4: Relativ endring i antall turer fordelt på de ulike transportformene sammenlignet med K0+

SCENARIO	CD FO	CD EL	CD	CP	PT	WK	BK	TOTALT
Viken 2020	96,1%	-78,7%	-7,9%	-8,2%	-11,9%	-8,5%	-6,9%	-8,8%
Viken 2030 K0	-0,7%	1,5%	0,6%	0,3%	-0,7%	-0,6%	-0,6%	0,1%
Viken 2030 K0+	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Viken 2030 K1 Sc1	-0,4%	-1,7%	-1,2%	-0,7%	0,9%	1,4%	1,0%	-0,2%
Viken 2030 K1 Sc2	-2,9%	-4,3%	-3,7%	-1,9%	2,9%	4,4%	3,2%	-0,7%
Viken 2030 K2 Sc1	-2,0%	-3,1%	-2,7%	-1,6%	2,8%	2,8%	2,6%	-0,4%
Viken 2030 K2 Sc2	-6,2%	-7,3%	-6,8%	-3,7%	6,9%	7,3%	6,7%	-1,0%
Viken 2030 K3 Sc1	-2,4%	-3,4%	-3,0%	-1,1%	3,0%	2,9%	2,9%	-0,4%
Viken 2030 K3 Sc2	-7,4%	-8,3%	-7,9%	-2,3%	8,1%	8,1%	8,1%	-1,1%

Vi ser av tabellen at samlet turproduksjon i beregningen for 2020 ligger nær 9 % lavere enn nullpluss-alternativet som er kjørt for 2030. Det er i hovedsak befolkningsveksten som driver økningen i turproduksjon fra 2020 til 2030.

Vi ser videre at modellen produserer nær dobbelt så mange bilførerturer med bil med forbrenningsmotor i 2020-beregningen sammenlignet med beregningene for 2030. Antall bilførerturer med elbil beregnes til å øke fra omtrent 100 millioner i 2020 til omtrent 500 millioner i 2030. Disse endringene skyldes endringer i bilparkens sammensetning frem mot 2030.

Tabellen viser videre at scenarioene for 2030 ikke innebærer de store endringene i samlet turproduksjon. Konsept 3 scenario 2 gir størst utslag på turproduksjonen, og beregnes til å gi nedgang i total turproduksjon på omtrent 1,1 %.

For bilførerturene gir dette scenarioet nedgang i antall turer på omtrent 7,9 %. Alternative transportformer som kollektiv, gange og sykkel får en tilsvarende økning på 8,1 %.

Tiltak som påvirker transporttilbudet for visse transportformer, medfører at nedgangen i turproduksjon for gitt transportform i stor grad kompenseres av økning i turproduksjon for de andre transportformene. I tillegg vil slike tiltak til også føre til en viss endring i destinasjonsvalg for dem som blir berørt av tiltakene.

Tabell 4.5 viser transportmiddelfordelingen i Viken-modellen.

Tabell 4.5: Beregnet transportmiddelfordeling i Viken-modellen

SCENARIO	CD FO	CD EL	CD	CP	PT	WK	BK
Viken 2020	44,4%	7,1%	51,4%	9,5%	19,3%	16,0%	3,7%
Viken 2030 K0	20,5%	30,7%	51,2%	9,5%	19,8%	15,9%	3,6%
Viken 2030 K0+	20,6%	30,3%	51,0%	9,5%	19,9%	16,0%	3,7%
Viken 2030 K1 Sc1	20,6%	29,9%	50,5%	9,4%	20,2%	16,2%	3,7%
Viken 2030 K1 Sc2	20,2%	29,2%	49,4%	9,3%	20,7%	16,8%	3,8%
Viken 2030 K2 Sc1	20,3%	29,5%	49,8%	9,3%	20,6%	16,5%	3,8%
Viken 2030 K2 Sc2	19,6%	28,4%	48,0%	9,2%	21,5%	17,3%	4,0%
Viken 2030 K3 Sc1	20,2%	29,4%	49,7%	9,4%	20,6%	16,5%	3,8%
Viken 2030 K3 Sc2	19,3%	28,1%	47,4%	9,3%	21,8%	17,5%	4,0%

Vi ser av tabellen at bilturene, definert som summen av bilførerturer og bilpassasjerturer, utgjør drøye 60 % av alle turer når man ser på referansescenarioene. I beregningen for konsept 3 scenario 2 faller denne andelen med nær 4 prosentpoeng sammenlignet med Nullpluss.

Kollektivandelen ligger på omtrent 20 %, andel gående ligger på omtrent 16 %, mens andel sykkelturene beregnes til i underkant av 4 %.

Antall bilpassasjerturer underestimeres nok ganske kraftig i disse beregningene. Årsaken til dette er at modellen er estimert på data fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen. Denne dekker kun personer over 13 år. Barn under 13 år som reiser i bil utgjør nok en vesentlig del av det totale antallet bilpassasjerturer, men inkluderes ikke i transportmodellen.

### 4.1.3 Trafikkarbeid bil

Tabell 4.6 viser trafikkarbeid for bil beregnet i Viken-modellen. Trafikkarbeidet er fordelt etter biltype og tettstedskategori og oppgitt i millioner kjøretøykilometer per år.

Tabell 4.6: Trafikkarbeidet (mill. kjøretøykilometer per år) fordelt etter biltype og tettstedskategori

SCENARIO	Biler med forbrenningsmotor				Elbiler				Totalt
	Storby	Tettsted	Rural	Totalt	Storby	Tettsted	Rural	Totalt	
Viken 2020	4316	512	5504	10332	844	61	609	1514	11845
Viken 2030 K0	2111	280	3232	5622	3484	365	3789	7637	13260
Viken 2030 K0+	2182	281	3251	5714	3307	361	3755	7423	13137
Viken 2030 K1 Sc1	2182	280	3243	5705	3135	342	3488	6966	12670
Viken 2030 K1 Sc2	2059	266	3049	5374	2935	320	3186	6440	11814
Viken 2030 K2 Sc1	2004	286	3311	5601	2906	354	3617	6877	12478
Viken 2030 K2 Sc2	1724	279	3199	5202	2499	343	3449	6290	11493
Viken 2030 K3 Sc1	2006	283	3325	5614	2918	349	3630	6898	12512
Viken 2030 K3 Sc2	1716	270	3207	5193	2502	332	3457	6291	11485

Tabell 4.7 viser relative endringer i trafikkarbeid for bil mellom beregnede scenarier sammenlignet med nullpluss-alternativet (K0+).

Tabell 4.7: Relative endringer i trafikkarbeid for bil mellom beregnede scenarier sammenlignet med K0+

SCENARIO	Biler med forbrenningsmotor				Elbiler				Totalt
	Storby	Tettsted	Rural	Totalt	Storby	Tettsted	Rural	Totalt	
Viken 2020	97,8%	82,2%	69,3%	80,8%	-74,5%	-83,2%	-83,8%	-79,6%	-9,8%
Viken 2030 K0	-3,3%	-0,4%	-0,6%	-1,6%	5,4%	1,0%	0,9%	2,9%	0,9%
Viken 2030 K0+	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Viken 2030 K1 Sc1	0,0%	-0,3%	-0,3%	-0,2%	-5,2%	-5,2%	-7,1%	-6,2%	-3,6%
Viken 2030 K1 Sc2	-5,6%	-5,3%	-6,2%	-6,0%	-11,3%	-11,4%	-15,2%	-13,2%	-10,1%
Viken 2030 K2 Sc1	-8,1%	1,9%	1,8%	-2,0%	-12,1%	-2,0%	-3,7%	-7,4%	-5,0%
Viken 2030 K2 Sc2	-21,0%	-0,7%	-1,6%	-9,0%	-24,4%	-5,0%	-8,2%	-15,3%	-12,5%
Viken 2030 K3 Sc1	-8,1%	0,7%	2,3%	-1,8%	-11,8%	-3,2%	-3,3%	-7,1%	-4,8%
Viken 2030 K3 Sc2	-21,3%	-3,9%	-1,4%	-9,1%	-24,3%	-8,1%	-7,9%	-15,2%	-12,6%

Tabellen viser at trafikkarbeidet for elbiler øker kraftig fra 2020 til 2030 grunnet økte elbilander i kjøretøyparken. På tilsvarende vis reduseres trafikkarbeidet utført av biler med forbrenningsmotor.



Det totale trafikkarbeidet for nullalternativet beregnes å være 0,9 % høyere enn trafikkarbeidet i nullpluss. Forskjellen i disse to referansescenariene er at bompengerabatten for elbiler opphører i nullplussalternativet, mens vi i nullalternativet forutsetter at elbilene kun betaler 50 % av normaltaksten for biler med forbrenningsmotor. Normaltaksten nedjusteres imidlertid i nullplussalternativet slik at provenyet opprettholdes sammenlignet med nullalternativet.

Dette innebærer at biler med forbrenningsmotor får takstreduksjon i bomstasjonene i nullplussalternativet, mens elbilene får takstøkning. Dette resulterer i at trafikkarbeidet fra elbiler beregnes til å være 2,9 % høyere i nullalternativet sammenlignet med nullplussalternativet. For biler med forbrenningsmotor er beregnet trafikkarbeid 1,6 % lavere i nullalternativet sammenlignet med nullpluss. Totalt trafikkarbeid for alle biler er 0,9 % høyere i nullalternativet.

Dette indikerer at samlet bompengebelastning ligger noe høyere i nullpluss enn i nullalternativet, og at vi ikke treffer helt når vi justerer normaltakstene med formål om å opprettholde provenyet i de to beregningene.

I konsept 1 hovedscenario beregner vi en liten nedgang på 0,2 % i trafikkarbeidet for biler med forbrenningsmotor, og en betydelig nedgang på 6,2 % for elbilene. Dette scenariet forutsetter at veibruksavgiften for biler med forbrenningsmotor holdes uendret på dagens nivå, men at det innføres veibruksavgift for elbiler. Elbiler får dermed en økning i kilometeravhengige kostnader på omtrent 30 øre per kilometer, mens biler med forbrenningsmotor møter samme avgiftsbelastning som legges til grunn i referansealternativene.

Man skulle dermed intuitivt sett forvente at trafikkarbeidet for biler med forbrenningsmotor burde vært uendret i konsept 1 hovedscenario. Dette er altså ikke helt tilfelle selv om endringen som beregnes er forholdsvis beskjeden. At modellen beregner en liten nedgang i trafikkarbeid for biler med forbrenningsmotor for dette scenariet har sin årsak i hvordan etterspørselsmodellen er implementert.

Etterspørselsmodellen i regional persontransportmodell er estimert på reisevanedata fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen for 2013/2014. Estimeringsarbeidet ble utført i 2015. På denne tiden var det lite elbiler på norske veier. Biler med forbrenningsmotor utgjorde omtrent 98 % av bilparken da reisevaneundersøkelsen ble gjennomført i 2013/2014.

Det fantes derfor ikke datagrunnlag for å estimere elbiler separat da etterspørselsmodellen opprinnelig ble etablert. Man samlet derfor alle biltyper i ett felles transportmiddel.

De senere årene har etterspørselsmodellen blitt videreutviklet og revidert for å tilpasse seg ny virkelighet med stadig flere elbiler på veiene. Modellen beregner nå egne turmatriser for elbiler separat, og legger separate data for transporttilbudet til grunn for beregningene.

Det er imidlertid fremdeles enkelte deler av funksjonaliteten som ikke fullt ut skiller mellom ulike biltyper. I slike tilfeller brukes gjennomsnittskostnader for biler. Øker man avgiftsnivået for elbilene, øker også gjennomsnittlige kjørekostnader for bil. Dermed vil modellens resultater for biler med forbrenningsmotor også påvirkes ørlite av endringer implementert spesifikt for elbilene.

Dette gjelder i hovedsak beregning av biltilgang, turfrekvens og andel periodekort. Når elbil-kostnadene øker, vil flere kjøpe månedskort i kollektivtrafikken. Økt månedskortandel bidrar til redusert bilbruk uavhengig av drivstoffkategori. På samme måte vil økte elbilkostnader medføre lavere bilhold. Når tilgangen til bil begrenses, vil bilbruken gå ned.

Disse effektene fremstår ikke urimelige. Modellens funksjonalitet for å estimere effekter av endrede elbilkostnader fremstår tilfredsstillende på overordnet nivå. Men det virker å oppstå noe unøyaktighet i resultatene når disse sekundære effektene fordeles på ulike biltyper.

I konsept 1 scenario 2 økes veibruksavgiften sammenlignet med hovedscenario for alle biler. Dette resulterer i redusert trafikkarbeid på 9,2 %. Nedgangen er størst for elbilene med en reduksjon på 12,1 %, mens biler med forbrenningsmotor får redusert trafikkarbeidet med 5,4 %. Dette virker rimelig. Tiltaket innebærer en vesentlig større kostnadsøkning for elbiler enn biler med forbrenningsmotor siden elbiler ikke belastes veibruksavgift i nullpluss-alternativet som det sammenlignes mot.

Veibruksavgiften i konsept 1 er en flat sats som settes lik for hele landet. Likevel ser vi nedgangen er klart størst i rurale områder, og noe lavere i storbyene enn i tettstedene. Dette skyldes trolig at trafikkreduksjonen man opplever ved økte avgifter resulterer i bedre fremkommelighet på veinettet i købelastede områder. Dermed vil den generaliserte reisekostnad etter tiltaket øke mer i rurale strøk uten kapasitetsutfordringer enn i storbyene er bedre fremkommelighet vil kompensere noe av kostnadsøkningen knyttet til økte avgifter.

I konsept 2 differensieres veibruksavgiften etter tettstedskategori. Veibruksavgiften settes høyere i store byer med mer enn 100 000 innbyggere.

Dette innebærer naturlig nok at trafikkarbeidet reduseres mer i storbyene enn utenfor. For biler med forbrenningsmotor blir trafikkarbeidet i storbyer redusert med 8,1%. For øvrige tettsteds kategorier øker trafikkarbeidet med henholdsvis 1,9 og 1,8 % for tettsteder og rurale områder. Til sammen innebærer dette at samlet trafikkarbeid fra biler med forbrenningsmotor faller med 2 %.

Årsaken til at trafikkarbeidet fra biler med forbrenningsmotor øker utenfor storbyene er at veibruksavgiften i slike områder settes lavere enn den flate satsen vi har i dag og som ligger til grunn for referansealternativet. I storbyene innebærer konseptet en betydelig økning i veibruksavgift. Mange av turene som produseres i modellen vil foregå innenfor en og samme tettstedskategori, og dermed oppleve en markant økning i kostnader dersom de foregår i storbyer eller en markant nedgang i kostnader dersom de foregår utenfor storbyene.

Det vil imidlertid også være en vesentlig andel av trafikkarbeidet som stammer fra reiser som passerer ulike tettsteds kategorier på sin vei fra opphavssted til destinasjon. Her blir den totale reisekostnaden knyttet til veibruksavgift en vektet sum avhengig av hvor stor andel av utkjørt distanse som foregår innenfor de ulike avgiftssonene. Dette betyr at deler av trafikkarbeidet i storbyene genereres fra turer som samlet sett kan ha fått redusert sine samlede transportkostnader. På tilsvarende vis vil deler av trafikkarbeidet i rurale områder genereres fra turer som samlet sett kan ha fått øket sine samlede transportkostnader. Dette bidrar til å dempe forskjellene i effekter mellom de ulike tettsteds kategoriene.

For elbilene vil selv den beskjedne satsen for veibruksavgift som forutsettes i konsept 2 hovedscenario innebærer økte transportkostnader siden det ikke er veibruksavgift for elbiler i referansealternativet. For elbiler reduseres trafikkarbeidet med 12,1 % i storbyene, 2 % i tettstedene og 3,7 % i rurale strøk. Til sammen utgjør dette en nedgang i samlet trafikkarbeid fra elbiler på 7,4 %.

