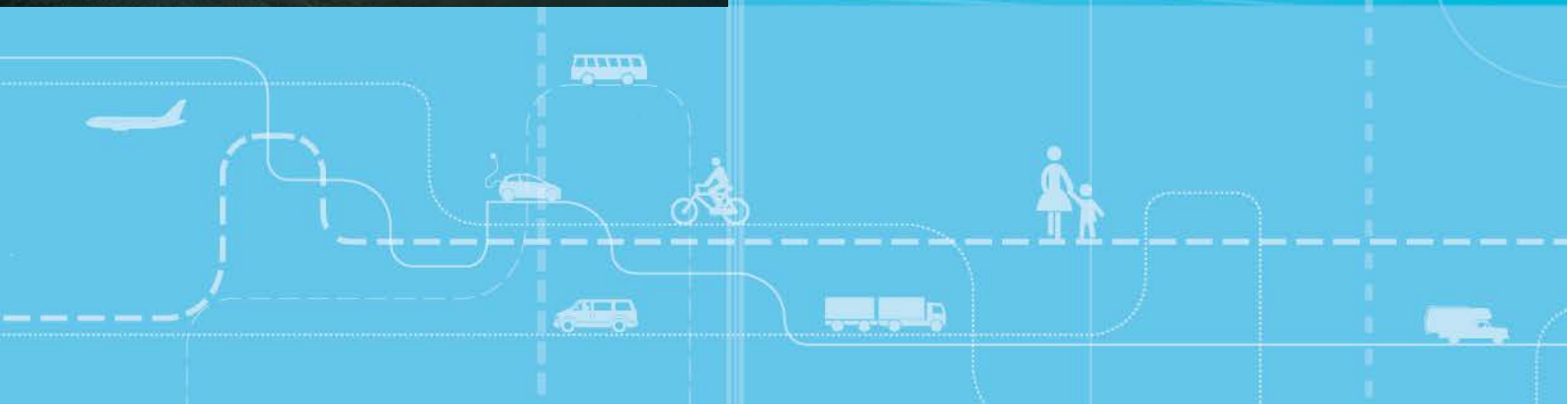


Samfunnsøkonomisk analyse av drifts- og vedlikeholdstiltak for syklende og gående

Effekter av forbedret drift/vedlikehold og eksempelberegninger



Samfunnsøkonomisk analyse av drifts- og vedlikeholdstiltak for syklende og gående

Effekter av forbedret drift/vedlikehold og eksempelberegninger

Forsidebilde: Kande Bonfim, Unsplash.com

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.

ISSN 2535-5104 Elektronisk

ISBN 978-82-480-2223-7 Elektronisk versjon

Oslo, mars 2019

Tittel: Samfunnsøkonomisk analyse av drifts- og vedlikeholdstiltak for syklende og gående

Forfattere: Knut Veisten, Nils Fearnley, Rune Elvik

Dato: 03/2019

TØI-rapport: 1690/2019

Sider: 53

ISBN elektronisk: 978-82-480-2223-7

ISSN elektronisk: 2535-5104

Finansieringskilde: Statens vegvesen - Vegdirektoratet

Prosjekt: 4594 – Nytte av bedre drift og vedlikehold for gående og syklende (SAMØKGS)

Prosjektleder: Knut Veisten

Kvalitetsansvarlig: Harald Thune-Larsen

Fagfelt: 32 – Samfunnsøkonomiske analyser

Emneord: Skader, komfort, etterspørsel, nytte-kostnad, regneark-kalkulator

Title: Economic analysis of measures for improved operation and maintenance for cycling and walking

Authors: Knut Veisten, Nils Fearnley, Rune Elvik

Date: 03/2019

TØI Report: 1690/2019

Pages: 53

ISBN Electronic: 978-82-480-2223-7

ISSN Electronic: 2535-5104

Financed by: Norwegian Public Roads Administration

Project: 4594 – Benefits of improved operation and maintenance for pedestrians and cyclists

Project Manager: Knut Veisten

Quality Manager: Harald Thune-Larsen

Research Area: 32 – Economic Methods

Keywords: Injuries, comfort, demand, cost-benefit, spreadsheet calculator

Sammendrag:

Nivået av drift- og vedlikehold av gang- og sykkelinfrastrukturen vil, sammen med infrastrukturstandarden som sådan, signalisere hvilken prioritet samfunnet tillegger denne typen transport. Drift- og vedlikehold vil kunne påvirke ulykkesrisiko, tidsbruk, reisekomfort og andre velferdseffekter. For samfunnsøkonomisk analyse har vi et sparsomt tallgrunnlag for slike effekter, samt mangelfull tilknytning mellom effekter/konsekvenser og drifts- og vedlikeholds nivåer. Eksempelberegninger indikerer at belysning på GS-infrastruktur og tiltak for å redusere omfanget av vinterglatte GS-veger og fortau kan være lønnsomme, men avhenger av effektene på reisetid, trafikkgrunnlaget, og hvorvidt tiltaket gir økt gange/sykling. Det er behov for å fylle flere kunnskapshull for å kunne gjennomføre mer komplette økonomiske analyser av drift- og vedlikeholdstiltak for gange/sykling. Det er først og fremst behov for å etablere sammenhenger mellom kvantifiserte drifts- og vedlikeholds nivåer/-regimer, vegtilstander, og effekter/konsekvenser.

Summary:

The level of operation and maintenance of areas for cycling and walking, along with the infrastructure standard as such, will signal what importance society attaches to these modes of transport. Operation and maintenance may affect accident risk, travel time, travel comfort, and other welfare-related elements. For economic analysis there is a sparse base of quantified impacts, as well as a lack of quantified associations between impacts and levels of operation/maintenance. Example calculations indicate that lighting on cycle/walk infrastructure and reduction of the extent of slippery surfaces in winter conditions may be economically viable measures, depending on the effects on travel time, the number of cyclists/pedestrians at the outset, and diverted travel from other transport modes. Knowledge gaps need to be filled before more complete economic analyses can be carried out. Primarily there is a need for establishing links between quantified levels of operation and maintenance levels, road conditions, and consequences for cycling/walking.