I konsept 2 scenario 2 øker veibruksavgiften både i og utenfor storbyene. Det er fremdeles slik at veibruksavgiften for biler med forbrenningsmotor er lavere i dette scenarioet enn i referansescenarioet når man kjører utenfor de store byene. Likevel beregner vi i dette scenarioet en

liten nedgang i trafikkarbeid også utenfor de store byene. Nedgangen er på 0,7 % i tettstedene og 1,6 % i rurale områder. For storbyene blir nedgangen beregnet til hele 21 %.

Nedgangen i trafikkarbeid utenfor de store byene skyldes altså at en del av trafikkarbeidet i rurale områder stammer fra reiser også passerer storbyområder og dermed opplever at totale reisekostnader øker.

For elbilene blir trafikkarbeidet redusert med 15,3 % i konsept 2 scenario 2. I storbyene blir trafikkarbeidet fra elbiler redusert med hele 24,4 %, mens tettsteder og rurale områder får redusert trafikkarbeid fra elbiler med henholdsvis 5 % og 8,2 %.

I konsept 3 differensieres veibruksavgiften på alle tre tettsteds-kategorier og også på rushtid og lavtrafikk innenfor storbyer og tettsteder. Sammenlignet med referansealternativet innebærer hovedscenarioet at veibruksavgiften øker kraftig i storbyer i rushtiden for biler med forbrenningsmotor. Disse bilene får også en liten avgiftsøkning i storbyene i lavtrafikkperioden og i tettstedene i rushtiden. Kjører man i tettstedene utenom rushtiden, er avgiften noe redusert sammenlignet med referansescenariet Nullpluss. I rurale strøk skilles det ikke mellom rushtidsavgift og avgift i lavtrafikk. Der er avgiften en del lavere enn i referansescenariet.

Konsept 3 hovedscenario gir nedgang i trafikkarbeid med 1,8 % for biler med forbrenningsmotor og 7,1 % for elbilene. Biler med forbrenningsmotor får nedgang i trafikkarbeid på 8,1 % i storbyene, mens trafikkarbeidet øker med henholdsvis 0,7 % og 2,3 % for tettsteder og rurale strøk.

For elbilene blir nedgangen i storbyene beregnet til 11,8 %, mens tettstedene og rurale områder får nedgang på henholdsvis 3,2 % og 3,3 %.

For konsept 3 scenario 2 blir reduksjonen i trafikkarbeid beregnet til 9,1 % for biler med forbrenningsmotor og 15,2 % for elbiler.

Biler med forbrenningsmotor får nedgang i trafikkarbeid på 21,3 % i storbyene, mens trafikkarbeidet faller med henholdsvis 3,9 % og 1,4 % for tettsteder og rurale strøk.

For elbilene blir nedgangen i storbyene beregnet til 24,3 %, mens tettstedene og rurale områder får nedgang på henholdsvis 8,1 % og 7,9 %.

Tabell 4.8 viser relative endringer i trafikkarbeid i rushtiden for de beregnede scenariene sammenlignet mot referansealternativet Nullpluss (K0+).

Tabell 4.8: Relative endringer i trafikkarbeid for bil i rushtiden mellom beregnede scenarier sammenlignet med K0+

SCENARIO	Biler med forbrenningsmotor				Elbiler				Totalt
	Storby	Tettsted	Rural	Totalt	Storby	Tettsted	Rural	Totalt	
Viken 2020	101,2%	85,3%	73,7%	84,9%	-74,5%	-83,0%	-83,6%	-79,5%	-8,7%
Viken 2030 K0	-3,9%	-0,6%	-0,7%	-2,0%	5,3%	1,0%	1,1%	2,9%	0,8%
Viken 2030 K0+	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Viken 2030 K1 Sc1	0,4%	-0,2%	-0,2%	0,0%	-4,7%	-4,6%	-6,5%	-5,6%	-3,2%
Viken 2030 K1 Sc2	-4,6%	-4,8%	-6,1%	-5,4%	-10,1%	-10,3%	-14,1%	-12,1%	-9,2%
Viken 2030 K2 Sc1	-7,0%	1,6%	1,8%	-1,6%	-10,7%	-2,0%	-3,4%	-6,6%	-4,5%
Viken 2030 K2 Sc2	-19,0%	-0,9%	-1,7%	-8,3%	-22,0%	-4,8%	-7,6%	-13,9%	-11,5%
Viken 2030 K3 Sc1	-10,4%	0,2%	2,2%	-2,8%	-13,1%	-3,4%	-3,1%	-7,6%	-5,5%
Viken 2030 K3 Sc2	-26,2%	-4,7%	-1,1%	-11,0%	-27,2%	-8,4%	-7,5%	-16,4%	-14,0%

Tabellen viser at den relative nedgangen i trafikkarbeid i storbyene er noe lavere i rushtidsperioden enn i lavtrafikkperioden for konsept 1 og 2. Disse konseptene har ikke tidsdifferensierte satser for veibruksavgift. Satsen er den samme hele døgnet. At effekten av økte satser relativt sett er større i lavtrafikkperioden enn i rushtidsperioden kan blant annet skyldes at trafikksamsetningen i rushtidsperioden er mindre følsom for avgiftsendringer. Rushtiden preges av arbeidsreiser, mens fritidsreisene dominerer lavtrafikkperioden. Reiser til arbeid er i større grad reiser som må gjennomføres, og dermed er det naturlig at disse reisene i mindre grad tilpasser seg økte avgifter enn fritidsreisene.

Det er videre slik at når økte avgifter medfører redusert trafikk, så vil også tidsforsinkelser som følge av kø reduseres. Dermed vil økte avgifter i rushtiden til en viss grad kunne motvirkes av bedre fremkommelighet i veinettet. Dette kan bidra til å dempe trafikknedgangen i rushtiden.

For konsept 3 settes veibruksavgiften høyere i rushtiden enn i lavtrafikkperioden i de store byene. Dette medfører at den relative trafikknedgangen blir større i rushtidsperioden enn i lavtrafikkperioden. Veibruksavgiften i konsept 3 er satt vesentlig høyere i rushtiden enn i lavtrafikkperioden for de store byene. Man kunne dermed kanskje forvente enda større forskjeller i effekter mellom rushtid og lavtrafikk i de store byene.

Det er flere faktorer som bidrar til å dempe forskjellene mellom rushtidseffekter og lavtrafikk-effekter. Transportmodellene modellerer ikke avreisetidspunkt. Dermed fanger ikke modellen opp effekten av at økte kostnader i rushtiden vil medføre at enkelte venter til lavtrafikkperioden med å reise.

Det er videre forskjell på rushtidsdefinisjonen som ligger til grunn for etterspørselsmodelleringen og rushtidsdefinisjonen som ligger til grunn for våre resultatuttak. I etterspørselsmodellen er rushtiden definert med varighet på seks timer, mens resultatuttakene er basert på en antakelse om at rushtiden varer fra 0630 til 0900 om morgenen og 1500 til 1700 på ettermiddagen. Dermed vil en del av trafikken som defineres som lavtrafikk i resultatuttakene våre, faktisk stå overfor rushtidskostnader. Vi korrigerer satsene i rushtiden for å ta hensyn til at en del av den modellerte trafikken egentlig foregår på tidspunkt vi velger å definere som lavtrafikkperioden, og som derfor skal ha lavere avgifter. Dermed skal modellen gi korrekte samlede etterspørselseffekter av tiltakene, men til en viss grad gi litt for små effekter i rushtiden og litt for store effekter i lavtrafikkperioden.

Videre er det slik at en god del av utreisene i rushtiden har sin hjemreise i lavtrafikkperioden. Dermed vil man kunne beregne trafikknedgang i begge tidsperiodene når man øker kostnadene i rushtiden.

Tabell 4.9 viser andel trafikkarbeid utført i storbyer, tettsteder og rurale områder fordelt etter biltype for Viken-modellen.

Tabell 4.9: Fordelingen av trafikkarbeid for biler i Viken-modellen, fordelt etter biltype og områdetype.

SCENARIO	Biler med forbrenningsmotor			Elbiler			Alle biler		
	Storby	Tettsted	Rural	Storby	Tettsted	Rural	Storby	Tettsted	Rural
Viken 2020	41,8%	5,0%	53,3%	55,7%	4,0%	40,3%	43,6%	4,8%	51,6%
Viken 2030 K0	37,5%	5,0%	57,5%	45,6%	4,8%	49,6%	42,2%	4,9%	52,9%
Viken 2030 K0+	38,2%	4,9%	56,9%	44,6%	4,9%	50,6%	41,8%	4,9%	53,3%
Viken 2030 K1 Sc1	38,2%	4,9%	56,8%	45,0%	4,9%	50,1%	42,0%	4,9%	53,1%
Viken 2030 K1 Sc2	38,3%	4,9%	56,7%	45,6%	5,0%	49,5%	42,3%	5,0%	52,8%
Viken 2030 K2 Sc1	35,8%	5,1%	59,1%	42,3%	5,1%	52,6%	39,4%	5,1%	55,5%
Viken 2030 K2 Sc2	33,1%	5,4%	61,5%	39,7%	5,4%	54,8%	36,7%	5,4%	57,8%
Viken 2030 K3 Sc1	35,7%	5,0%	59,2%	42,3%	5,1%	52,6%	39,4%	5,1%	55,6%
Viken 2030 K3 Sc2	33,0%	5,2%	61,8%	39,8%	5,3%	55,0%	36,7%	5,2%	58,0%

Tabellen viser at andelen trafikkarbeid i storbyer ligger på omtrent 42 % i referansescenarioene. Dette er vesentlig høyere enn landsgjennomsnittet. Det er viktig å huske på at denne tettstedsinndelingen avviker en del fra SSBs inndeling siden vi her definerer all trafikk innenfor tettstedenes yttergrenser som tettstedstrafikk, mens SSB opererer med tettstedsklynger som medfører at spredtbygde områder plassert sentralt i byområder er definert som rurale strøk.

Tabellen viser videre at de kraftigste tiltakene som innebærer stor økning i veibruksavgiften for store byer medfører at andelen trafikkarbeid innenfor store byer faller med over 4 prosentpoeng.

#### 4.1.4 Påstigninger i kollektive transportmidler

Tabell 4.10 viser antall påstigninger i kollektive transportmidler beregnet for de ulike konseptene og underscenariene. Resultatene er oppgitt i millioner påstigninger per år, og segmentert på tidsperioder. Tabellen siste kolonne inneholder relativ endring i totaltallene sammenlignet med referansescenarioet Nullpluss (K0+).

Tabell 4.10: Antall påstigninger (mill. påstigninger per år) i kollektivtransporten beregnet for de ulike konseptene og underscenariene, og relative endringer sammenlignet med K0+.

SCENARIO	Påstigninger			Endring
	Rush	Lav	Totalt	
Viken 2020	265	179	444	-12,0%
Viken 2030 K0	297	205	502	-0,6%
Viken 2030 K0+	299	206	505	0,0%
Viken 2030 K1 Sc1	302	208	510	1,0%
Viken 2030 K1 Sc2	308	213	521	3,2%
Viken 2030 K2 Sc1	307	213	520	2,9%
Viken 2030 K2 Sc2	318	223	541	7,1%
Viken 2030 K3 Sc1	309	212	521	3,2%
Viken 2030 K3 Sc2	325	223	548	8,4%

Tabellen viser at antall påstigninger i Viken-modellen ligger 12 % lavere i 2020 sammenlignet med referansen for 2030.

Vi ser videre at konsept 3 scenario 2 gir størst økning i antall påstigninger med relativ økning på 8.4 %. I konsept 2 scenario 2 beregnes økningen til 7.1 %. Begge scenarioene innebærer kraftig økning av veibruksavgift i de store byene, og de fleste kollektivreisene foregår i de store byene.

Disse to scenarioene gir omtrent samme nedgang i samlet trafikkarbeidet for bil. De gir også omtrent samme nedgang i trafikkarbeid for elbiler og biler med forbrenningsmotor og trafikkarbeid i storby.

Man kan med andre ord konkludere med at forskjellene i disse to scenarioene kommer mer til uttrykk når man tar ut resultater for påstigninger i kollektivtrafikken enn når man vurderer endringer i trafikkarbeid for bil.

Noe av forklaringen på dette kan være at kollektivtilbudet er vesentlig bedre i rushtiden enn i lavtrafikken. Antall påstigninger er også betydelig høyere i rushtiden enn i lavtrafikkperioden blant annet som følge av at mange reiser kollektivt til arbeidet. Dermed vil høy veibruksavgift i rushtiden generere større økning i kollektivreiser enn flat takst over døgnet.

#### 4.1.5 Transportarbeid for gående og syklende

Tabell 4.11 viser trafikkarbeid fra gå- og sykkelturner. Tabellen inneholder transportarbeid oppgitt i millioner personkilometer per år, og relative endringer sammenlignet med referanse-scenariet Nullpluss (K0+).

Tabell 4.11: Trafikkarbeid fra gå- og sykkelturner (mill. personkilometer per år), og relative endringer sammenlignet med K0+.

SCENARIO	Gående		Syklende	
	Transportarbeid	Endring	Transportarbeid	Endring
Viken 2020	319	-8,6%	229	-7,3%
Viken 2030 K0	346	-0,7%	245	-0,6%
Viken 2030 K0+	349	0,0%	247	0,0%
Viken 2030 K1 Sc1	353	1,2%	249	1,0%
Viken 2030 K1 Sc2	362	3,6%	255	3,2%
Viken 2030 K2 Sc1	359	3,0%	254	2,9%
Viken 2030 K2 Sc2	375	7,5%	265	7,6%
Viken 2030 K3 Sc1	359	3,0%	255	3,5%
Viken 2030 K3 Sc2	377	8,2%	271	9,7%

Også her ser vi at økningen i transportarbeid er størst for konsept 3 scenario 2 der veibruksavgiften er høyest i storbyer og rushtiden. Dette gjelder spesielt for sykkelreisene, der økningen er på 9,7 %. Til sammenligning beregnes økningen for konsept 2 scenario 2 til å være 7,6 %.

For gående er ikke forskjellen mellom disse to scenarioene like markant. Her gir konsept 3 scenario 2 økningen på 8,2 %, mens konsept 2 scenario 2 gir økning på 7,5 %.

En mulig forklaring på dette er at sykkelturner har høyere markedsandel for arbeidsreiser enn for fritidsreiser. Dermed vil økt veibruksavgift i rushtiden generere større relativ vekst for transportarbeidet på sykkel enn for transportarbeidet knyttet til gangturner.

#### 4.1.6 Trafikantnytte og operatørinntekter

Årlig netto nytte i år  $n$  er definert som:

$$V^n = B^n + P^n - (1+S)F^n + E^n,$$

der  $B$  er konsumentoverskudd,  $P$  er operatørnyttet,  $F$  er det offentliges finansieringsbehov og  $E$  er øvrig samfunnsnytte.  $S$  er skattekostnaden.

Trafikantnyttet er definert ut fra formelen under, der  $x$  er antall turer og  $g$  er kostnader. Denne formelen for å beregne brukernytte kalles trapesformelen. Notasjonen er slik at 0 symboliserer sammenligningsalternativet, mens 1 symboliserer tiltaksalternativet.

$$\begin{aligned} B &= \frac{1}{2} \sum_{w \in W} (g_w^0 - g_w^1)(x_w^0 + x_w^1) \\ &= \sum_{w \in W} (g_w^0 - g_w^1)x_w^0 + \frac{1}{2} \sum_{w \in W} (g_w^0 - g_w^1)(x_w^1 - x_w^0) \\ &= \frac{1}{2} \sum_{w \in W} (g_w^0 + g_w^1)(x_w^1 - x_w^0) + \sum_{w \in W} (g_w^0 x_w^0 - g_w^1 x_w^1) \end{aligned}$$

Første linje representerer trapesformelen på normal form. Andre linje skiller mellom henholdsvis nytte for eksisterende trafikanter og nytten av nyskapt og overført trafikk. Eksisterende trafikanter er trafikanter som ikke endrer atferd som følge av tiltaket, mens den nyskapt og overførte trafikken er de som endrer atferd på grunn av tiltaket.

I den tredje linja er trapesformelen skrevet på en form som egner seg som utgangspunkt for korrigeringer for reelle kostnader som trafikantene likevel ikke har tatt hensyn til i sine beslutninger. Den siste summen i tredje linje kan like gjerne summeres over modellens lenker som reiserelasjoner, og dette benytter vi oss av når vi beregner korreksjonsleddet for bilførernes ikke-opplevde kilometeravhengige kostnader.

Trafikantnyttet beregnes ved å summere over alle reiserelasjoner. Fordi ulike reiseformål er forbundet med ulike tidsverdier, ulike tidsperioder er forbundet med ulikt transporttilbud og ulike transportmidler er forbundet med ulike generaliserte reisekostnader, beregnes trafikantnyttet for hvert reiseformål, hvert tidsintervall og hver transportform separat.

I våre transportmodellberegninger ser vi utelukkende på endringer i veibruksavgiften og bompengereinnkrevningen. Dette er kostnader som kun belastes bilistene. For øvrige transportformer antas transporttilbudet uendret mellom tiltaksalternativene og sammenligningsalternativet, og trafikantnyttet for øvrige transportformer er dermed null.

Dette er en forenkling. Endret veibruksavgift vil gi endringer i trafikkomfanget på veiene. Dette kan gi endret fremkommelighet for kollektive transportmidler. Økt etterspørsel etter kollektivreiser som følge av endret avgiftsbelastning for bilistene kan også tvinge frem endringer i kollektivtilbudet for eksempel i form av flere avganger for å håndtere etterspørselsøkningen.

Dette er imidlertid trafikantnytteeffekter som er komplisert å modellere på tilfredsstillende måte, og som forventes å spille en beskjeden rolle i det store regnskapet.

For bilførerne består den generaliserte reisekostnaden av reisetid, distansekostnader og direkte utlegg til bomplasseringer og fergebilletter. For bilpassasjerer er det kun reisetiden som betraktes som reisekostnad.



Nytten for operatørene består av endrede driftskostnader og inntekter for kollektivselskapene, bomselskapene og fergeselskapene. Når reisekostnadene til bilistene endres, gir dette utslag i endret trafikkomfang. Dette påvirker inntektene til nevnte operatører, og vil indirekte også endre driftskostnadene deres.

Nytten for kollektivselskapene beskrives nærmere i et senere avsnitt når denne beregnes på nasjonalt nivå. For Viken-modellen konsentrer vi oss om nytten for bomselskapene, men tar også ut resultater for fergeselskapene separat slik at vi kan skille ut nytten som tilfaller bomselskapene.

Vi antar videre at vi kan se bort fra bomselskapenes endrede driftskostnader som følge av endrede passeringstall.

I transportmodellen legges det i utgangspunktet til grunn at alle passeringer i bomstasjoner er forbundet med en gitt kostnad med mindre bomsystemet har timesregel. Ved timesregel beregnes kun kostnaden forbundet med dyreste passering i bomsystemet. Vi bruker her bomtakster inklusiv rabatt for autopassavtale når vi beregner bilistenes kostnader og bomselskapenes inntekter. Andre fritaksregler utover timesregel, som månedstak og særordninger for visse grupper, håndteres ikke eksplisitt. For å ta høyde for dette, justeres bomtaksten ned med 10 % i alle beregninger av trafikantnytte og bomselskapenes inntekter.

Tabell 4.12 viser beregnet trafikantnytte og endrede operatørinntekter for bom- og fergeselskaper i Viken-modellen. Tallene er oppgitt i millioner kroner per år. Prisåret er 2022. Veibruksavgiften inkluderer merverdiavgiften i beregningsresultatene i tabellen. Dette gjelder resultater for trafikantnytte og offentlige inntekter.

Vi presenterer beregningsresultatene for trafikantnyttens splittet opp på de ulike kostnads-komponentene fordi dette gir detaljert og verdifull informasjon. Det er imidlertid viktig å påpeke at det er endringer i den totale generaliserte reisekostnaden som er av betydning i den store sammenhengen, og at tolkninger av små utslag i enkeltpostene har begrenset verdi.

Tabell 4.12: Beregnet trafikantnytte og endrede operatørinntekter for bom- og fergeselskaper (mill. kr per år, 2022-kr) sammenlignet med K0+ i 2030.

	Nytteelementer	Viken K1 Sc1	Viken K1 Sc2	Viken K2 Sc1	Viken K2 Sc2	Viken K3 Sc1	Viken K3 Sc2
Konsumenter	VBA	-2606	-8500	-4658	-12462	-4284	-11687
	Tid	307	878	816	1588	986	1823
	Distanse	6	21	18	37	31	43
	Bom	0	-2	16	33	353	335
	Fergeinntekter	-1	-3	-2	-10	-3	-10
	Totalt	-2294	-7605	-3810	-10814	-2918	-9496
Operatører	VBA	2521	7890	4347	10864	3996	10098
	Bom bypakker	-161	-468	-556	-1237	-665	-1361
	Bom	-36	-99	-73	-158	-33	-137
	Fergeinntekter	-3	-15	5	10	3	6
	Totalt	2321	7307	3722	9480	3302	8606

Tabellen viser at økt veibruksavgift gir negativ trafikantnytte for bilistene. Nyttetapet består i all hovedsak av økte kostnader knyttet til veibruksavgiften. De øvrige reisekostnadene knyttet til bompenger, fergebilletter og øvrige distanseavhengige kostnader er i utgangspunktet uendret mellom tiltakene og sammenligningsalternativet, og gir dermed kun nyttevirkninger for bilist-

ene dersom avgiftsendringen endrer bilistenes reiserute mellom reiserelasjoner. Avgiftsendringene vil til en viss grad stimulere bilistene til å velge korteste reiserute der det finnes gode alternative rutevalg, og dermed innebære en viss reduksjon i øvrige distanseavhengige kostnader. Slike nyttevirkninger vil imidlertid være relativt beskjedne og kan til en viss grad midle hverandre ut gjennom økninger i tidsbruk eller direktekostnader.

Siden økte kostnader knyttet til veibruksavgift gir redusert trafikkomfang, vil imidlertid fremkommeligheten i veinettet bli bedre. Dette gir seg utslag i et positivt nyttebidrag knyttet til reisetid for bilistene.

Bilistenes nyttetap knyttet til økt veibruksavgift oppveies i stor grad av økte avgiftsinntekter til staten som i tabellen er betraktet som en operatør. Bomselskapene opplever også tapte inntekter som følge av høyere veibruksavgift. Trafikken går ned, og inntektene faller. Tabellen skiller mellom inntekter i bomringer knyttet til bypakker og øvrige, strekningsbaserte bomstasjoner. Tabellen viser også trafikantnytte og operatørintekter for ferger. Viken-modellen har imidlertid kun fire bilferger innenfor sitt modellområde. Det er Bastøfergen mellom Moss og Horten som bidrar til nær sagt alle effektene vi ser i tabellen. De øvrige fergene går mellom Skjærhalden og Søndre Sandøy, Svelvik og Verket samt fergen over Randsfjorden mellom Bjønøroa og Horn. Disse fergene har lite trafikk.

Veibruksavgiften i konsept 2 og konsept 3 er utformet for å gi tilsvarende inntekter som veibruksavgiften i konsept 1 for landet som helhet innenfor hvert scenario. I konsept 1 legges det til grunn at veibruksavgiften er flat med en felles takst for hele landet. I konsept 2 settes veibruksavgiften høyere i byene enn utenfor tettbygd område. I konsept 3 settes differensieres veibruksavgiften ytterligere, og settes høyere i rushtiden enn i lavtrafikkperioden.

Fordi Viken har vesentlig høyere andel trafikkarbeid i storbyer enn landet som helhet, vil konsept 2 og 3, der veibruksavgiften er høyere i storby enn øvrige områder, gi høyere inntekter for konsept 2 og 3 enn konsept 1.

For hovedscenarioet i konsept 1 ser vi at økningen i inntekter for operatørene er noe høyere enn nyttetapet for konsumentene. Nyttetapet knyttet til økt veibruksavgift er litt høyere enn statens økte inntekter fra avgiftsøkningen. Forskjellen i absoluttverdi er imidlertid liten, noe som innebærer at det beregnede dødvekttapet er begrenset. Økt veibruksavgift for elbiler gir lavere trafikkomfang i byene i rushtiden. Dette resulterer i betydelige nyttegevinster for konsumentene i form av mindre køkjøring. Disse nyttegevinstene er høyere enn operatørens tapte inntekter fra bomplasseringer og fergebilletter. Dermed beregnes de totale inntektene for operatørene til å være noe høyere enn nyttetapet for konsumentene.

I scenario 2 konsept 1 økes veibruksavgiften ytterligere, men er fremdeles flat med felles sats for hele landet. Dette innebærer noe høyere dødvekttap. Fremkommeligheten i veinettet blir naturlig nok enda bedre når veibruksavgiften settes opp.

I konsept 1 scenario 2 beregnes de totale inntektene for operatørene til å være noe lavere enn nyttetapet for konsumentene, mens man i hovedscenarioet beregnet dem til å være noe høyere enn nyttetapet for konsumentene. Dette skyldes i stor grad at dødvekttapet blir større når avgiftene øker.

I konsept 2 differensieres veibruksavgiften mellom storby og spredtbygd strøk. Avgiftsnivået er designet for å gi omtrent samme inntekter fra veibruksavgiften som konsept 1, men siden Viken-modellen altså har vesentlig høyere andel trafikk i urbane områder enn landet generelt, vil avgiftsnivået i konsept 2 være høyere enn i konsept 1 for Viken.

Dette kommer tydelig fra når vi ser på resultatene for inntekter og trafikantnytte knyttet til kostnadselementet VBA. Vi ser videre at nyttebidraget fra bedret fremkommelighet i konsept 2 hovedscenario er omtrent på nivå med konsept 1 scenario. Kø og forsinkelser er et byfenomen, og differensiert veibruksavgift etter tettstedskategori er bedre egnet til å forbedre fremkommeligheten i veinettet.

Nedgangen i inntekter for bomselskapene er også større i konsept 2 hovedscenario enn i konsept 1 scenario 2. Dette skyldes at hovedvekten av bompenginntektene kommer fra bomringene der høy veibruksavgift gir stort inntektsfall.

De øvrige strekningsvise bomstasjonene får noe lavere inntektsfall i konsept 2 hovedscenario enn i konsept 1 scenario 2. Her er inntektstapet i konsept 2 dominert av bortfall av bompaseringer i de nye bomstasjonene på E18 Vestkorridoren. Disse ligger ved bygrensen mellom Oslo og Bærum, og får betydelig reduksjon i antall passeringer når veibruksavgiften øker i urbane områder.

Fergeselskapene får en beskjeden økning i inntekter i konsept 2 til forskjell fra konsept 1 der inntektene gikk noe ned. Dette skyldes at den flate veibruksavgiften i konsept 1 gir en generell nedgang i trafikk for hele landet, mens den differensierte avgiften i konsept 2 gir nedgang i storbyene, og mindre endringer utenfor.

Når veibruksavgiften øker, vil Bastøfergen isolert sett fremstå som et mer attraktivt enn alternative rutevalg via Oslofjordtunnelen eller via Oslo sentrum. Bilene belastes ikke økt veibruksavgift når de står parkert om bord på en bilferge.

I konsept 1 vil imidlertid den generelle avgiftsøkningen innebære frafall av inntekter også for Bastøfergen siden trafikknivået reduseres gjennomgående i hele landet. I konsept 2 vil imidlertid effekten av at fergene blir mer attraktive overgå eventuelt inntektstap av høyere kjørekostnader og gi et lite positivt bidrag.

Samtidig viser tabellen at trafikantnyttene knyttet til fergekostnader isolert sett blir negativ. Forklaringen på dette er at nyskapt trafikk på fergene endrer rutevalg fra reiserute uten ferge til reiserute med. De nye rutevalgene gir isolert sett dermed bilistene økte fergekostnader. Dette vil imidlertid for en stor del kompenseres med lavere kilometeravhengige kostnader og sannsynligvis også lavere bompengeutlegg siden trafikantnyttene av bompenger isolert sett beregnes til å gi positive nyttebidrag.

I konsept 3 differensieres veibruksavgiften både mellom byer og spredtbygde strøk og mellom rushtid og lavtrafikk. Konseptet innebærer også endret utforming av bominnkreving i bomringene ved at bomstasjonene avvikles og erstattes å en kilometeravhengig bomsats som et utformet for å gi samme proveny som bomstasjonene ville gitt.

Konsept 3 innebærer at bilistenes tidsgevinst øker ytterligere sammenlignet med konsept 2 på grunn av økt veibruksavgift i rushtiden. Konseptet gir også et betydelig nyttebidrag knyttet til trafikantnytte fra bomringene. Forklaringen på dette er at kilometeravhengig bompenginnkreving i byene fjerner store deler av dødvektetapet forbundet med den tradisjonelle, punktvis innkrevingen.

## 4.2 Oppskalering av resultater til nasjonalt nivå

For å kunne gi et anslag på effekten de ulike konseptene vil ha på nasjonalt nivå, må vi oppskalere resultatene fra transportmodellberegningen fra Viken-modellen.

Bakgrunnen for at Viken-modellen ble valgt for disse analysene var at modellens geografiske utstrekning representerer en gunstig sammensetning av de ulike tettstedskategoriene. Modellens resultater vil i så måte kunne brukes til å analysere effekter av konseptene for ulike typer tettsteds kategorier. Viken-modellen gir oss svar på hvordan konseptene slår ut i landets største og mest trafikkintensive by, mens gamle Østfold fylke kan anses å representere det nærmeste man kommer et Norge i miniatyr, der vi både har store rurale områder i Indre Østfold, storby med mer enn 100 000 innbyggere representert ved Fredrikstad og Sarpsborg i Nedre Glomma samt Moss og Halden som mellomstore byer av kategori tettsted med mellom 15 000 og 100 000 innbyggere. I tillegg er Østfold plassert såpass langt fra hovedstaden at trafikken der ikke i veldig stor grad vil domineres av effektene i Oslo.

Det er imidlertid ikke åpenbart hvordan man best mulig kan oppskalere resultatene fra Viken-modellen til nasjonale tall. Resultatene for Viken viser et trafikkbilde som er mer sammensatt enn vi kanskje hadde sett for oss ved oppstart. Når man differensierer veibruksavgiften mellom ulike tettsteds kategorier og ulike tidsperioder, hadde vi kanskje forventet større forskjeller i effekter både mellom byer og rurale områder og mellom rushtid og lavtrafikkperioden.

Det er imidlertid slik at en del av trafikken i lavtrafikken påvirkes av rushtidssituasjonen. Økte kostnader i rushtiden, innebærer også til en viss grad økte kostnader for trafikken som foregår i lavtrafikkperioden. En god del av utreisene i rushtiden har sin hjemreise i lavtrafikkperioden. Mange reiser består av flere turkjedder, der hjemreisen fra arbeid inkluderer henting i barnehage eller innkjøp av varer. Dermed viskes de skarpe linjene mellom rushtidstrafikken og lavtrafikken til en viss grad ut.

Det er også slik at mange bilreiser krysser ulike tettsteds kategorier. Byene er attraktive reisemål med sitt service-tilbud og alle sine arbeidsplasser. Men bilreiser til byene vil ofte også bestå av lange strekninger gjennom rurale områder. Dermed vil den totale reisekostnaden bestå både av delstrekninger som vil få reduserte kostnader fra veibruksavgiften når denne differensieres etter tettsteds kategori, og delstrekninger i urbane områder der avgiften øker.

Vi har sett på flere alternative tilnærminger for å skalere opp resultatene til nasjonalt nivå. Trafikkarbeidet er på sett og vis det viktigste resultatet å få oppskalert siden de fleste signifikante nyttevirkningene knyttet til bilisme i stor grad kan anses å være proporsjonale med endringen i trafikkarbeid.