Language of report: Norwegian

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

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

Forord

I tilknytning til Vegdirektoratets FoU-program «Bedre drift og vedlikehold for å få flere gående og syklistene» («BEVEGELSE») er det bedt om en tydeliggjøring av samfunnsøkonomiske konsekvenser av endret drift og vedlikehold av sykkel- og gangvegnettet.

Det finnes knapt kvantifiserte sammenhenger mellom GS-vegtilstander og drifts-/vedlikeholdsregimer på den ene siden og skaderisiko, fart, komfort og andre brukereffekter på den andre siden. Vi har derfor måttet begrense oss til stort sett å indikere retninger, gi eksempler, og liste opp kunnskapshull.

Rune Elvik har skrevet kapittel 2.1 om potensialet for å redusere skader blant fotgjengere og syklistene og Nils Fearnley har skrevet kapittel 3 (Eksempelberegninger - GS-kalkulator), mens Knut Veisten har skrevet de øvrige delene. Sistnevnte har vært prosjektleder. Harald Thune-Larsen har kvalitetssikret rapporten.

Undersøkelsen, inkludert rapporteringen, er finansiert av Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Fra oppdragsgiver har Stein Brembu, Liv Øvstedal, Anne Kjerkreit og James Odeck deltatt og gitt innspill underveis.

Oslo, mars 2019

Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
Direktør

Alena Høye
Konstituert avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn.....	1
1.2	Formål.....	1
1.3	Avgrensning	1
2	Effekter av drift og vedlikehold på gange og sykling	3
2.1	Potensialet for å redusere skader blant fotgjengere og syklister – estimerer basert på legevaktdata og reisevanedata fra Oslo	3
2.2	Hvor mye øker ulykkesrisikoen på fortau/GS-veger vinterstid, og hvor mye kan denne reduseres med bedre friksjon?.....	11
2.3	Hvor mye øker ulykkesrisikoen på fortau/GS-veger grunnet løv og løsgrus?.....	14
2.4	Hva er konsekvensen for ulykker av å utbedre dårlige dekker på fortau/GS-veger?.....	17
2.5	Hvilke positive konsekvenser har det for fotgjengere/syklister å anlegge LED-belysning og SMART-belysning på GS-veg?	18
2.6	Hvor mye forlenges reisetiden for gående og syklende grunnet snø og is på fortau/GS-veger, og hvor mye kan forsinkelsene reduseres med bedre driftsstandard, f.eks. barvegstandard?.....	19
2.7	Hvor stor økning i sykkel og gange kan oppnås ved standardheving av drift og vedlikehold, sommer og vinter?.....	23
3	Eksempelberegninger – GS-kalkulator	26
3.1	Bakgrunn.....	26
3.2	Forutsetninger brukt i beregningene	27
3.3	NKA-verktøyets oppbygging og bruk.....	33
3.4	Begrensninger og kalkulatorens gyldighet.....	33
3.5	Eksempelberegninger.....	34
3.6	Mulig videreutvikling av NKA-verktøyet	36
4	Oppsummering	38
4.1	Årsak- og virkningssammenhenger.....	38
4.2	Skissert metodikk – eksempelberegninger - resultater.....	39
4.3	Kunnskapshull – primære forskningsoppgaver	39
5	Referanser	41
	Vedlegg	45
V.1	«TS-kostnader» for skifte av transportmiddel fra bil og kollektiv til sykling og gange.....	45

Sammendrag

Samfunnsøkonomisk analyse av drifts- og vedlikeholdstiltak for syklende og gående

TØI rapport 1690/2019

Forfattere: Knut Veisten, Nils Fearnley, Rune Elvik

Oslo 2019 53 sider

Nivået av drift- og vedlikehold av gang- og sykkelinfrastrukturen vil, sammen med infrastrukturstandarden som sådan, signalisere hvilken prioritet samfunnet tillegger denne typen transport. Særlig gange er også tilbringertransport for kollektive transportmidler. Drift og vedlikehold kan påvirke valget om å sykle eller gå, evt. gå/sykle til holdeplass/stasjon/terminal. Om gange/sykling velges, så vil drifts- og vedlikeholdsregimet kunne påvirke ulykkesrisiko, tidsbruk, reisekomfort og andre velferdseffekter. For samfunnsøkonomisk analyse har vi et sparsomt tallgrunnlag for slike effekter, samt mangelfull tilknytning mellom effekter/konsekvenser og drifts- og vedlikeholds nivåer. Eksempelberegninger indikerer at belysning på GS-infrastruktur og tiltak for å redusere omfanget av vinterglatte GS-veger og fortau kan være lønnsomme, men avhenger av effektene på reisetid, trafikkgrunnlaget, og hvorvidt tiltaket gir økt gange/sykling. Det er behov for å fylle flere kunnskapshull for å kunne gjennomføre mer komplette økonomiske analyser av drift- og vedlikeholdstiltak for syklende og gående. Det er først og fremst behov for å etablere sammenhenger mellom kvantifiserte drifts- og vedlikeholds nivåer/-regimer, vegtilstander, og effekter/konsekvenser.

Missing links – få tallfestede konsekvenser av ulike drifts- og vedlikeholdsregimer

I tilknytning til Vegdirektoratets FoU-program «Bedre drift og vedlikehold for å få flere gående og syklistere» («BEVEGELSE») er det bedt om en tydeliggjøring av samfunnsøkonomiske konsekvenser av endret drift og vedlikehold av sykkel- og gangvegnettet. Det finnes en del litteratur som beskriver konsekvenser av vegtilstanden i gang-/sykkelinfrastrukturen (GS-infrastrukturen). For effekter på ulykkesrisikoen finnes det studier som knytter syklisteres og fotgjengeres skader til vegtilstandsårsaker, som at de har sklidd på is/snø, eller lømgrus/løv, eller at årsaken var hull i vegen eller en stein eller et annet objekt. For andre effekter, som tidsbruk og reisekomfort, så antyder noen studier sammenhenger med vegtilstand og drift/vedlikehold, men estimerte effekt tall mangler. Generelt finnes det knapt kvantifiserte sammenhenger mellom GS-vegtilstander og definerte drifts-/vedlikeholdsregimer på den ene siden og skaderisiko, fart, komfort og andre brukereffekter på den andre. Vi har i denne rapporten derfor måttet begrense oss til stort sett å indikere retninger, gi eksempler, og liste opp kunnskapshull.