Etter å ha undersøkt ulike tilnærminger, endte vi opp med en ganske enkel metode. Den går ut på at vi tar utgangspunkt i en framskrivning for trafikkarbeidet for 2030 utarbeidet av SINTEF. Framskrivningen gjelder lette kjøretøy og er fordelt etter bil kategorier segmentert etter drivstofftype og teknologi. Framskrivningen anslår samlet årlig trafikkarbeid for lette kjøretøy til 45 991 millioner kjøretøykilometer i 2030. Elbiler står for 57.6 % av dette trafikkarbeidet, noe som utgår 26 487 millioner kjøretøykilometer.

Vi legger disse tallene til grunn som nasjonalt trafikkarbeid for 2030 i vårt nullalternativ, og fordeler dem på ulike tettsteds kategorier og tidsperioder basert på andelene som ligger til grunn for fastsettelse av satser for veibruksavgift i de ulike konsepter og underscenerier.

Tabell 4.13 viser hvordan trafikkfordelingen for nullalternativet i 2030 da blir i absolutte tall.

Tabell 4.13: Nasjonalt trafikkarbeid (mill. kjøretøykilometer) i 2030 i K0

Tidsperiode	Biler med forbrenningsmotor			Elbiler		
	By	Tettsted	Rural	By	Tettsted	Rural
Lavtrafikk	2964	1108	9777	5059	1411	12336
Rushtrafikk	1210	452	3993	2066	576	5039
Totaltrafikk	4174	1560	13770	7125	1987	17375

Med nullalternativet bestemt, beregner vi nasjonalt trafikkarbeid ved å ta i bruk relative endringer mellom konsepter og underscenarioer beregnet ved bruk av Viken-modellen. Resultatet av dette er vist i Tabell 4.14.

Tabell 4.14: Nasjonalt trafikkarbeid (mill. kjøretøykilometer) i de ulike konseptene og underscenarioene

SCENARIO	Biler med forbrenningsmotor				Elbiler				Totalt
	Storby	Tettsted	Rural	Totalt	Storby	Tettsted	Rural	Totalt	
Viken 2030 K0	4174	1560	13770	19504	7125	1987	17375	26487	45991
Viken 2030 K0+	4317	1567	13852	19735	6763	1967	17219	25949	45685
Viken 2030 K1 Sc1	4317	1562	13817	19696	6413	1865	15999	24277	43973
Viken 2030 K1 Sc2	4076	1484	12990	18550	6005	1745	14614	22364	40913
Viken 2030 K2 Sc1	3967	1596	14105	19668	5947	1927	16586	24461	44129
Viken 2030 K2 Sc2	3414	1556	13630	18601	5116	1868	15818	22803	41404
Viken 2030 K3 Sc1	3965	1577	14165	19707	5965	1904	16648	24516	44224
Viken 2030 K3 Sc2	3387	1505	13666	18557	5110	1809	15856	22775	41332

Metodikken forutsetter altså at de relative endringene man får ved å kjøre de ulike konseptene og underscenarioene i Viken-modellen gjelder for landet som helhet. Siden Viken-modellen har vesentlig større andel trafikkarbeid i storbyer enn landet for øvrig, kan denne forutsetningen intuitivt sett virke tvilsom.

Vi har imidlertid også gjort alternative skaleringer. Vi har blant annet oppskalert tallene til nasjonalt nivå ved å bruke de relative endringene vi får når vi utelukkende ser på trafikkarbeidet i gamle Østfold fylke, og vi har også tatt ut endringer fra den nasjonale persontransportmodellen og benyttet endringene derfra til å beregne effekter for langdistansetrafikken og brukt endringene for korte reiser i regional persontransportmodell for å beregne effekter for reiser under 70 kilometer. Ingen av disse alternative metodene gir de helt store forskjellene i beregnet nasjonalt trafikkarbeid. Vi har derfor konkludert med at valgt metodikk gir robuste resultater og tilfredsstillende anslag for nasjonale effekter av beregnede konsepter.

#### 4.2.1 Nytteeffekter på nasjonalt nivå

Nytten består som tidligere beskrevet av trafikantnytte, operatørnytte, det offentliges finansieringsbehov og øvrig samfunnsnytte.

Det offentliges finansieringsbehov er naturligvis av særlig interesse i dette prosjektet. Statens inntekter fra veibruksavgift har de senere årene falt vesentlig som følge av at dagens avgift utelukkende gjelder biler med forbrenningsmotor og at disse utgjør en stadig mindre andel av trafikken i Norge grunnet formidabel vekst i elbilandelen i kjøretøyparken.

Innføring av veibruksavgift også for elbiler og økte satser for biler med forbrenningsmotor innebærer økte inntekter for det offentlige. Samtidig vil andre avgiftsinntekter falle som følge av at trafikken reduseres når veibruksavgiften settes opp.

Statens inntekter fra veibruksavgift er produktet av trafikkarbeid og avgiftssats. Dette beregnes for hvert scenario fordelt på biltype og tettstedskategori og tidsperiode.

Statens inntekter fra andre bilrelaterte avgifter beregnes på tilsvarende vis med utgangspunkt i enhetsverdier hentet fra COWI-rapporten «Oppdatering av enhetskostnader i håndbok V712 til 2020-kroner». Denne rapporten inneholder enhetskostnader for ulike biltyper.

Tabell 4.15 viser enhetskostnader for elbiler oppgitt i 2022-kroner. Første kolonne inneholder kostnader eksklusiv avgifter, noe som gjerne refereres til som samfunnsøkonomiske kostnader. Andre kolonne inneholder kostnader inklusiv eventuelle avgifter, men eksklusiv merverdiavgiften. Siste kolonne inneholder kostnader inklusiv alle avgifter, og omtales gjerne som den privatøkonomiske kostnaden.

Tabell 4.15: Distanseavhengige kostnader per kilometer for elbiler (2022-kr).

Kostnader	Elbiler		
	Ekskl. avgifter	Inkl. avgifter ekskl. mva	Inkl. alle avgifter
Drivstoff	0,19	0,23	0,27
Dekk og Olje	0,21	0,21	0,25
Reparasjoner	0,30	0,30	0,37
Kapital	1,10	1,10	1,10
Totalt	1,80	1,84	1,98

Tabell 4.16 viser på tilsvarende vis distanseavhengige kostnader for biler med forbrenningsmotor. Vi har her vektet sammen kostnader for ulike biltyper med forbrenningsmotor basert på forventet trafikksammensetning i år 2030 utarbeidet av miljødirektoratet. Vi har også tatt høyde for at CO<sub>2</sub>-avgiften vil være høyere i 2030 enn i dag.

Tabell 4.16: Distanseavhengige kostnader per kilometer for biler med forbrenningsmotor (2022-kr)

Kostnader	Biler med forbrenningsmotor		
	Ekskl. avgifter	Inkl. avgifter ekskl. mva	Inkl. alle avgifter
Drivstoff	0,41	0,97	1,19
Dekk og Olje	0,27	0,27	0,33
Reparasjoner	0,46	0,46	0,55
Kapital	0,62	0,83	0,96
Totalt	1,76	2,53	3,03

Basert på innholdet i tabellene finner vi da at statens avgiftsinntekter fra elbilene vil være omtrent 18 øre per kjørte kilometer, mens inntektene fra biler med forbrenningsmotor vil være omtrent 1,27 kroner per kjørte kilometer. Når trafikkarbeidet reduseres grunnet høyere veibruksavgift, vil avgiftsinntekter knyttet til øvrige distanseavhengige kostnader synke.

For bilistene vil imidlertid redusert bilbruk innebære reduserte kostnader. Når man beregner trafikantnytte ved bruk av trapesregelen, tar man utelukkende hensyn til adferdsrelevante kostnader. Etterspørselen endrer seg i takt med opplevde kostnader. Endringer i kostnader som trafikantene ikke forholder seg til når de velger om de skal reise, hvor de skal reise og med



hvilket transportmiddel reisen skal gjennomføres med, må beregnes som en korreksjon til trafikantnytt.

En bruktbils markedsverdi er for eksempel korrelert med kilometerstand. Antakelsen i transportmodellene er at bilistene ikke tar fullt ut hensyn til dette når de avgjør hvorvidt de skal velge raskeste reiserute til reisemålet, eller om de skal velge lenger reisevei for å unngå eventuelle bomstasjoner.

Tiltak som innebærer reduksjon i trafikkarbeid, vil i så måte spare bilistene for en del utgifter de ikke tar hensyn til i valgsituasjon. Man korrigerer for dette ved å multiplisere endringen i trafikkarbeid med differansen mellom faktiske privatøkonomiske kostnader og opplevde privatøkonomiske kostnader.

I de regionale persontransportmodellene forutsettes det at bilistene kun tar hensyn til halvparten av de faktiske distansekostnadene. Differansen mellom reell kostnad og opplevd kostnad er dermed differansen mellom kostnaden transportmodellen bruker til å beregne etter spørsel og den samlede privatøkonomiske kostnaden oppgitt i Håndbok V712.

Forutsetningen om at kun deler av faktisk kostnad er adferdsrelevant, gjelder imidlertid ikke for reiser i arbeids medfør. For tjenestereiser bruker den regionale persontransportmodellen statens regulativ for kjøregodtgjørelser som uttrykk for distanseavhengige kostnader. Det skilles ikke mellom opplevde og reelle kostnader. Dermed må trafikkarbeidet fra tjenestereiser utelates når man beregner korreksjonen.

Det samme gjelder de lange reisene som beregnes i den nasjonale persontransportmodellen. I den nasjonale persontransportmodellen forutsettes det heller ikke at kun deler av reell distansekostnad påvirker adferden. Trafikkarbeidet fra lange reiser må derfor også utelates når man beregner korreksjonen.

#### 4.2.2 Eksterne kostnader fra biltrafikk

Eksterne kostnader fra biltrafikk er også beregnet som proporsjonal med endringer i trafikkarbeid. Vi bruker her enhetsverdier fra TØI-rapport 1704/2019 «Eksterne kostnader ved transport i Norge – Estimer av marginale skadekostnader for person- og godstransport.»

Rapporten inneholder enhetsverdier for de ulike skadekostnadene knyttet til støy, lokale utslipp, CO<sub>2</sub>-utslipp, kø, ulykker og slitasje. Enhetsverdiene er differensiert på biltype, tettsteds-kategori og tidsperiode.

Vi har vektet sammen enhetsverdier for biler med forbrenningsmotor basert på forventet trafikksammensetning i 2030 mottatt fra Miljødirektoratet. Vi ser videre bort fra de eksterne køkostnadene siden disse omfattes av trafikantnytteberegningens reisetidselement. Videre bruker vi rapportens enhetsverdier for døgnet som helhet. Bakgrunnen for dette er at rapporten legger til grunn rushtidens makstime i sine estimer for skadekostnader i rushtiden, men våre transportmodellresultater legger til grunn at rushtidsperioden varer i 4,5 timer. Dessuten er det ikke veldig store forskjeller i enhetsverdiene for rushtid og lavtrafikk når man ser bort fra køkostnadene.

Enhetskostnadene i rapporten bygger på SSBs tettstedsinndeling. Vi har i disse beregningene valgt en utvidet tettstedsdefinisjon for å sikre at de differensierte veibruksavgiftene er gyldige i hele tettsteder og storbyer. Med SSBs definisjon vil spredtbygde områder internt i store byer kategoriseres som rurale strøk, og være forbundet med lavere veibruksavgift enn øvrig område.



Når man skal beregne eksterne kostnader er det imidlertid naturlig å legge til grunn tettstedsdefinisjonen til SSB både fordi enhetsverdiene er utledet basert på denne definisjonen og fordi kostnader knyttet til støy og lokal luftforurensing åpenbart bør beregnes basert på lokal befolkningstetthet.

### 4.2.3 Billettinntekter for kollektivselskapene

Økte avgifter knyttet til bilisme vil øke markedsandeler for alternative transportformer på bekostning av bilismen. Dette innebærer økt etterspørsel etter kollektivreiser, hvilket igjen betyr høyere billettinntekter og større kostnader knyttet til drift.

Viken-modellen beregner antall kollektivturer i hvert konsept. Kollektivtilbudet holdes uendret for alle beregninger for beregningsåret 2030.

Kollektivtilbudet er representert i form av LOS-matriser som inneholder reisekostnader mellom alle modellens reiserelasjoner. Kostnadene består blant annet av ulike former for reisetid. Ombordtid er reisetiden tilbragt om bord i det kollektive transportmiddelet. Ventetid er tiden man tilbringer på holdeplassen og er definert som halvparten av tid mellom avganger. Tilbringertid er tiden man bruker for å forflytte seg fra opphavssone til holdeplass, fra holdeplass til destinasjon eller mellom holdeplasser. I regional persontransportmodell legges det til grunn at folk går mellom holdeplassene med en fart på 5 km/t.

I tillegg til reisetid er det kostnader knyttet til ulempen ved å bytte kollektivt transportmiddel, og direkte utlegg knyttet til billetter.

Billettkostnaden er gitt både som prisen på enkeltbillett for reiserelasjonen, og prisen på månedskort for reiserelasjonen. De ulike regionale persontransportmodellene forutsetter ulike andeler månedskortinnehavere tilpasset regionen karakteristikkene. I Oslo er andelen kollektivpassasjerer med månedskort vesentlig høyere enn i andre deler av landet. Oslo har også høy kollektivandel sammenlignet med andre deler av landet.

Viken-modellen beregner endret etterspørsel etter kollektivreiser for de ulike konseptene. Vi legger her til grunn at effektene vi beregner i Viken er overførbare til resten av landet. Data fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen hentet fra numerika.no, viser at 66 % av landets kollektivturer gjennomføres i Viken. Dette legges til grunn når vi oppskalere etterspørselsvirkningene for kollektivtrafikken til nasjonalt nivå. Oslo står for øvrig alene for nær 40 % av landets kollektivturer. Oslo og gamle Akershus fylke står til sammen for 58 % av kollektivturene.

Kollektivselskapenes økte inntekter kan finnes ved å multiplisere billettpriser mellom ulike soner som angitt i LOS-data med økningen i antall kollektivturer mellom tilsvarende soner angitt i turmatrisene.

Det er imidlertid flere utfordringer knyttet til denne fremgangsmåten spesielt når formålet er å beregne endringer i inntekter på nasjonalt nivå. Fremgangsmåten vil kreve en mer detaljert oversikt over billettproduktene enn hva som ligger i modellene. Dette gjelder spesielt andeler som har periodekort og andeler som reiser med honnørbillett og studentrabatt. Vi mener derfor det er bedre å gjøre et anslag på endringer i billettinntekter basert på andre kilder.

Kollektivsystemet i Oslo er naturlig nok svært dimensjonerende for resultatene våre nasjonalt siden Oslo alene utgjør en vesentlig andel av samlet kollektivtransport. Oslo har også et unikt kollektivsystem i norsk sammenheng. Billettsystemet er langt på vei blitt helelektronisk, og spesielt skinnegående transportmidler som trikk og t-bane har høy integrasjon og trolig langt

lavere bytteulempe enn bussene som dominerer kollektivtilbudet i de fleste andre deler av landet.

Ruters enkeltbilletter gir fri adgang til reiser innenfor en klokkeperiode. Dette er neppe unikt for Ruter, men muligheten for å foreta flere reiser på samme enkeltbillett krever et høyfrekvent og tett integrert kollektivsystem med korte avstander mellom holdeplasser.

Dessuten kan nok trikk, t-bane og leddbusser til en viss grad oppleves som tilnærmet ubetjent tilbud noe som trolig innebærer at andelen snikere vil være høyere i Osloområdet enn ellers i landet der veien inn i bussen går forbi en sjåfør som selger og kontrollerer billetter.

Ifølge Ruters årsrapport er gjennomsnittlig billettinntekt per reise i overkant av 12 kroner. Dette er beregnet ved bruk av passasjerstatistikk fra sensor-baserte registreringer. Til sammenligning oppgir Brakar, som er gamle Buskerud fylkes kollektivselskap at sine kollektivreiser bringer inn en gjennomsnittlig billettinntekt på omtrent 20 kroner per reise.