Betydelig økt ulykkesrisiko ved glatt vegoverflate - vinterdriftsutfordringene

I utgangspunktet mangler vi data som knytter sammen drift- og vedlikeholds nivåer/-regimer og effekter/konsekvenser. Men skadedata, spesielt for fotgjengere, viser tydelig at det er utfordringer for vinterdriften av GS-infrastrukturen. To datasett fra Oslo legevakt, ett for skadde syklist i 2014 og ett for skadde fotgjengere i 2016, inkluderte variabler for føre og ulykkesårsak som kunne relateres til vegtilstand og dermed drift- og vedlikeholds nivåer. Det var en stor andel av fotgjengerne som var registrert å ha falt på vinterføre i de fem månedene fra november til mars, opp mot 85 %. Om man med f.eks. en driftsregimeendring kunne halvere omfanget av glatt vinterveg, så er det beregnet en reduksjon på ca. 20 % av fotgjengerfall med skade i Oslo, hele året under ett.

Det dominerende vinterdriftsregimet har vært brøyting og strøing (benevnt som «GsB»), og dette kan utføres med ulik responstid (på snøfall/isdannelse) og med ulik kvalitet. Skadedataene for fotgjengerne fra Oslo legevakt indikerer at brøyting uten strøing kan øke ulykkesrisikoen – det var den tredje «farligste» kombinasjonen, etter iset føre (uten tilknytning til snøfall) med manglende eller begrenset strøing. Et vinterdriftsregime som har vært brukt på noen sykkelvegstrækninger i de større byene de siste årene er å børste (koste) bort snøen og så salte (benevnt som «barvegsstandard» eller «GsA»).

Skadedataene fra Oslo legevakt, hhv. fra 2016 for fotgjengerskader og 2014 for syklistskader, kan ikke uten videre knyttes til et eksisterende, entydig driftsregime (brøyting og strøing, GsB). Vi kan likevel anta at kosting og salting var mindre utbredt i 2014, og at det var lite brukt på den delen av GS-nettverket som fotgjengere brukte (som fortau og GS-veger) i 2016.

Et fåtall andre tallfestede konsekvenser

Vi mangler andre tallfestede sammenhenger mellom driftsregimespesifikasjon og effekter på ulykkesrisiko eller andre konsekvenser. Vi kan anta retningen på konsekvensene, f.eks. at reisetiden må forventes å øke, og reisekomforten reduseres, for syklende/gående når vegoverflaten er glatt, når det er snø/slaps/grus/sand på asfalten, og når det er hull/revner. Ut ifra betraktninger om generaliserte reisekostnader (reisemotstand) vil en også forvente at drifts- og vedlikeholds nivået (i tillegg til GS-standarden generelt) vil påvirke beslutningen om å reise og transportmiddelvalget.

Det er registrert noen flere skadeårsaker i datasettene fra Oslo legevakt som kan påvirkes av drift- og vedlikehold, spesielt blant de syklende, som å gli på grus eller løv, eller at de har truffet et hull i vegen eller en stein i vegen. Men vi har ingen entydige beskrivelser av driftsregimene, for hhv. statlig/fylkeskommunal og kommunal veg, som presiserer graden av overvåking/kontroll av GS-infrastrukturen, hva som utløser tiltak (utover det som gjelder vinterdrift) og responstider. Slike kvantifiserte beskrivelser av drifts- og vedlikeholdsregimene, for alle typer GS-infrastruktur, er nødvendige for å kunne vurdere relevante tiltak og effektene av disse. Generelt kunne man, med en kjent variasjon av drifts- og vedlikeholdsregimer over et geografisk område (Norge, eller evt. Norge/Sverige/Finland), kvantifiserte vegstandarder og stedfestede konsekvenser (skadetall, tidsbruk, andre verdsatte konsekvenser), besvare de spørsmålene som er blitt stilt:

- a. Hvor mye øker ulykkesrisikoen på fortau/GS-veger vinterstid, og hvor mye kan denne reduseres med bedre friksjon?

- b. Hvor mye forlenges reisetiden for gående og syklende grunnet snø og is på fortau/GS-veger, og hvor mye kan forsinkelsene reduseres med bedre driftsstandard, f.eks. barvegstandard?
- c. Hvor mye øker ulykkesrisikoen på fortau/GS-veger grunnet løv og løsgrus?
- d. Hvilke positive konsekvenser har det for fotgjengere/syklister å anlegge LED-belysning og SMART-belysning på GS-veger?
- e. Hva er konsekvensen for ulykker og framkommelighet av å utbedre dårlige dekker på fortau/GS-veger?
- f. Hvor stor økning i sykkel og gange kan oppnås ved standardheving av drift og vedlikehold, sommer og vinter? Hva vil evt. være konsekvensene av å redusere innsatsen?

Som antydnet så kan disse spørsmålene bare delvis besvares basert på det som i dag finnes av data og etablerte sammenhenger. Det gis et grundig svar på punkt a, basert på analyser av skadedata fra Oslo. De samme dataene brukes også til delvis å besvare punktene c og e. Men, reisetidseffekter/framkommelighetseffekter, under punktene b og e, har det ikke vært mulig å estimere fra eksisterende data. Det samme gjelder delvis også for belysningseffekter på separate GS-strekninger, punkt d, og for etterspørselseffektene, punkt f.