Vi mener det er grunn til å anta at Brakars gjennomsnittlige billettinntekter er mer representativ for resten av landet enn Ruters. Samtidig er det slik at Brakars totale billettinntekter oppgis til i underkant av 200 millioner kroner for 2019, mens Ruter på sin side oppgir samlede billettinntekter på nær 5 milliarder kroner.

Når vi skal beregne endringer i billettinntekter nasjonalt, må vi anslå gjennomsnittlige billettinntekter per reise på nasjonalt nivå. I tillegg til regionale kollektivselskaper som Ruter og Brakar utgjør også togtrafikken en stor andel tilbudet. Dette gjelder i særdeles i intercity-triangelet som i stor grad dekkes av Viken-modellen.

Vi har ikke lyktes å finne gjennomsnittlige billettinntekter knyttet til togtrafikk, men det er grunn til å anta at gjennomsnittlig billettinntekter for togreisene ligger vesentlig høyere enn for de øvrige transportformene blant fordi togreisene har vesentlig lenger reisedistanse.

Ut fra disse betraktningene har vi valgt å legge til grunn at en gjennomsnittlig kollektivreise i Norge medfører en billettinntekt på i underkant av 20 kroner. Vi antar videre at inntektene per reise er en del lavere i rushtiden enn i lavtrafikkperioden fordi dem som reiser kollektivt til arbeid og studiested antas å ha betydelig høyere periodekortandel. Vi legger derfor skjønsmessig til grunn at gjennomsnittlig billettinntekt i rushtiden er 15 kroner per reise, mens gjennomsnittlig billettinntekt i lavtrafikkperioden er 25 kroner per reise.

#### 4.2.4 Økte driftskostnader for kollektivselskapene

Transportmodellberegningene er gjennomført med uendret kollektivtilbud i referanse- og tiltaksscenarioer. Beregningene tar ikke hensyn til kapasitetsbegrensninger på kollektive transportmidler. Økt etterspørsel påvirker således ikke tilbudet i form av økt trengsel og dårligere komfort om bord i kollektive transportmidler.

Økt etterspørsel etter kollektivreiser vil imidlertid kreve økt materiell fra kollektivselskapene. Det gjelder spesielt i rushtiden der kapasiteten mange steder er begrenset. I lavtrafikken antas det at mer av etterspørselsøkningen kan absorberes i eksisterende tilbud.

Vi har ikke gode data for samlede driftsutgifter for kollektivtrafikken på nasjonalt nivå. Fra Ruters årsrapport for 2019 finner vi at gjennomsnittlig kostnad per reise omtrent 23 kroner, hvilket innebærer et tilskuddsbehov på omtrent 43 % og samlede driftsutgifter på i overkant av 9 milliarder kroner per år.

Fra Brakars årsrapport for 2019 finner vi at gjennomsnittlig kostnad per reise er nær 55 kroner, hvilket innebærer et tilskuddsbehov på nær 63 %

Siden vi ikke har gode data for samlede driftskostnader for kollektivselskapene, beregner vi denne som funksjon av samlede inntekter. Vi legger til grunn at gjennomsnittlig tilskuddsbehov er 50 % per reise, og får da at samlede driftsutgifter er dobbelt så høye som samlede billettinntekter.

Driftskostnadene splittes på rushtid og lavtrafikk basert på andel vognkilometer kjørt i rushtid og lavtrafikk i Viken-modellen. Basert på kollektivtilbudet som ligger til grunn i modellen, og som er hentet direkte fra ENTURs ruteinformasjon, er andelen vognkilometer kjørt i rushtiden omtrent 38 %. Rushtiden defineres her som tidsperioden mellom 0600 og 0900 om morgenen og 1500 til 1800 om ettermiddagen. Lavtrafikkperioden består av tidsperiodene mellom 0900 og 1500 og mellom 1800 og midnatt.

Det antas videre at driftskostnadene består av en fast del og en etterspørselsavhengig del. For lavtrafikkperioden antas den faste delen å utgjøre 2/3 av totale kostnader. For rushtrafikkperioden antas den faste delen å utgjøre 1/3 av totale kostnader.

Det er naturlig å anta at driftskostnadene i lavtrafikkperioden i stor grad går med på å opprettholde et rutetilbud som kan absorbere etterspørselsøkning uten store kostnadsøkninger, mens etterspørselsøkning i rushtrafikkperioden i større grad vil kreve ekstra utgifter til materiell og personell.

Videre er det naturlig å anta at den relative økningen av etterspørselsavhengige kostnader vil være lavere i lavtrafikkperioden enn i rushtidsperioden, og at den relative økningen av etterspørselsavhengige kostnader vil være lavere enn relativ økning i etterspørsel.

Følgende kostnadsfunksjon for drift av kollektivselskaper er benyttet i beregningene for å finne kollektivselskapenes økte kostnader. Formelen er hentet fra TØI-arbeidsnotat 50046.

$$K^1 = K_{lav}^0 * \left[ \frac{2}{3} + \left( \frac{1}{3} * \left( \frac{x_{lav}^1}{x_{lav}^0} \right)^{0.75} \right) \right] + K_{rush}^0 * \left[ \frac{1}{3} + \left( \frac{2}{3} * \left( \frac{x_{rush}^1}{x_{rush}^0} \right)^{0.85} \right) \right], \text{ der}$$

$K^1$  er kollektivkostnader i tiltaksalternativet,

$K_{lav}^0$  og  $K_{rush}^0$  er kollektivkostnader for henholdsvis lavtrafikk og rushtrafikk i basisalternativet,

$x_{lav}^1$ ,  $x_{lav}^0$ ,  $x_{rush}^1$  og  $x_{rush}^0$  er antall kollektivreiser i lavtrafikkperioden i tiltaksalternativ og basisalternativ og antall kollektivreiser i rushtidsperioden i tiltaksalternativ og basisalternativ.

#### 4.2.5 Helsegevinster fra flere gående og syklende

Avgifter som gjør det dyrere å kjøre bil, vil resultere i flere gang- og sykkelreiser. At flere går og sykler gir helsegevinster i form av redusert kortvarig sykefravær og lavere forekomst av alvorlig sykdom. Helsegevinster av lavere forekomst av alvorlig sykdom knytter seg til realøkonomiske kostnader i form av helsevesenets kostnader og produksjonstap samt velferdseffekter.

Ifølge håndbok V712 er helsegevinster for en ekstra kilometer til fots hele 26,72 kroner, mens helsegevinsten for en ekstra sykkelkilometer er 16,5 kroner. Bak disse verdiene ligger det forutsetning om at 15 % av det økte transportarbeidet til fots og 30 % av det økte transportarbeidet

på sykkel bidrar til helsegevinster. Det tas med andre ord høyde for at det kun er en minoritet av de som endrer reiseatferd som bidrar til helsegevinstene.

Vi bruker enhetsverdiene for helsegevinster fra håndbok V712 i nytteberegningen. For å skalere Viken-modellens resultater til nasjonalt nivå, legger vi til grunn at drøye 37 % av alle sykkelturen og drøye 43 % av alle gåturer i Norge gjennomføres i Viken. Dette er hentet fra RVU 2018/2019.

#### 4.2.6 Trafikantnytte

Trafikantnyttens beregnes ved bruk av trapesregelen og summeres over alle sonerelasjoner i modellen. Trafikantnyttens beregnes altså på relasjonsnivå, og kan ikke uten videre splittes opp på ulike tettsteds kategorier. Det er teknisk mulig å foreta en slik oppsplitting, men det gir ikke nødvendigvis mening.

Årsaken til dette er at det er endringen i turenens samlede reisekostnader som ligger til grunn for trafikantnytteberegningen. Dersom man øker veibruksavgiften i storbyene og reduserer den i rurale områder, vil dette resultere i at det blir mer attraktivt å gjennomføre større del av reisen fra en gitt opphavssone til en gitt destinasjon i rurale strøk der veibruksavgiften er lav. Dette vil igjen kunne medføre at samlede reisekostnader for den rurale delreisen øker siden denne utgjør en større andel av totalreisen, mens de samlede reisekostnadene for den urbane delreisen vil bli redusert til tross for at avgiftens utforming altså innebærer økte kostnader i urbane strøk og reduserte avgifter i rurale strøk. Man må derfor være forsiktig med å fordele trafikantnyttens ut på geografiske dimensjoner.

Man bør også være forsiktig med å behandle de enkelte nytteelementene som separate poster ved oppskalering fordi det er den samlede generaliserte reisekostnaden som er avgjørende for trafikantnyttens.

Samtidig er det nødvendig å ta hensyn til at Viken-modellen dekker et område som avviker en del fra landsgjennomsnittet når det gjelder andel trafikk i ulike tettsteds kategorier og ikke minst når det gjelder kø- og bompengebelastning.

Trafikantnyttens kan betraktes som summen av nytten for eksisterende trafikk og nytten for nyskapt og omfordelt trafikk. Med nytten for eksisterende trafikk mener man nytten for de trafikantene som ikke endrer adferd som følge av tiltaket. For denne gruppen anser vi det er uproblematisk å blåse opp de enkelte trafikantnytteelementene til nasjonalt nivå separat. Det er denne nytten som utgjør det aller meste samlet nytte. På bakgrunn av dette mener vi det er akseptabelt å behandle de ulike elementene av trafikantnyttens separat ved oppblåsing av resultater til nasjonalt nivå.

Inntekter fra veibruksavgiften er proporsjonal med trafikkarbeidet, og lar seg fordele på ulike tettsteds kategorier. I mangel av bedre alternativer velger vi derfor å ta utgangspunkt i fordelingen av inntektene når vi skal blåse opp den delen av trafikantnyttens som er direkte knyttet til økt veibruksavgift. Fordi de samlede inntektsendringene fra veibruksavgiften i grove trekk tilsvarer trafikantenes negative nytte, bruker vi de nasjonale resultatene for inntektsendringer som utgangspunkt for å utlede nasjonale resultater for trafikantnytte. Vi tar utgangspunkt i forholdet mellom trafikantnytte og inntektsendring for kostnadselementet VBA beregnet i Viken-modellen, og antar at dette kan overføres til nasjonalt nivå. Vi beregner dermed nasjonal trafikantnytte fra veibruksavgiften isolert som produktet av forholdstallet og inntektsendringen for landet.

Trafikantnyttene av redusert reisetid kommer som følge av at økte avgifter gir mindre trafikk-omfang og bedre fremkommelighet i veinettet. Dette er effekter som primært gjør selv gjeldende i store byer og tettsteder i rushtiden. Vi ser imidlertid at vi også får en del fremkommelighetsforbedringer utenfor store byer og tettsteder i Viken-modellen. Disse effektene oppstår imidlertid i all hovedsak på innfartsårer inn til de store byene og tettstedene. Vi mener derfor det er naturlig å betrakte slike effekter som rene storby- og tettstedseffekter. Når vi oppskalerer trafikantnyttene fra forbedret fremkommelighet til nasjonalt nivå, forutsetter vi at 47 % av alle som bor i store byer og tettsteder, bor i Viken. Vi legger til grunn at Viken-modellens resultater dekker 47 % av samlet nasjonal trafikantnytte fra bedre fremkommelighet i veinettet.

Trafikantnytte knyttet til øvrige distanseavhengige kostnader utgjør en relativt beskjeden del av samlet trafikantnytte. Øvrige distanseavhengige kostnader er uendret i referansescenario og tiltaksscenarioene. Nyttene er begrenset til de reiserelasjonene som får endret rutevalg som følge av endret veibruksavgift eller bompengeneinnkreving.

TØI-rapport 1824-2021 «Framskrivninger for persontransport 2018-2050. Oppdatering av beregninger fra 2019» inneholder prognose for fylkesfordelt trafikkarbeid i 2030. Fra denne prognosen finner vi at trafikkarbeidet for Østfold, Akershus, Oslo og Buskerud utgjør omtrent 36 % av det nasjonale trafikkarbeidet beregnet for 2030. Viken-modellen omfatter noe større område enn disse fire fylkene. Det er blant annet enkelte byer i Vestfold som er inkludert i modellavgrænsingen. For å kompensere for dette, legges det til grunn at trafikkarbeidet i Viken-modellen utgjør omtrent 38 % av samlet nasjonalt trafikkarbeid.

Fremskrivningene omfatter primært personbilenes trafikkarbeid selv om noe av trafikken fra mobile tjenesteytere er inkludert i tjenestereisene i persontransportmodellene. Vi antar her at Viken-modellens andel av samlet nasjonalt trafikkarbeid ikke endres i særlig grad når vi inkluderer den delen av trafikkarbeidet fra lette varebiler som ikke omfattes i transportmodellens resultater.

#### 4.2.7 Bompenger og ferger

Operatørens inntektsendringer fra bomstasjoner kan differensieres mellom bomringer i tilknytning til bypakker og tradisjonelle, strekningsvise bomstasjoner.

Basert på bomstatistikk og tidligere modellberegninger fra de fire største byene i Norge legger vi til grunn at bomringene i Oslo og Fredrikstad står for omtrent 64 % av samlede inntekter fra bypakker i Norge. I dette anslaget legger vi til grunn at takstene i bomringene i 2030 er i tråd med de forutsetningene som er lagt til grunn i dette prosjektet. Dette innebærer blant annet at elbiler og biler med forbrenningsmotor møter like kostnader i bomstasjonene, og at takstnivåene justeres opp til fastsatt gjennomsnittstakst.

Vi antar dermed at bomringene i Oslo og Fredrikstad står for 64 % av samlede nasjonale nyttevirkninger knyttet til trafikantnytte og inntektstap i bomringer.

Trafikantnyttene knyttet til bompenger og fergebilletter utgjør i utgangspunktet et beskjedent bidrag til samlet trafikantnytte fordi kostnadene forutsettes å være like i referansescenario og tiltaksscenario. Unntaket er beregningene i konsept 3 der bompengeneinnkrevingen i bomringene endres fra bomsnitt til kilometerbaserte takster. Dette gir et betydelig nyttebidrag i form av redusert dødvekttap.

Trafikantnyttene knyttet til tradisjonelle bomstasjoner og ferger vil derimot spille en marginal rolle i alle konseptene.

Operatørenes inntektsendringer i tradisjonelle bomstasjoner og ferger vil påvirke resultatene noe mer. Ferger og strekningsvise bomstasjoner ligger som regel i rurale områder, og blir ikke like berørt av endrede satser for veibruksavgift som bynære bomringer. Man forventer derfor ikke de store endringene i proveny for ferger og strekningsvise bomstasjoner i konsept 2 og 3 der veibruksavgiften differensieres på tettstedskategori. I konsept 1 er imidlertid satsen flat og felles for hele landet. Dette vil gi betydelige inntektstap også for ferger og strekningsvise bomstasjoner.

Det er vanskelig å anslå hva dette vil utgjøre på nasjonalt nivå siden vi mangler presise tall som forteller Viken-modellens andel av inntekter fra ferger og strekningsvise bomstasjoner i 2030. Det innføres en rekke nye bomstasjoner frem mot 2030, samtidig som mange av de eksisterende vil bli nedbetalt. Derfor er det stor usikkerhet knyttet til anslaget om hva som vil være Viken-modellens andel.

Vi har foreløpig valgt å sette andelen til 20 % når vi oppskalere Viken-modellens resultater til nasjonalt nivå.

Når vi ser på endrede inntekter fra ferger og strekningsvise bomstasjoner i Viken-modellen, finner vi en betydelig nedgang i inntekter i alle konsepter – også i de konseptene der veibruksavgiften er lav i rurale strøk og trafikkarbeidet øker utenfor byer og tettsteder.

Årsaken til dette er at det nye bomprosjektet på E18 Vestkorridoren står for en signifikant andel av de totale inntektene fra strekningsvise bomstasjoner og ferger. Dette prosjektet vil oppleve store inntektstap i alle konsepter siden det er plassert i et område som vil få betydelig økning i veibruksavgiften i alle konsepter.