Det finnes eksisterende data som kunne kaste lys over noen av disse spørsmålene, som reisetid/framkommelighet og etterspørselseffekter. For eksempel kunne reisevanedata og mobiltelefonapp-data bli tilkoblet andre geografiske data, som beskrivelse av GS-vegstandarder og drifts- og vedlikeholdsregimene, samt værdata (som påvirker føreforhold og som påvirker beslutningene om å gå og, spesielt, sykle). Men, det er også behov for nye studier som kan etablere sammenhenger mellom drifts- og vedlikeholdsnivåer, GS-infrastrukturtilstander og konsekvenser/effekter på sykling/gange.

Eksempelberegninger – GS-kalkulator

Grunnlaget for økonomisk analyse av drifts- og vedlikeholdstiltak på GS-infrastruktur er fortsatt noe sparsomt. Det mangler også kunnskap om tiltakskostnadene (kostnadene for selve driften og vedlikeholdet), ikke bare for effekten av driften. Likevel blir et rammeverk for nytte-kostnadsanalyse beskrevet, og diverse input til en analyse blir diskutert. På denne bakgrunnen er det utviklet en «GS-kalkulator». Med hjelp av denne er det gjort noen eksempelberegninger.

Dette er foreløpige analyser som kan synliggjøre kunnskapshull og illustrere hvordan rammeverket kan videreutvikles. For eksempel, i utgangspunktet setter vi null effekt på reisetiden og reisekomforten av disse tiltakene, da vi mangler grunnlag for å kunne foreslå verdier. Vi tester forutsetningen om etterspørselseffekter, overføringen fra andre transportmiddel til gange/sykling, som følge av tiltakene.

Resultatene fra eksempelanalysene illustrerer betydningen av denne etterspørselseffekten. Hvis bare nåværende syklist/fothgjenger er berørt, uten overført eller nyskapt trafikk, vil ikke de tiltakene som er analysert i GS-kalkulatoren kunne oppnå lønnsomhet. Dette gjelder for installering av LED-belysning og for endring fra brøyting og strøing (GsB) til kosting og salting (GsA). Overført trafikk fra motorisert transport gir nytte i form av reduksjoner i køkjøring/trengsel, luftforurensning, CO₂-utslipp og støy, samt en positiv helsegevinst av økt aktiv transport. Men hvis eksisterende syklist/fothgjenger kan antas å reise med 1 km høyere hastighet som følge av tiltakene, gir dette betydelig økning i nytteestimatet.

Når det gjelder tiltakskostnadene så er netto nytten av vinterdriftstiltaket (GsA) mer følsomt for kostnadsøkninger enn LED-belysningstiltaket. Vinteroperasjonen har kostnader som påløper hvert år, mens belysningen har betydelige investeringskostnader og relativt lave drifts- / vedlikeholdskostnader.

Kunnskapshull – og muligheter for å tette disse

Som allerede påpekt så mangler det generelt kvantifiserte sammenhenger mellom drifts- og vedlikeholdsregimer, vegtilstander og påfølgende konsekvenser for de syklende/gående. Ved undersøkelse av skadedataene fra Oslo kan en identifisere årsaker som opplagt kan knyttes til drift- og vedlikehold, spesielt vinterdriften. Men vi har ikke data som viser ulike kombinasjoner av drifts- og vedlikeholdsregimer og konsekvenser, verken for skaderisiko eller reisetid eller annet. En liste over kunnskapshull omfatter bl.a. følgende:

1. Kvantifiserte beskrivelser av drifts- og vedlikeholdsregimer/-nivåer på ulike GS-infrastrukturtyper i ulike geografiske områder (med ulike infrastruktureiere), som også inkluderer beskrivelser av de institusjonelle forholdene, samt målinger av vegtilstanden (overflateforhold, m.m.).
2. Forhold mellom (drifts- og vedlikeholdsrelaterte) vegtilstander og framkommelighet, fartsvalg og reisetid, for syklende/gående (som kunne kombinere objektive målinger *in situ* med spørreundersøkelser – reisevanespørsmål, samt evt. tilbud om å bruke mobiltelefonapper for reiseregistrering).
3. Forhold mellom (drifts- og vedlikeholdsrelaterte) vegtilstander og reisekomfort (og trygghet), for syklende/gående, som også kunne omfatte verdsetting av endringer i de ulike vegtilstandselementene og GS-infrastrukturen.¹
4. Mer nøyaktig informasjon om omfanget av gåing og sykling langs spesifikke strekninger, f.eks. gjennom større utbredelse av faste tellinger av gang- og sykkeltrafikken. Noen slike tellepunkter bør installeres i forkant av endringer i drifts- og vedlikeholdsregime/-nivå eller i forkant av GS-infrastrukturvedlikehold, -oppgradering eller -utbygging (og kombineres med spørreskjemabaserte før-etterstudier).
5. Kunnskap om etterspørselseffekten av slike tiltak. Før-etterstudier tilknyttet drift-, vedlikehold- og andre GS-infrastrukturtiltak, med objektive tellinger kombinert med spørreundersøkelser (og evt. appbruk) vil kunne bidra til å estimere etterspørselseffekten.
6. Mer detaljert informasjon om skadde fotgjengere og syklistene. Skadedata for syklende/gående fra Norsk pasientregister (NPR) bør gjøres tilgjengelig fra hele landet, evt. med tilleggsregistreringer slik som studiene ved Oslo legevakt. Skadedata bør stedfestes. Skadedata må kunne kombineres med eksponeringsdata basert på reisevaneundersøkelser, og helst med tilkoblede geografiske data (vegstandarder og drift- og vedlikeholdsregimer på «regionnivå», samt værdedata).
7. Informasjon om flere (grader av) tiltak og flere typer situasjoner. Analysene her, og særlig opplegget for nyttekostnadsanalyser, har fokusert på LED-belysning og GsA-standard for henholdsvis gående og syklende. Vi har ikke skilt mellom oppgradering til LED fra eldre/dårlig belysning og fra ingen belysning. Dessuten har vi ikke håndtert kombinerte gang- og sykkelveger. Flere typer tiltak bør dessuten inkluderes, deriblant oppgradert vegbane og tetting av huller.