Vi har derfor valgt å se bort fra dette prosjektet når vi oppskalere inntektsendringer for ferger og strekningsvise bomstasjoner til nasjonalt nivå. Inntektsendringen som beregnes for dette prosjektet legges til de nasjonale resultatene uten noen form for oppskalering.

#### 4.2.8 Nasjonale nytteresultater

Tabell 4.17 viser beregnede nytteeffekter for landet for kjørte konsepter og underscenerier. Vi ser her på nytten til trafikantene, til kollektiv, ferge og bompengeroperatører, provenyeffekter til det offentlige og endringer i eksterne kostnader som følge av konseptene. Kostnader knyttet til investering, drift og vedlikehold av veiprisingsystemet, samt skattevridningskostnader er ikke inkludert i disse beregningene. Vi gjør oppmerksomme på at gevinsten av redusert kø inngår i trafikantnyttene og ikke i eksterne kostnader. Det er videre slik at veibruksavgiften inkluderer merverdiavgiften i disse beregningsresultatene. Dette gjelder resultater for trafikantnytte og offentlige inntekter.



Tabell 4.17: Beregnede nytteeffekter på nasjonalt nivå i 2030 sammenlignet med K0+

	K1 Sc1	K1 Sc2	K2 Sc1	K2 Sc2	K3 Sc1	K3 Sc2
VBA	-9079	-29456	-8595	-27442	-8383	-27208
Tid	653	1869	1736	3379	2097	3879
Distanse	16	55	47	97	82	112
Direkte	-2	-8	21	36	547	508
Korreksjon	1449	4672	1309	4201	1240	4357
Samlet trafikantnytte	-6963	-22867	-5482	-19728	-4418	-18353
VBA	8783	27342	8021	23923	7819	23508
Direkte	-366	-1073	-917	-2028	-1054	-2233
Avgifter*	-364	-2181	-365	-2034	-305	-2094
Eksterne kostnader (reduksjon)	529	1577	755	1952	733	2003
Helsegevinst	378	1183	999	2553	1073	2953
Billettinntekter kollektiv	152	472	431	1069	459	1221
Driftskostnader kollektiv (økning)	-110	-342	-309	-764	-341	-905
Samlede kostnadsendringer	9002	26977	8616	24671	8383	24454
<b>Sum virkninger, 2030</b>	<b>2039</b>	<b>4110</b>	<b>3134</b>	<b>4943</b>	<b>3965</b>	<b>6101</b>

\* Inkluderer ikke effekten av å fjerne engangsavgift, vektårsavgift og trafikforsikringsavgift

Resultatene i tabellen viser at alle scenarier tilsynelatende beregnes til å gi samfunnsøkonomisk lønnsomhet siden summen av endringer i operatørintekter, eksterne kostnader, helsegevinster og inntekter for det offentlige er positiv og markant større enn den negative trafikantnytte.

Økte kostnader knyttet til bilbruk vil redusere trafikkarbeid med bil. Dette slår positivt ut for samfunnsnytte spesielt i form av reduserte eksterne kostnader, økte helsegevinster og reduksjon i distanseavhengige kostnader bilistene ikke fullt ut tar innover seg når de bruker bilen. Effekten av dette er at scenariene med høyest avgiftsnivå og som dermed gir størst reduksjon i trafikkarbeid, tilsynelatende fremstår som mest samfunnsnyttige.

Det er imidlertid viktig å understreke at disse resultatene ikke tar høyde for virkninger av å flytte dagens avgifter til veibruk. Tabellen viser beregnede inntekter fra endret veibruksavgift. Når veibruksavgiften økes for å omfatte dagens engangsavgift, øker statens inntekter fra veibruksavgiften. At staten samtidig mister inntektene fra engangsavgiften er ikke tatt hensyn til i disse resultatene. Dette vil påvirke statens totale inntekter, statens inntekter fra andre kilometeravhengige inntekter og de ikke-opplevde privatøkonomiske kostnadene ved bilkjøring som danner grunnlaget for beregning av korreksjonen.

### 4.3 Samfunnsøkonomisk optimal prising

Biltrafikk medfører eksterne kostnader. Eksterne kostnader er kostnader bilistene påfører sine omgivelser uten at de selv tar hensyn til dem i sin adferd. Eksterne kostnader fra biltrafikk er blant annet knyttet til lokale og globale utslipp, støy og veislitasje. Køkostnader betraktes også som eksterne kostnader. Kø-kjøring innebærer at man påfører øvrige trafikanter tidsforsinkelser. Transportmodellene omfatter bilistenes egne køkostnader når rutevalg og etterspørsel beregnes, men det tas ikke direkte hensyn til køkostnader bilistene påfører andre trafikanter i generaliserte reisekostnader for den enkelte bilist.



Dersom bilistene ikke betaler for de eksterne kostnadene de påfører sine omgivelser, vil trafikkomfanget på veiene være høyere enn det som er samfunnsøkonomisk optimalt. Optimal prising innebærer at bilistene faktisk betaler for de eksterne kostnadene de påfører sine omgivelser.

Vi kan internalisere de eksterne kostnadene fra biltrafikk ved å innføre avgifter knyttet til bilbruk. Slike samfunnsøkonomisk optimale avgifter kalles Pigou-avgifter.

Det er allerede en rekke avgifter knyttet til bilbruk. Veibruksavgift og bompenger innebærer at en vesentlig del av de eksterne kostnadene allerede kan betraktes som internalisert. Siden de eksterne kostnadene er størst i rushtiden i de store byene, er det imidlertid antakelig slik at bilistene ikke fullt ut betaler for de eksterne kostnadene i de mest trafikkintensive områdene og tidsperiodene. Samtidig kan det antakelig også være slik at bilistene allerede betaler for høye avgifter i spredtbygde områder uten kapasitetsproblemer.

### 4.3.1 Beregning av optimal marginal køkostnad ved bruk av regional persontransportmodell

Man kan bruke regional persontransportmodell til å beregne eksterne køkostnader for et gitt modellområde. Dette gjøres ved å summere produktet av tidsforsinkelse og trafikkvolum for alle lenker i modellområdet. Siden modellen utelukkende beregner tidsforsinkelser for timene i rushtiden, vil man ikke få beregnet køkostnader i lavtrafikkperioden.

En transportmodellberegning består av flere iterative prosesser. Etterspørselsmodellen beregner turer fordelt på reisehensikter og transportformer. Turproduksjon er en funksjon av transporttilbud. Transporttilbudet beregnes ved hjelp av transportnettverk og kollektivrutebeskrivelser og angis i form av LOS-matriser med reisekostnader mellom alle modellens sonepar for alle modellens transportformer.

For biltrafikk og kollektivtrafikk etableres det separate LOS-data for rushtid og lavtrafikkperioden. For kollektivtransporten er dette påkrevd fordi rutetilbudet er vesentlig forskjellig i og utenfor rushtiden. Det samme gjelder også til en viss grad for bil, men da primært i urbane områder. For veiene ligger der til allmenn glede døgnet rundt, men i rushtiden vil det være økt en belastning av veinettet, og dermed tidsforsinkelser grunnet kø. Dette gir høyere tidskostnader. I tillegg er det i enkelte byer innført tidsdifferensierte bompenger som gjør at også direktekostnadene er høyere i rushtiden.

Siden etterspørselsmodellen er avhengig av presise estimater for reisetid i rushtiden for å produsere korrekt antall bilturer, og fordi beregning av korrekt reisetid i rushtiden er avhengig av presise estimater for antall bilturer som går i rush, må modellens produksjon av turer og transporttilbud gjøres iterativt til man oppnår balanse mellom tilbud og etterspørsel.

Transportmodellene beregner reisetid i veinettet som funksjon av trafikkvolum ved bruk av såkalte volume-delay-funksjoner. Når man fordeler modellens turmatriser ut i nettverket, gjøres dette iterativt i andeler. I hver iterasjon fordeler man en andel av modellens turer ut i nettverket, og etter hver iterasjon oppdateres reisetiden for hver veilenke i samsvar med det nye trafikkvolumet. Når trafikkvolumet på en gitt lenke øker, øker også reisetiden. Dermed endres rutevalget mellom nettfordelingsiterasjonene. For når tidsbruken på det som opprinnelig var beste og raskeste rute mellom et gitt sonepar overstiger et visst nivå, vil et alternativt rutevalg stå frem som en mer attraktiv reiserute. Når alle turene er fordelt i nettverket, vil

veisystemet være i tilnærmet brukerlikevekt. Dette innebærer at alle valgte reiseruter mellom et gitt sonepar medfører omtrent den samme generaliserte reisekostnaden.

Den marginale køkostnaden er ekstrakostnaden knyttet til mer trafikk på veiene. Vi har her valgt å bruke modellens volume-delay-funksjoner til å beregne marginal køkostnad for hver veilenke. Vi gjør dette ved å legge til én ekstra bil på alle veilenkene i modellen etter at turmatrisene er nettfordelt, og beregner den økte tidsbruken som følge av dette. Dette er definert som produktet av økt tidsbruk fra én ekstra bil og samlet trafikkvolum på veilenken. Økningen i tidsbruk vektet med offisielle enhetsverdier for ulempekostnader ved kjøring hentet fra Håndbok V712, og dette gir den marginale køkostnaden. Disse enhetsverdiene varierer mellom forskjellige køsituasjoner.

Den beregnede marginale køkostnaden for hver lenke legges til som en direktekostnad i transporttilbudet i rushtiden. Dersom etterspørselsmodellen produserer for mange bilturer i en gitt beregningsiterasjon, vil man få for store tidsforsinkelser og for høye køkostnader i transporttilbudet i påfølgende iterasjon. Dette vil i sin tur medføre for lav turproduksjon og dermed for små tidsforskjeller og for lave køkostnader i neste. Denne prosessen gjøres iterativt til man oppnår balanse mellom tilbud og etterspørsel.

Når det er balanse mellom tilbud og etterspørsel i rushtiden, har man beregnet et estimat på optimal køkostnad. Det er imidlertid slik at rushtidstilbudet for bil er basert på trafikksituasjonen for makstimen i morgenrushet. Dette tilbudet ligger til grunn for alle bilturene som produseres for rushtiden. Modellens køkostnader vil variere over de ulike rushtidstimer. Siden trafikkbelastningen gjerne er størst i ettermiddagsrushet, vil kostnadene være høyest da. På bakgrunn av dette har vi valgt å beregne optimal køkostnad som en vektet sum over alle modellens rushtidstimer etter endt modellberegning.

### 4.3.2 Konsepter

Det er gjennomført beregninger med optimal prising for konsept 1 og konsept 3. Disse beregningene er utelukkende gjennomført ved bruk av regional persontransportmodell.

Optimal prising innebærer at bilistene betaler for kostnadene de påfører omgivelsene. Dette omfatter altså mer enn køkostnadene som vi beregner ved bruk av regional persontransportmodell – det vil også inkludere de øvrige eksterne kostnadene som vi her priser basert på enhetsverdier fra TØI-rapport 1704/2019.

Fordi eksterne kostnader knyttet til veitrafikk vil variere kontinuerlig i tid fra veilenke til veilenke avhengig av trafikkbelastning og kapasitet, er det vanskelig å iverksette et system som priser trafikken helt optimalt. Et slikt system vil kreve sanntidsinformasjon om trafikkforholdene på alle veier. Ønsker man å stimulere bilistene i retning mer samfunnsøkonomisk effektiv adferd er det naturligvis også maktpåliggende at bilistene er kjent med kostnadene ulike valg innebærer.

Dette betyr at det av praktiske årsaker er mest hensiktsmessig å lage et forenklet system som på overordnet nivå medfører mer samfunnsøkonomisk riktig prising av biltrafikken. Vi har her vurdert to forskjellige tilnærminger til prising, og gjennomført transportmodellberegninger av disse ved bruk av regional persontransportmodell.

### 4.3.3 Konsept 1 Scenario 3

I konsept 1 scenario 3 forutsettes det flat veibruksavgift utenfor de store byene. Satsen er satt til 26 øre for biler med forbrenningsmotor og 25 øre for elbiler.

I de store byene fjernes veibruksavgiften, og erstattes av justerte bompengesatser i eksisterende bomanlegg. Bompengesatsene er fastsatt for å i best mulig grad reflektere samfunnsøkonomisk optimal pris.

I rushtiden settes bomsatsen lik summen av gjennomsnittlig marginal køkostnad og øvrige eksterne kostnader. Gjennomsnittskostnaden er beregnet som en vektet sum av kostnader for alle bilene som passerer den enkelte bomringen.

Bomsatsen for lavtrafikkperioden beregnes på samme måte, men eksklusiv køkostnader.

Tabell 4.18 viser beregnet takstnivå i Viken-modellens bomringer når vi legger til grunn optimal prising.

Tabell 4.18: Beregnet sats i bomringene for konsept 1 scenario 3 gitt i kroner per passering

Bomring	Forbrenning		Elbiler	
	rush	lav	rush	lav
Oslo indre	22,3	6,7	20,7	4,9
Oslo ytre	60,4	14,7	57,0	10,9
Oslo bygrense	31,8	15,6	28,1	11,6
Fredrikstad	33,8	15,8	30,1	11,7

Når vi beregner de optimale takstene for Oslo, beregner vi gjennomsnittlig marginal køkostnad for alle bilturer som kun passerer indre ring, kun passerer ytre ring og kun passerer bygrenseringen. Dette danner grunnlaget for takstene i tabellen.

Vi har også beregnet gjennomsnittlig marginal køkostnad for alle bilturer som passerer flere bomringer. Vi ser at det er en viss forskjell på beregnet marginal køkostnad for summen av enkeltpasseringer og for turer som består av flere passeringer i kombinasjon med passering i bygrenseringen. Dette innebærer at vi ikke treffer optimale takster for turer som passerer bygrenseringen i kombinasjon med øvrige ringer i Oslo. Disse turene beregnes til å utgjøre omtrent 20 % av alle turer som passerer bomringen i rushtiden.

### 4.3.4 Konsept 3 Scenario 3

I konsept 3 scenario 3 forutsettes det at veibruksavgiften settes lik beregnet Pigou-avgift. Avgiften er differensiert etter tettstedskategori. Bomringene i Oslo og Fredrikstad er avviklet. Strekningsvise bomprosjekter er opprettholdt.

Tabell 4.19 viser satser for veibruksavgiften beregnet for dette scenariet.

Tabell 4.19: Beregnet sats for veibruksavgift i konsept 3 scenario 3 gitt i kroner per kilometer

Områdetype	Forbrenning		Elbiler	
	lav	rush	lav	rush
Storby	0,83	2,87	0,62	2,65
Tettsted	0,50	0,97	0,40	0,88
Spredtbygd	0,21	0,21	0,16	0,16

### 4.3.5 Beregnet nytte for Viken

Tabell 4.20 viser beregnet nytte for Viken for de to scenario-beregningene med Pigou-avgifter, sammen med de andre scenariene for de aktuelle konseptene (konsept 1 og konsept 3). Veibruksavgiften inkluderer merverdiavgiften i beregningsresultatene i tabellen. Dette gjelder resultater for trafikantnytte og offentlige inntekter.

Tabell 4.20: Beregnet trafikantnytte og endrede operatørinntekter for bom- og fergeselskaper (mill. kr per år, 2022-kr) sammenlignet med K0+ i 2030.

Nytteelementer	Viken K1 Sc1	Viken K1 Sc2	Viken K1 Sc3	Viken K3 Sc1	Viken K3 Sc2	Viken K3 Sc3	
Konsumenter	VBA	-2606	-8500	-264	-4284	-11687	-8748
	Tid	307	878	285	986	1823	706
	Distanse	6	21	-12	31	43	25
	Bom	0	-2	-503	353	335	6549
	Fergeinntekter	-1	-3	-2	-3	-10	-5
	Totalt	-2294	-7605	-495	-2918	-9496	-1473
Operatører	VBA	2521	7890	222	3996	10098	8467
	Bom bypakker	-161	-468	619	-665	-1361	-6054
	Bom	-36	-99	-6	-33	-137	-30
	Fergeinntekter	-3	-15	-2	3	6	1
	Totalt	2321	7307	833	3302	8606	2382

Vi ser at scenario 3 gir lavere samlede operatørinntekter enn de andre scenariene innenfor de samme konseptene. Operatørinntektene omfatter her veibruksavgift og inntekter for bom- og fergeselskaper. Scenario 3 gir også mindre ulempe for trafikantene. Sammenlignet mot referansekonseptet Nullpluss gir imidlertid scenario 3 noe høyere inntekter og noe negativ trafikantnytte.