¹ Punktene 2 og 3 ville kunne omfatte det som gjelder grus og løv i vegbanen, slitte vegdekker og hull/revner, samt knust glass, søppel, steiner eller andre gjenstander i vegbanen. Videre kunne punkt 3 omfatte det som gjelder forholdene langs GS-vegbane, som kantslåt, belysning/innsyn, og andre forhold som kan ha konsekvenser for reisekomforten.

Enkelte kunnskapshull kan muligens tettes med eksisterende data, om disse blir koblet sammen på nye måter. Det som finnes av innsamlede reisevanedata og mobiltelefonapp-data er tid- og stedfestede. Da er det mulig å koble på diverse geografiske data, som vegstandarder, drift- og vedlikeholdsregimer, andre områdedata og helst også værdata. Dette kan muliggjøre analyser av valget av å sykle/gå og av syklisters/fotgjengeres tidsbruk, der GS-infrastrukturstandard og drift-/ og vedlikeholdstype inngår som variabler i analysen.

Hvis det er ønskelig at en større andel vil velge å gå eller sykle for ulike reisemål, så bør det etableres flere målbare sammenhenger mellom drift-/vedlikehold på GS-infrastrukturen og konsekvensene for gange/sykling. For å kunne vurdere drifts- og vedlikeholdstiltak samfunnsøkonomisk er slike kvantifiserte sammenhenger helt avgjørende

Summary

Economic analysis of measures for improved operation and maintenance for cycling and walking

TOI Report 1690/2019
Authors: Knut Veisten, Nils Fearnley, Rune Elvik
Oslo 2019 53 pages Norwegian

The level of operation and maintenance of areas for cycling and walking, along with the infrastructure standard as such, will signal what importance society attaches to these modes of transport. Cycling and, in particular, walking, are also important in relation to public transport. Operation and maintenance may impact on the choice of cycling or walking, including cycling/walking to a stop/station/terminal. If cycling or walking is the chosen mode of transport, the operation/maintenance regime could affect accident risk, travel time, travel comfort, or other welfare-related elements. For economic analysis there is a sparse base of quantified impacts, as well as a lack of quantified associations between impacts and operation/maintenance levels. Example calculations indicate that lighting on cycle/walking infrastructure and reduction of the extent of slippery surfaces in winter conditions may be economically viable measures, depending on the effects on travel time, the number of cyclists/pedestrians at the outset, and diverted travel from other transport modes. Knowledge gaps need to be filled before more complete economic analyses can be carried out. Primarily there is a need for establishing links between quantified levels of operation and maintenance levels, road conditions, and consequences for cycling/walking.

Missing links – few quantified consequences from different levels of operation and maintenance

In relation to an ongoing research and development project, “Improved operation and maintenance for more pedestrians and cyclists” (BEVEGELSE), the Norwegian Public Roads Administration has commissioned an assessment of the economic consequences of altered operation and maintenance of the cycling and walking network. Literature on consequences that can be related to operation and maintenance does exist. For injury risk, studies associate large part of cyclists’ and pedestrians’ injuries with road conditions, such as ice, gravel (strewn on asphalt in winter), leaves, holes in the road, or a stone or other object. For other impacts that can be related to road conditions, such as travel time and travel comfort, some studies indicate connections with operation and maintenance, but without quantifying the potential consequences. In general, there is hardly any quantified relationship between road conditions and specified operation and maintenance regime on the one hand and accident/injury risk, speed, comfort and other user effects on the other hand. In this report we thus had to limit ourselves to indicating some directions ahead: providing some analyses of pedestrian and cyclist injuries, presenting a framework for cost-benefit analysis, and listing knowledge gaps.

Significantly increased injury risk when surface is slippery - the winter operation challenge

At the outset we lack data that link levels of operation and maintenance of the cycling and walking infrastructure with effects on pedestrians and cyclists. However, regarding injury data, particularly for pedestrians, the challenge for winter operation of cycling and walking infrastructure is obvious. Two data sets from the Oslo emergency ward, one comprising injured cyclists, in 2014, and the other injured pedestrians, in 2016, included variables for accident causes that could be associated with operation and maintenance. During the five months from November to March, a large proportion of the injured pedestrians reported to have fallen on slippery roads (on ice), nearly 85% in some months. It is estimated that halving the extent of icy road conditions could reduce the annual number of pedestrian injuries in Oslo of about 20%.

The predominant winter operation regime in Norway is been ploughing/shuffling and strewing sand or gravel (referred to as “GsB standard”); a type of winter operation that can have different execution rules (response times, on snowfall and/or ice formation, and qualities of execution). The injury data for pedestrians from the Oslo emergency ward actually indicate that shuffling the snow without strewing can increase accident risk – it was the third most dangerous operation combination, after icy road conditions (without snowfall and shuffling) with no strewing of sand/gravel or with “too limited” strewing of sand/gravel. A winter operation regime that has been applied in recent years, in particular on cycling routes in the larger cities, is to sweep the snow and then add a mixture of salt and water (referred to as a bare roads or “GsA standard”).

Few of the remaining possible consequences are quantified

The injury data from Oslo emergency ward cannot be linked to any existing, unambiguously defined operation regime (say, ploughing and strewing of sand/gravel, GsB). Nevertheless, we can assume that sweeping and salting (GsA) was less prevalent on cycling roads in 2014, and used very sparsely on the part of the network for pedestrians, in 2016.

We lack other quantified relationships between operation/maintenance regimes and accident risk or other consequences. We may make assumptions about the direction of the effects, e.g., that travel time is expected to increase, and travel comfort decreases, for cyclists and pedestrians when the surface is slippery, when there is sand or gravel on the asphalt, and when there are holes and cracks in the road surface. From an assessment of generalized travel costs it is also expected that the level of operation and maintenance will affect the decision to travel and the transport mode choice.

There are other reported road conditions in the Oslo emergency ward datasets that can have some association with operation and maintenance, particularly in the dataset of injured cyclists, like slipping on sand or gravel (gravel often remains on the asphalt for a considerable time after the snow has melted) or leaves from trees, or having hit a hole in the road or a stone on the road. However, we lack quantified and located specifications of operation and maintenance regimes for state/county cycling and walking infrastructure and for municipal cycling and walking infrastructure. Such a specification would comprise the degree of monitoring and control of the infrastructure, what triggers measures (other than winter operation) and response times. Such quantified and located descriptions of the operation and maintenance regimes, for all types of cycling and walking infrastructure, represent one of the necessary inputs for assessing measures and the expected impacts from their implementation. In general, given a known variety of operation and maintenance regimes over a geographical area (Norway, or Norway/Sweden/Finland), quantified road standards, and measures of their associated consequences for cyclists and pedestrians (injuries, travel times, and other potential welfare-affecting consequences) could answer the questions that have been posed by our client:

- a. How much does the accident risk increase on pavements and cycling and walking infrastructure in winter, and how much can it be reduced by improved friction?
- b. How much does the travel time increase for pedestrians and cyclists due to snow and ice on cycling and walking infrastructure, and how much can the delays be reduced by improved by better operation standards, e.g. free of snow and ice standard?
- c. How much does the accident risk increase on pavements and cycling and walking infrastructure due to leaves, gravel, and sand?
- d. What are the positive consequences for pedestrians and cyclists resulting from the installation of LED lighting and SMART lighting on cycling and walking infrastructure?
- e. What would be the consequence for accidents and mobility of repairing bad road surfaces on pavements and cycling and walking infrastructure?
- f. How much increase in cycling and walking can be achieved by a standard upgrading of operation and maintenance, summer and winter? What would be the consequences of downgrading the standard?

As indicated, these questions can only partly be answered based on existing data and established relationships. An elaborate answer is given to question a, applying injury data from Oslo. The same data are applied for partial answers to questions c and e. However, estimating effects on travel time and mobility, related to questions b and e, have not been possible based on existing sources / data. The same applies, at least to some extent, to effects from lighting of separate cycle/walk sections, question d, and demand effects, question f.

Data that could shed light on some of these issues exist, such as the effects on travel time, mobility, and demand. E.g., travel survey data or mobile phone app data could be merged with other geographical data, such as descriptions of the road standards for cycling and walking infrastructure and operation and maintenance regimes, as well as weather data (affecting road conditions and affecting the decisions to walk and, especially, to cycle). However, there is also a need for new studies that can establish the links between operation and maintenance levels, conditions of the cycling and walking infrastructure, and consequences for cycling and walking.

Economic analysis examples - cycling and walking calculator

The fundament for economic analysis of operation and maintenance measures on the cycling and walking infrastructure is scarce. Neither the costs of the operation and maintenance measures nor their consequences are known. However, a framework for cost-benefit analysis is described and various inputs are discussed. Example calculations are provided for a change of winter operation regime from ploughing and strewing of sand/gravel (GsB) to sweeping and salting (GsA), as well as for the installation of LED lighting. These are preliminary analyses that can indicate knowledge gaps and illustrate how to proceed further. For instance, at the outset we set no effects on travel time or travel comfort from these measures, lacking the fundament for proposing any value. We test the assumption of demand effects, the transfer from other transport modes to walking and cycling, as a consequence of the measures.

The results of the analyses illustrate the importance of the demand effect – if only current cyclists and pedestrians are affected, with no diverted travel or induced demand, the measure cannot be supported by the cost-benefit analysis. This applies to both installing LED lighting and winter operation. Diverted travel from motorized transport provide benefits in terms of reductions of congestion, air pollution, CO2 emissions, and noise, as well as a positive health benefit from increased active transport. However, if current cyclists and pedestrians are assumed to travel at 1 km/h higher speeds as a result of the measures, there is a considerable rise in benefits. Regarding the cost of the measures, the net benefit of the winter operation measure (GsA) is more sensitive to cost increases than the LED lighting measure. The winter operation has recurrent costs, while the lighting measure has considerable investment costs but relatively low operation and maintenance costs.

Knowledge gaps – and the possibilities of filling them

As already pointed out, there is a lack of quantified relationships between operation and maintenance regimes and consequences for cyclists and pedestrians. Investigating the injury data from Oslo, causes of injury can be identified that are clearly related to operation and maintenance, especially winter operation. Yet, we do not have data showing combinations of operation and maintenance regimes and consequences, whether for injury, travel time, or other impacts. A list of knowledge gaps would comprise the following:

1. Quantified descriptions of operating and maintenance regimes/levels for different types of cycling and walking infrastructure in different geographic areas (having different infrastructure owners), which also include descriptions of the institutional features, as well as measurements of road conditions (surface conditions etc.).
2. The relationship between (operation and maintenance-related) road conditions and mobility, comfortable speed and travel time for cycling/walking (which could combine objective measurements *in situ* with questionnaires – travel survey questions, possibly also including mobile phone apps for travel registration).
3. The relationship between (operation and maintenance-related) road conditions and travel comfort (and security) for cycling/walking, which could also include valuation of changes in various road condition elements and the cycling and walking infrastructure.

4. Information about the amount of walking and cycling at specific locations. An increased number of pedestrian and cyclist counting stations would provide better information about annual average daily traffic of cyclists and pedestrians along various road sections. Some of these new count locations ought to be installed prior to changes of operation regime or prior to infrastructure maintenance, upgrade or infrastructure development. Counts could also be combined with pre-post surveys.

5. Before-and-after studies related to operation, maintenance and other infrastructure measures, applying objective counts combined with surveys (and, possibly, cellular phone apps) may also be applied in estimating the demand effect of such measures.

6. Detailed information about injured pedestrians and cyclists. Cyclist and pedestrian injury data from the Norwegian Patient Registry (NPR), from all over the country, ought to be made available for analysis, possibly with similar additional registrations as carried out by the Oslo Emergency Ward. Injury registrations should be geographically located.