Ser man på differansen mellom konsumentoverskudd og operatørinntekter, virker scenario 3-beregningene å gi noe høyere samfunnsøkonomisk lønnsomhet enn øvrige scenarier innenfor samme konsept.

Konsept 3 scenario 3 kommer bedre ut enn konsept 1 scenario 3. Dette kan skyldes at det er større dødvekttap ved innkreving av Pigou-avgift i bomsnitt enn som kilometeravhengig veibruksavgift i de store byene.

Det er viktig å understreke at utformingen av disse Pigou-scenariene innebærer en veldig grov tilnærming til optimal prising. Ideelt sett skulle vi også ha kjørt den regionale persontransportmodellen i flere iterasjoner for å øke presisjonen i beregnede satser. Dette har det imidlertid ikke blitt nok tid til gitt de gjeldende tidsfristene i prosjektet.

Man kan nok likevel driste seg til å konkludere med at det ligger et samfunnsøkonomisk potensial i å tilpasse avgifter knyttet til bilbruk mer i retning optimal prising.

## 5 Godstransport

### 5.1 Innholdet i konseptene

De ulike konseptene og scenariene er beskrevet tidligere i kapittel 3, i form av mål på proveny, hvorvidt veibruksavgiften skal variere med områdetype, samt system for bompengeneinnkreving (pr passering eller per kilometer innenfor dagens veikantutstyr).

For hvert konsept og scenario har prosjektgruppen beregnet hvilken veibruksavgift (per kilometer kjørt) som skal gjelde for henholdsvis tung eksosbil og tung elbil. I og med at Nasjonal godstransportmodell (NGM) foreløpig ikke har inne elbil som egen biltype, så har vi i beregningene valgt å operere med en «gjennomsnittsbil», med en vektet gjennomsnittskostnad per kilometer. Til det har vi benyttet en nasjonal utviklingsbane for fordeling av kjørte kilometer på ulike drivstofftyper, etablert av Miljødirektoratet. Denne er nærmere angitt i tabell 13 i Sintef (2021). I henhold til denne utviklingsbanen så vil 11.8 % av kjørte kilometer med lastebil foregå med nullutslipp i 2030. Dette er samme innfasingsstakt for tunge biler som Statens vegvesen benytter i sine samfunnsøkonomiske beregninger og utslippsberegninger.

I enkelte av konseptene er det forutsatt at veibruksavgiften skal gi et visst nivå på provenyet, samtidig som den skal være forskjellig for kjøring på veier innenfor ulike områdetyper. For å komme fram til satsene for hver områdetype har det vært nødvendig med kunnskap om hvordan trafikken fordeler seg på de ulike områdene. For å oppnå konsistens i beregningene har prosjektgruppen tatt utgangspunkt i NGMs fordeling på områdetyper når de har beregnet VBA til bruk i konseptberegningene. Det er tatt utgangspunkt i fordelingen beregnet i konsept K0+, hvor kjørte kilometer med tung bil fordeler seg som vist i Tabell 5.1.

Tabell 5.1: Fordeling av kjørte kilometer på områdetypene, basert på K0+-beregningen for år 2030 fra NGM.

Områdetype	Andel av kjørte kilometer (%)
Spredt bebyggelse	83,2 %
By/tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	4,3 %
By (>100 000 innb.)	12,4 %

Tabell 5.2 viser i grove trekk innholdet i konseptene, dvs. hva som gjelder av veibruksavgifter per kilometer, samt hva som forutsettes om bompenger. Hovedscenariene er vist med uthevet skrift, mens lys tekst gjelder scenarier som ikke er beregnet med godsmodellen. Veibruksavgiften i tabellen er den vektete avgiften som legges til grunn i godsmodellen, dvs. vektet avgift mellom tung eksosbil og tung elbil/nullutslippsbil under forutsetning om at 11,8 % av kjøringen foregår med nullutslippsbil.

Tabell 5.2: Oversikt over VBA per kilometer i de ulike konseptene. Basert på input for tunge biler fra prosjektgruppen, men vektet over forutsatte andeler eksos- og elbil i 2030.

	Veibruksavgift, per kilometer			Vektårsavgift	Bompenger*
	Storby>100'	By/tettst>15'	Spredtbygd		
K0	1.18	1.18	1.18		50% betaling for elbil
<b>K0+</b>	<b>1.18</b>	<b>1.18</b>	<b>1.18</b>		<b>100 % betaling for elbil</b>
<b>K1 Sc1</b>	<b>1.32</b>	<b>1.32</b>	<b>1.32</b>		<b>Som K0+</b>
K1 Sc2	1.47	1.47	1.47	Fjernes	Som K0+
K1 Sc3	1.06	1.06	1.06		«Optimalt» i byene, ellers som K0+
<b>K2 Sc1</b>	<b>5.59</b>	<b>0.72</b>	<b>0.72</b>		<b>Som K0+</b>
K2 Sc2	6.20	0.80	0.80	Fjernes	Som K0+
<b>K3 Sc1</b>	<b>5.59</b>	<b>2.14</b>	<b>0.65</b>		<b>Km-basert i byringene, ellers som K0+</b>
K3 Sc2	6.20	2.38	0.72	Fjernes	Km-basert i byringene, ellers som K0+
K3 Sc3	pigou	pigou	pigou		Ingen

\* Det er ikke lagt til grunn dagens takstnivå i bomstasjonene, men gjort en justering for at man skal oppnå det som var fastsatt gjennomsnittstakst i de ulike bompengeproposisjonene, jfr. tidligere beskrivelse av konsept K0 og K0+.

Ved beregningene med godsmodellen har vi valgt å legge *endringen* fra dagens veibruksavgift som et påslag eller fratrukk per kilometer på de aktuelle veilenkene i modellen.

I scenario 2 i alle konsepter er vektårsavgiften for tungbilene fjernet i godsmodellens kostnadsmodell, noe som innebærer en liten nedjustering av kostnadene i modellen. Hvis nivået på VBA per kilometer i Tabell 5.2 er beregnet riktig, så bør økningen i innbetalt VBA omtrent tilsvare besparelsen bileierne har knyttet til vektårsavgiften. Det vil si at samlet inntekt fra VBA og vektårsavgift er tilnærmet uendret.

I Konsept 1 er det snakk om samme kostnadsøkning for alle veilenker, med henholdsvis 14 øre per kilometer i scenario Sc1 og 29 øre i scenario 2. I Konsept 2 er det en kraftig økning i VBA i de største byene, med kr 4.40 per kilometer i hovedscenariet, mens avgiften settes ned med 46 øre per kilometer i mindre byer og utenfor by. I konsept 3 beholdes samme VBA som i konsept 2 i de største byene, mens den settes noe lavere enn i K2 utenfor by. De mindre byene får en mellomvariant av VBA, som ligger betydelig høyere enn dagens VBA.

Beregningene som vises i de påfølgende avsnitt gjelder for beregningsåret 2030. Det er også verdt å merke seg at i godsmodellen så er det slik at etterspørselen etter godstransport er uendret selv om det gjøres endringer i transportkostnadene, dvs. at antall tonn gods av hver varegruppe på alle relasjoner ligger fast fra konsept til konsept. Det som kan endre seg mellom konsept og scenarier, dvs. godstransportsystemets respons på endrede veibruksavgifter og bompenger, er transportmiddelvalg, rutevalg og sendingsfrekvens.

I en situasjon med kraftig økt kostnad for bilkjøring i by vil man med andre ord ikke endre etterspørselen etter lastebiltransport på korte distanser i og rundt byene, da det er slik at disse transportene uansett skal gjennomføres og de har ikke noe alternativ til biltransport. En effekt kan imidlertid være færre kjørte kilometer med bil fordi transportørene insentiveres til å gå over til større biler eller bedre utnyttelse av eksisterende biler.

Lavere veibruksavgift utenfor byene kan på den annen side føre til økt konkurranse mot jernbane på enkelte strekninger, og ved det redusert transportomfang på bane. Man kan også få endrede veivalg enkelte steder, ved at man (hvis mulig) velger en lengre omkjøring rundt det dyrere byområdet.



## 5.2 Transportarbeid

Selv om det i godsmodellen forutsettes at omfanget av varer om skal transporteres er det samme som før (dvs. at i alle konsepter og scenarier skal det samme antallet tonn gods fraktes mellom alle soner i modellen), så kan det likevel skje en viss overgang mellom de ulike transportformene når transportkostnadene endrer seg (se Tabell 5.3). På forhånd har vi en hypotese om at det spesielt er for konsepter der veitransporten får reduserte kostnader utenfor byene at en vil se endringer, da en der snakker om lange transporter med konkurranseflater mot jernbane og til dels sjø.

Tabell 5.3: Beregnet endring i godstransportarbeid på norsk område i hvert av konseptene og scenariene i 2030. Millioner tonnkilometer endring fra K0+ ved bruk av NGM.

	Veg	Sjø	Bane	SUM
K0	-183	178	83	79
K0+				
K1 Sc1	-112	83	31	2
K1 Sc2	-252	138	111	-4
K2 Sc1	208	8	-212	4
K2 Sc2	158	39	-180	17
K3 Sc1	215	-66	-144	4
K3 Sc2	191	-23	-168	0

For å få et bilde av nivået på endringene for hver av transportformene, så viser vi i Tabell 5.4 hva endringene utgjør i prosent endring fra K0+.

Tabell 5.4: Beregnet endring fra K0+ i transportarbeid på norsk område i hvert av konseptene og scenariene. 2030. Prosent.

	Veg	Sjø	Bane	SUM
K0	-0,7%	0,2%	1,2%	0,1%
K0+				
K1 Sc1	-0,4%	0,1%	0,4%	0,0%
K1 Sc2	-1,0%	0,2%	1,6%	0,0%
K2 Sc1	0,8%	0,0%	-3,0%	0,0%
K2 Sc2	0,6%	0,1%	-2,6%	0,0%
K3 Sc1	0,9%	-0,1%	-2,0%	0,0%
K3 Sc2	0,8%	0,0%	-2,4%	0,0%

Vi ser at det ikke er de store endringene som beregnes i transportmiddelfordelingen fra K0+. De to tabellene viser en viss overgang fra bil til andre transportformer i konsept K1, noe som skyldes at biltransport blir litt dyrere ved innføring av VBA også for nullutslippkjøretøy. I K2 og K3 beregnes noe overgang fra jernbane til vei på grunn av reduserte kostnader for tunge biler på veilenker utenom by. Det beregnes også noe mindre utslag for sjøtransport. Overgang til veitransport i disse konseptene skyldes at det blir billigere veitransport overalt utenom by, også på typiske jernbanerelasjoner mellom de store byene.

## 5.3 Trafikkarbeid

Mens tabellene i avsnitt 5.2 viste beregnede effekter på transportarbeidet (tonnkm), viser vi i det følgende hvordan utkjørt distanse med lastebilene endres i de samme scenariene.

Tabell 5.5: Beregnet trafikkarbeid med lastebil per områdetype i 2030. Millioner kjøretøykilometer

	Storby > 100'	By/tettsted > 15'	Spredtbygd	SUM
K0	310,9	107,6	2096,9	2515,4
K0+	314,6	109,4	2107,3	<b>2531,3</b>
K1 Sc1	314,1	109,0	2097,1	<b>2520,3</b>
K1 Sc2	313,3	108,6	2081,8	<b>2503,7</b>
K2 Sc1	313,2	109,8	2127,7	<b>2550,7</b>
K2 Sc2	312,7	109,5	2121,4	<b>2543,5</b>
K3 Sc1	314,2	109,3	2128,8	<b>2552,3</b>
K3 Sc2	313,8	109,2	2126,4	<b>2549,4</b>

Tabell 5.6: Beregnet endring trafikkarbeid med lastebil per områdetype i 2030. Millioner kjøretøykilometer.

	Storby > 100'	By/tettsted > 15'	Spredtbygd	SUM
K0	-3,7	-1,8	-10,4	<b>-15,9</b>
K0+				
K1 Sc1	-0,5	-0,3	-10,2	-11,0
K1 Sc2	-1,3	-0,8	-25,5	-27,6
K2 Sc1	-1,4	0,4	20,4	19,4
K2 Sc2	-2,0	0,1	14,0	12,2
K3 Sc1	-0,4	-0,1	21,5	21,0
K3 Sc2	-0,8	-0,2	19,1	18,1

Det er svært små prosentvise endringer i trafikkarbeid alle steder. Det er likevel mulig å se et mønster i de endringene vi tross alt ser. Ikke uventet beregnes trafikkarbeidet med lastebil å gå ned i alle områder i konsept 1, der veibruksavgiften øker på alle veilenker (innføring av VBA også for nullutslippsbiler). I konsept 2 reduseres trafikkarbeidet noe i storbyene, der det er innført betydelig høyere VBA, mens trafikkarbeidet øker litt i resten av landet (som har fått lavere VBA). I konsept 3 har også de mindre byene/tettstedene fått økt VBA, og i dette konseptet reduseres trafikkarbeidet også litt der.

## 5.4 Inntekter fra veibruksavgiften

Dersom en multipliserer trafikkarbeidet i Tabell 5.5 med veibruksavgift for gitt områdetype i det aktuelle scenariet (se Tabell 5.2), får man beregnet den samlede veibruksavgiften fra godsbiler. I Tabell 5.7 vises beregnet VBA i de ulike konsepter og scenarier, per områdetype og samlet. Det er også vist endring fra K0+, samt forskjell mellom scenario Sc2 og scenario Sc1 innenfor det enkelte konsept. Forskjellen i VBA per kilometer mellom Sc2 og Sc1 skal være beregnet slik at den grovt sett skal erstatte inntekten fra vektårsavgiften som er fjernet i Sc2. Dette ser det ut til at man har truffet sånn rimelig greit med. At det ikke blir samme differanse for de tre

konseptene skyldes at det er visse forskjeller både i samlet trafikkarbeid med lastebil og mellom områdetypene. Dette er vist i Tabell 5.7.

Tabell 5.7: Beregnet proveny fra VBA i 2030, millioner 2021-kroner per områdetype og samlet. I de siste kolonnene vises differanse fra K0+, samt mellom scenario 2 og scenario 1 innenfor gitt konsept.

	Storby>100'	By > 15'	Spredtbygd	SUM	Diff fra K0+	Sc2-Sc1
K0	367,5	127,1	2478,3	2972,9	-18,8	
K0+	<b>371,8</b>	<b>129,3</b>	<b>2490,6</b>	<b>2991,7</b>		
K1 Sc1	416,1	144,4	2778,0	3338,5	<b>346,8</b>	
K1 Sc2	461,3	159,9	3065,0	3686,2	<b>694,5</b>	<b>347,7</b>
K2 Sc1	1749,7	78,9	1529,5	3358,1	<b>366,4</b>	
K2 Sc2	1939,7	87,5	1694,6	3721,7	<b>730,0</b>	<b>363,6</b>
K3 Sc1	1755,6	234,4	1381,2	3371,1	<b>379,4</b>	
K3 Sc2	1946,8	260,2	1528,5	3735,4	<b>743,7</b>	<b>364,3</b>

Neste tabell viser differansen i VBA-proveny for hver av områdetypene, målt mot K0+.