7. Economic analysis examples of more measures are needed, e.g., the repair of cracks and potholes. Moreover, the measures addressed in our example analyses might be differentiated further, e.g., improving lighting on cycling and walking infrastructure versus installing lighting in places where there is none, as well as differentiating between combined measures for pedestrians and cyclists, on one hand, and separate measures, on the other.

Some knowledge gaps may possibly be filled with existing data, if these are connected in new ways. Existing travel survey data and mobile phone app data include registrations of time and location. Then it is possible to merge various geographic variables to these data sets, such as road standards, operation and maintenance regimes, other built environment data, and, preferably, weather data. This would allow for analyses of the choice of cycling/walking as transport mode and cycling/walking travel speeds, where infrastructure standard and the type and level of operation/maintenance are included as variables in the analysis.

If it is desired that a larger proportion will choose to walk or cycle for different travel purposes, then more measurable connections should be established between the operation and maintenance of the cycling and walking infrastructure and the consequences for cycling and walking. In order to be able to assess operation and maintenance measures economically, such quantified relationships are crucial.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I tilknytning til Vegdirektoratets FoU-program «Bedre drift og vedlikehold for å få flere gående og syklister» («BEVEGELSE») er det bedt om en tydeliggjøring av samfunnsøkonomiske konsekvenser av endret drift og vedlikehold av sykkel- og gangvegnettet, inkludert veger til kollektivknutepunkter og holdeplassområder. Det ble lagt til grunn i utlysningen at endring i drift og vedlikehold for gående og syklende vil ha en effekt på framkommelighet (tidsbruk, reisekomfort) – at forbedret drift og vedlikehold vil gjøre det lettere og mer attraktivt å velge sykkel/gange som transportmiddel (Statens vegvesen 2018a).

For å kunne gjennomføre samfunnsøkonomisk analyse av drifts- og vedlikeholdstiltak for syklende og gående er det behov for:

- i. Kvantifisering av sammenhengen mellom ulike drifts- og vedlikeholds nivåer (eller drifts- og vedlikeholdstyper) og reisetid, reisekomfort, skaderisiko, samt sykkel-/gangeomfang (etterspørsel)
- ii. Informasjon om drifts- og vedlikeholdskostnader ved ulike nivåer/typer
- iii. Økonomisk verdsetting av effektene (endringer i reisetid, reisekomfort, skaderisiko).

1.2 Formål

I denne rapporten vil vi forsøke å avklare til hvilken grad en kan tallfeste sammenhenger mellom gang- og sykkelvegnettets tilstand og egenskaper (kvaliteter) ved gåingen/syklingen, som tidsbruk, komfort/utrygghet og skaderisiko/ulykker. Dette vil også omfatte vurdering av muligheten for tallfesting av tilstanden og sykling-/gangenivåer («etterspørselseffekter»). De ulike konsekvensene av drift og vedlikehold for fotgjengeres og syklisters nytte må sammenholdes med drifts- og vedlikeholdskostnadene, når en skal vurdere de samfunnsøkonomiske konsekvensene.

Selv om de kvantifiserte sammenhengene er mangelfulle, så vil vi presentere en eksempelanalyse, en regnearkbasert «kalkulator» for noen utvalgte driftstiltak for syklende og gående. Rapporten vil også oppsummere kunnskapshull, og antyde hvilke av disse som kan være mest avgjørende for nytteberegninger og samfunnsøkonomisk analyse av drift og vedlikehold.

1.3 Avgrensning

Vi er bedt om å vurdere følgende sammenhenger spesielt (Statens vegvesen 2018a):

- a. Hvor mye øker ulykkesrisikoen på fortau/GS-veger vinterstid, og hvor mye kan denne reduseres med bedre friksjon?

- b. Hvor mye forlenges reisetiden for gående og syklende grunnet snø og is på fortau/GS-veger, og hvor mye kan forsinkelsene reduseres med bedre driftsstandard, f.eks. barvegstandard?
- c. Hvor mye øker ulykkesrisikoen på fortau/GS-veger grunnet løv og løsgrus?
- d. Hvilke positive konsekvenser har det for fotgjengere/syklister å anlegge LED-belysning og SMART-belysning på GS-veger?
- e. Hva er konsekvensen for ulykker og framkommelighet av å utbedre dårlige dekker på fortau/GS-veger?
- f. Hvor stor økning i sykkel og gange kan oppnås ved standardheving av drift og vedlikehold, sommer og vinter?? Hva vil evt. være konsekvensene av å redusere innsatsen?

Disse punktene blir besvart/kommentert, om enn i ulik grad, og med varierende presisjonsnivå. Det finnes en del anslag på *retningen* av effektene av drifts- og vedlikeholdstilstander – f.eks. at en slitt vegoverflate bidrar til redusert fart og økt ulykkesrisiko. Men, det finnes knapt kvantifiserte sammenhenger mellom veg(overflate)tilstander og drifts-/vedlikeholdsregimer (nivåer) på den ene siden og skaderisiko, fart, komfort og andre brukereffekter på den andre.

Vårt mest grundige svar gis på spørsmålet i punkt a, med basis i en analyse av skadedata, for hhv. gående og syklende, begrenset til Oslo. Her kan det også bemerkes at ulykkesrisikoeffektene av glatt vinterføre er så store (spesielt for fotgjengere) at betydelige ulykkesreducerende tiltak vil kunne være lønnsomme. Videre kan vi gi et svar med basis i det samme datasettet på spørsmålet i punkt c og delvis punkt e.

2 Effekter av drift og vedlikehold på gange og sykling

2.1 Potensialet for å redusere skader blant fotgjengere og syklister – estimater basert på legevaktdata og reisevanedata fra Oslo

Informasjonen i dette kapitlet er basert på kap. 5.3 i Elvik & Høye (2018).

2.1.1 Fotgjengere

Oslo legevakt (Melhuus mfl. 2017) kartla i 2016 hvor mange fotgjengere som ble skadet under ferdsel i Oslo og søkte behandling for skaden ved legevakten. Det ble registrert i alt 6309 skadde fotgjengere. Dette inkluderer ikke fotgjengere som ble brakt direkte til sykehus og heller ikke skadde fotgjengere som ikke oppsøkte Legevakten. Legevaktens tall antas å dekke 83-86 % av alle skadde fotgjengere i Oslo.