Tabell 5.8: Beregnet VBA i 2030, millioner 2021-kroner. Forskjell fra K0+

	Storby>100'	By > 15'	Spredtbygd	SUM
K0	-4,4	-2,1	-12,3	-18,8
K0+				
K1 Sc1	<b>44,2</b>	<b>15,2</b>	<b>287,4</b>	346,8
K1 Sc2	<b>89,5</b>	<b>30,6</b>	<b>574,4</b>	694,5
K2 Sc1	<b>1377,9</b>	<b>-50,4</b>	<b>-961,1</b>	366,4
K2 Sc2	<b>1567,8</b>	<b>-41,8</b>	<b>-796,0</b>	730,0
K3 Sc1	<b>1383,7</b>	<b>105,1</b>	<b>-1109,4</b>	379,4
K3 Sc2	<b>1574,9</b>	<b>130,9</b>	<b>-962,1</b>	743,7

Vi legger her merke til at inntektene fra veibruksavgiften går opp i alle konsepter og scenarier, også i K1 der trafikkarbeidet fra godsbilene ble redusert. Dette skjer fordi den økte veibruksavgiften per kilometer tas inn fra alle kjørte kilometer, noe som mer enn veier opp for den tapte inntekten fra de relativt få kjøretøykilometerne som forsvinner fra veien.

## 5.5 Bompengainntekter

I Tabell 5.9 viser vi hvordan inntektene fra godsbiler i byringene i de fem største byområdene er beregnet endrer seg med konseptene. I tillegg er det en kolonne som viser samlet endring i de fem byringene, samt hvordan samlede bominntekter i Norge beregnet endret fra konsept K0+. Forutsetninger knyttet til bompengesystemet i hvert konsept er vist i Tabell 5.2.

Tabell 5.9: Beregnet endring i bominntekter fra godsbiler i byringene, samt for bominntekter i Norge samlet (byringer og strekningsvise). Millioner 2021-kroner. 2030.

	N. Glomma	Oslo	N-Jæren	Bergen	Trh.	Sum by	Sum landet
K0	5,24	179,37	17,63	38,35	13,04	<b>253,64</b>	<b>493,4</b>
K0+							
K1 Sc1	-0,01	-0,61	0,01	0,12	-0,55	<b>-1,04</b>	<b>-10,3</b>
K1 Sc2	-0,04	-1,96	-0,04	0,01	-0,65	<b>-2,68</b>	<b>-23,1</b>
K2 Sc1	0,04	-3,16	-1,01	-0,20	-0,03	<b>-4,35</b>	<b>5,8</b>
K2 Sc2	0,01	-4,19	-1,16	-0,35	-0,11	<b>-5,80</b>	<b>-3,1</b>
K3 Sc1*	0,10	-4,86	-3,84	-3,32	0,00	<b>-11,92</b>	<b>-87,6</b>
K3 Sc2*	0,09	-5,52	-4,03	-3,45	-0,06	<b>-12,99</b>	<b>-91,6</b>

\*I K3 er inntekten i bomstasjonene i byområdene erstattet med kilometer-avgift i området innenfor dagens bomring.

Ikke uventet ser vi at bominntektene i konsept K0 beregnes å være betydelig høyere enn i K0+. Både i K0 og K0+ er dagens satser justert opp for å sikre at en skal nå fastsatt gjennomsnittssats i henhold til de ulike bompengeproposisjonene. Samme justeringsfaktor benyttes for både lette og tunge biler. I K0+ er det forutsatt at elbiler skal betale 100% av fossilbiltakst, noe som gir lavere oppjustering enn i K0, der elbiler bare skal betale 50%.

Vi ser av tabellen at endring fra K0+ for de ulike konseptene varierer en del mellom byringene og når man ser på hele landet. Årsaken til det er at de ulike konseptene har ulik effekt på trafikkarbeid, rutevalg mm. Prosentvis endring fra K0+ er godt under 1 % i konsept 1 og 2, mens det er ca. 2 % reduksjon av bompenginntektene i konsept 3.

## 6 Usikkerhet

Det er mange kilder til usikkerhet i beregningsresultatene fra transportmodellene. Modellenes evne til å predikere effekter av ulike typer tiltak vil i stor grad være prisgitt de forenklinger som ligger i modellens representasjon av transportsystemet og de implisitte etterspørselstetthetene som ligger til grunn for etterspørselsberegningene.

Persontransportmodellene er estimert og kalibrert mot empiriske reisevanedata. En sentral forutsetning i bruken av persontransportmodeller til framskrivninger er at man kan legge historisk adferd til grunn for å beregne fremtidig respons på kostnadsendringer.

Fordi modellene er estimert på reisevanedata fra en tid der elbilene knapt var en del av trafikkbildet, kan man sette spørsmålstegn ved hvor gode modellene er til å predikere effekter av tiltak i en framtidssituasjon der elbilene har en dominerende rolle i persontransporten.

Modellene er dessuten prisgitt kvaliteten på en rekke avgjørende inndata. Befolkningsveksten spiller en avgjørende rolle for veksten i transportetterspørsel. Framskrivninger av bilparken er avgjørende for hvilket kostnadsbilde man legger til grunn for bilisme i fremtiden.

Energipriser vil også spille en betydelig rolle for kostnadene spesielt knyttet til bilbruk. De siste årene har både strømpriser og drivstoffpriser hatt langt høyere prisvekst enn tidligere, noe som påvirker konkurranseflatene mellom privatbilisme og andre transportformer og ikke minst konkurranseflater innenfor godstransport. Det ligger imidlertid ikke inne forventninger om endringer i distanseavhengige kostnader for bil for beregningsåret 2030 i disse beregningene utover økt CO<sub>2</sub>-avgift og de ulike konseptenes ulike satser for veibruksavgift.

I tillegg er det viktig å påpeke at konseptene som analyseres i dette prosjektet, utfordrer en del av forutsetningene som ligger til grunn for persontransportmodellene knyttet til hvilke kostnader som er adferdsrelevante og hvilke kostnader som ikke påvirker adferd.

Grunntanken i regional persontransportmodell er at bare en viss andel av det som betraktes som den totale, privatøkonomiske kostnaden ved å kjøre bil blir tatt hensyn til i valgøyeblikket. Det er kun de adferdsrelevante kostnadene som har betydning for rutevalg og etterspørsel. Når vi i scenario 2 avvikler engangsavgiften i dagens form og kompenseres med økt veibruksavgift for å opprettholde statens avgiftsinntekter, endrer vi strengt tatt ikke den privatøkonomiske kostnaden knyttet til bilkjøring, men vi modellerer likevel trafikale effekter av tiltaket som en ren, netto avgiftsøkning fordi vi legger til grunn at bilistene ikke forholder seg til engangsavgiften når de gjør sine daglige reisvalg slik avgiften fungerer i dag. Dette kan innebære at vi til en viss grad vil overestimere effektene av denne omleggingen.

Modellresultatene som er fremkommet ved bruk av regional persontransport for Viken er oppskalert til nasjonalt nivå basert på en rekke forutsetninger blant annet knyttet til Vikens andel av landets trafikkarbeid for bil, Vikens andel av nasjonale bominntekter, kollektivreiser og transportarbeid for gående og syklende. Denne oppskaleringen er naturligvis sterkt avhengig av forutsetningene vi har lagt til grunn.

De tyngste postene i det nasjonale nytteregnskapet er postene direkte knyttet til endringer i veibruksavgiften. Dette gjelder bilistenes trafikantnytte som følge av endret veibruksavgift og statens inntekter fra endrede avgiftssatser. Disse beregnes med utgangspunkt i endringer i nasjonalt trafikkarbeid. Det vil naturligvis være en viss grad av usikkerhet knyttet til resultater

for nasjonalt trafikkarbeid siden Viken-modellen kun omfatter omtrent 38 % av trafikkarbeidet i Norge, og dessuten har vesentlig høyere andel trafikkarbeid i storbyer enn resten av landet. Vi har imidlertid skalert opp nasjonalt trafikkarbeid basert på flere ulike tilnærminger for å finne beste metode, og finner at de nasjonale resultatene i liten grad påvirkes av fremgangsmåte.

Andre nytteelementer vil være mer følsomme for usikre forutsetninger lagt til grunn for oppskalering. Dette gjelder nok i særdeleshet effekter på bominntekter utenfor de store byene og kollektivselskapenes endrede inntekter og driftskostnader. Dette er imidlertid sekundære effekter av endrede satser for veibruksavgift, og vil således ikke veie like tungt i nyttereignskapet.

## Referanser

Cowi Oppdatering av enhetskostnader i håndbok V712 til 2020-kroner

Finansdepartementet (2021). Karbonprisbaner for bruk i samfunnsøkonomiske analyser.

<https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/statlig-okonomistyring/karbonprisbaner-for-bruk-i-samfunnsokonomiske-analyser/id2878113/>

Hovi I B (2018): Varestrømmer i Norge – en komponent i Nasjonal godsmodell. TØI rapport 1628/2018.

Jong, G. D., M. Ben-Akiva and J. Baak (2013). Method Report - Logistics Model in the Norwegian National Freight Model System (version 2). Den Haag, Significance.

Klima- og Miljødepartementet. (2021). Klimaplan for 2021-2030.

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/>

Madslie A, Hovi I. B. (2021): Framskrivninger for godstransport 2018-2050. Oppdatering av beregninger fra 2019. TØI rapport 1825/2021.

Madslie, A., C. Steinsland og S. E. Grønland (2016). Nasjonal godstransportmodell. En innføring i bruk av modellen. TØI rapport 1247/2016.

Rosnes O, Vennemo H, Erraia J og Hansen W (2020): Regional økonomisk framskrivning basert på likevektsmodellen NOREG. VISTA analyse, rapport 2020/8.

Prosjektgruppe for KVU Veibruksavgift og bompenger (2022). Veibruksavgift og bompenger. Konseptvalgutredning. Vedlegg 6.0 – Alternativanalysen

Rødseth, K. L., Wangsness, P. B., Veisten, K., Høye, A. K., Elvik, R., Klæboe, R., Thune-Larsen, H., Fridstrøm, L., Lindstad, E., Riialand, A., Odolinski, K. & Nilsson, J.-E. (2020). Eksterne kostnader ved transport i Norge – Estimer av marginale skadeposter for person- og godstransport. TØI-Rapport 1704/2019.

Sintef (2021): Behandling av data og oppdaterte enhetspriser til prisnivå 2020. Notat datert 27-10-2021.

Statens vegvesen (2021): Konsekvensanalyser. Håndbok V712.



# Vedlegg

## V 1. Justering av bomtakster i konseptene 0 og 0+

Statens vegvesen har gjort en vurdering av nødvendig justering av bomsatsene i konsept 0 og 0+ for å oppnå den fastsatte gjennomsnittssatsen. Denne vurderingen gjengis under.

*Statens vegvesens tekst som ligger til grunn for justering av bomsatsene i konseptene:*

I tabellen under har vi laget et anslag på hvor mye bomtakstene på eksosbil, elbil (nullutslippsbil) og lastebil må økes for å kompensere for økt elbilandel. Økningen er i forhold til dagens nivå og er i faste kroner.

Overordnede forutsetninger:

- I Oslopakken ligger dagens gjennomsnittstakst på om lag 9,40 2022-prisnivå, mens den fastsatte gjennomsnittstaksten skal være 15,75 kr i 2022-prisnivå. Elbiler betaler i dag 35 pst. av normal takst og elbilandel er på om lag 30 pst. Oversikt over dagens bompengetakster finnes her: <https://www.fiellinjen.no/privat/priser/> Obs. takstene endres 1. september 2022, jf. <https://www.fiellinjen.no/privat/priser/nye-takster-1-september/1-september-endres-takstene-i-bomstasjonene-i-oslo>
- I Bypakke Bergen ligger gjennomsnittstaksten i dag på om lag 11,5 2022-kr, noe som er om lag 10 pst. lavere enn det som er fastsatt (justert for bompenggeavtalen). Elbiler betaler i dag om lag 20 pst. av normal takst og elbilandel er på om lag 35 pst. Oversikt over dagens bompengetakster finnes her: <https://ferde.no/bomanlegg-og-priser/bomringen-i-bergen>
- I Miljøpakke Trondheim ligger gjennomsnittstaksten i dag omtrent der den skal være (8,6 2022-kr). Elbiler betaler i dag om lag 20 pst. av normal takst og elbilandel er på om lag 30 pst. Oversikt over bompengetakster finnes her: <https://www.vegamot.no/takster-og-rabatter/takstgruppe-1>
- I Bypakke Nord-Jæren antar vi at gjennomsnittstaksten ligger omtrent der den skal være etter fjerning av rushtidsavgift (om lag 12,2 2022-kr). Elbiler betaler i dag 50 pst. av normal takst. Elbilandel er på om lag 25 pst. Oversikt over bompengetakster finnes her: <https://ferde.no/bomanlegg-og-priser/nord-jaeren>
- I Bypakke Nedre Glomma ligger dagens gjennomsnittstakst omtrent der den skal være (om lag 20 kr i 2022-prisnivå), men det er ikke innført betaling for nullutslippskjøretøy ennå. Elbilandel er på om lag 25 pst. Dagens grunntakster (takster uten brikkerabatt) er 30 kr for takstgruppe 1 (lette kjøretøy) og 60 kr for takstgruppe 2 (tunge kjøretøy). Oversikt over bompengetakster finnes her: <https://nedreglomma.vegfinans.no/priser-og-betaling/takster-6>
- For øvrige prosjekter har vi lagt til grunn at dagens gjennomsnittstakst ligger i dag på samme nivå som den fastsatte gjennomsnittstaksten i proposisjonene og at betalingen for nullutslippskjøretøy på 50 pst. allerede er innført. Vi antar at elbilandelen er på om lag 25 pst.

Beregnete justeringsfaktorer i konsept K0:

Andel nullutslipp	Faktor for justering av grunntakstene i Oslopakke 3	Faktor for justering av grunntakstene i Bypakke Bergen	Faktor for justering av grunntakstene i Miljøpakke Trondheim	Faktor for justering av grunntakstene i Bypakke Nord-Jæren	Faktor for justering av bomtakstene i Nedre Glomma	Faktor for justering av bomtakstene for øvrige prosjekter
50 %	1,73	1,05	1,02	1,17	1,04	1,19
55 %	1,80	1,09	1,06	1,22	1,08	1,24
60 %	1,86	1,13	1,10	1,26	1,12	1,28
65 %	1,94	1,18	1,14	1,31	1,16	1,33
70 %	2,02	1,22	1,19	1,37	1,21	1,39
75 %	2,10	1,28	1,24	1,42	1,26	1,44
80 %	2,19	1,33	1,29	1,49	1,32	1,51
85 %	2,30	1,39	1,35	1,56	1,38	1,58
90 %	2,41	1,46	1,42	1,63	1,44	1,66

Kolonnen “Faktor for justering av bomtakstene for øvrige prosjekter” brukes strekningsvise prosjekter samt bomringer utover de som er nevnt spesifikt. Dette gjelder også de nye bomringene i Ålesund og Tromsø.

Beregnete justeringsfaktorer i konsept K0+:

Når elbilrabatten fjernes kan dagens bompenger for eksosbil, elbil og lastebil justeres med

- Faktor 1,40 for Oslopakke 3 – dvs. takstene økes med 40 pst. i forhold til dagens nivå.
- Faktor 0,80 for bypakkene Nedre-Glomma, Bergen og Miljøpakke Trondheim – dvs. takstene reduseres med 20 pst. i forhold til dagens nivå.
- Faktor 0,90 for Bypakke Nord-Jæren og øvrige prosjekter - dvs. takstene reduseres med 10 pst. i forhold til dagens nivå.

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 90 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet driver forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, bøker, seminarer, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside [www.toi.no](http://www.toi.no).

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se [www.ciens.no](http://www.ciens.no)). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forskningssamarbeid, 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, ITS, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transportbehov 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.

**Postadresse:**

Transportøkonomisk institutt  
Gautstadalléen 21  
0349 Oslo  
Norge

E-post: [toi@toi.no](mailto:toi@toi.no)

**Kontoradresse:**

Forskningsparken  
Gautstadalléen 21

Telefon: 22 57 38 00

Hjemmeside: [www.toi.no](http://www.toi.no)