Ulykkessteder: I analysen av potensialet for å redusere antall skadde fotgjengere, har vi valgt ut skader som er registrert på følgende steder:

- Bilveg, gangfelt, fortau, holdeplass og gang- og sykkelveg.

Vi har utelatt skader som er registrert på følgende steder: Trapp, boligområde/gårdsplass, skole/barnehage, park, parkeringsplass og Operataket. Skader som er inkludert kan med sikkerhet sies å ha skjedd på offentlig trafikkområde. Skader i parker og parkeringsplasser kan muligens også regnes som skader i trafikk, men kan omfatte skader offentlige vegholdere ikke har ansvar for å forebygge.

Reisevanedata for Oslo fra reisevaneundersøkelsen 2013-2014 (Hjorthol mfl. 2014) er benyttet til å beregne gangtrafikk måned for måned. Personer som er 13 år eller eldre er inkludert i beregningene. Reisevaneundersøkelsen omfatter også personer i alderen 6-12 år, men disse er utelatt.

Kjønn og alder: I analysene er det skilt mellom kvinner og menn og mellom følgende aldersgrupper:

- 13-17, 18-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65-74 og 75 år og eldre.

Med disse begrensingene mht. skadested og aldersgrupper omfattet analysen 2698 skadde kvinner og 1930 skadde menn, til sammen 4628 skadde fotgjengere. Skaderisikoen ble beregnet for kvinner og menn hver for seg, da tidligere analyser (Bjørnskau og Sundfør 2018) ser at de har ulik skaderisiko. Til sammenligning ble 104 fotgjengere skadet i politirapporterte veitrafikkulykker i Oslo i 2016.

Føreforhold: Det er skilt mellom følgende føreforhold:

- Tørr asfalt, våt asfalt, tørr snø, våt snø, is, snø på is.

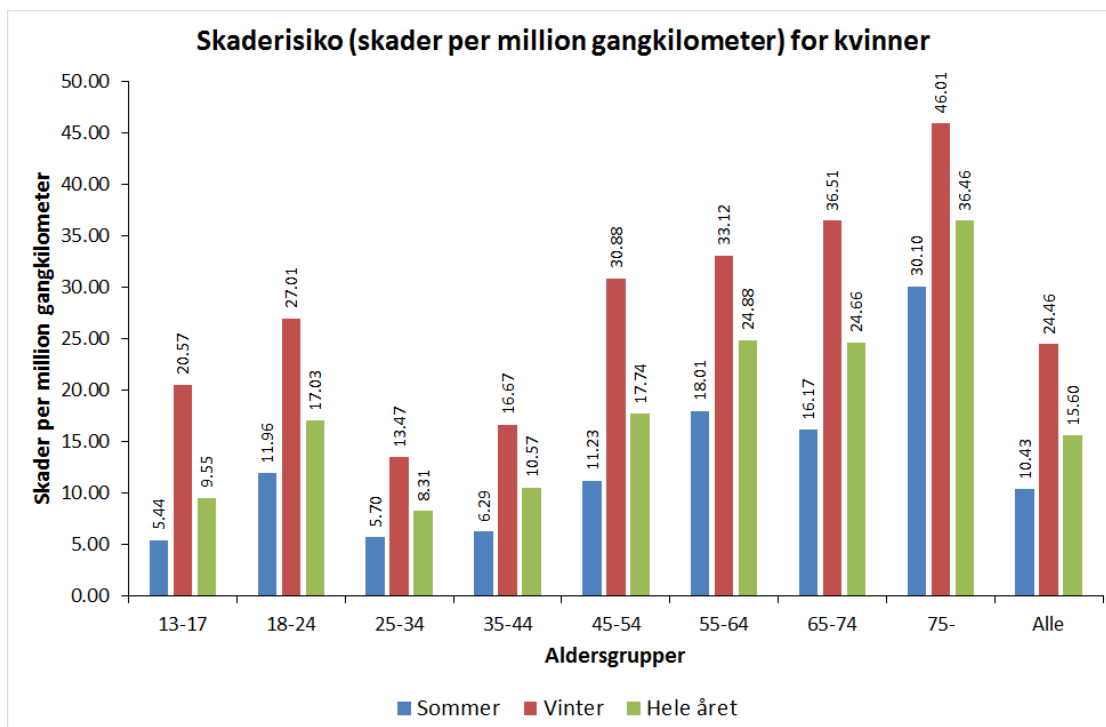
I tillegg finnes føreforholdene «uaktuelt» og «mangler». Disse kategoriene er mye brukt for skader som er registrert i sommermånedene. Vi betrakter skader som er registrert på tørr snø, våt snø, is og snø på is som skader som kan påvirkes av en bedre standard på vinterdrift. Disse føreforholdene vil bli kalt vinterføre. Skader på tørr eller våt asfalt antas ikke å kunne påvirkes av vinterdriftstiltak.

Skaderegistreringene viste et meget tydelig mønster med hensyn til føreforhold. Vinterføre forekom ikke i det hele tatt i månedene april, mai, juni, juli, august, september og oktober. I de øvrige måneder skjedde et flertall av skadene på vinterføre. For kvinner var andelen av skader på vinterføre 63 % i november 67 % i desember, 85 % i januar, 75 % i februar og 56 % i mars. For menn var andelen skader på vinterføre 63 % i november, 69 % i desember, 57 % i januar, 64 % i februar og 33 % i mars. I januar, februar og mars har menn en lavere andel av skader på vinterføre enn kvinner. Vi kan ikke peke på noen forklaring på dette.

Skaderisikoen er angitt ved antall skadde fotgjengere per million gangkilometer. Ved beregning av gangtrafikk er antall kilometer gått per person for hvert kjønn og hver aldersgruppe ganget med antall dager i måneden og gjennomsnittlig befolkning i 2016. Gjennomsnittlig befolkning i 2016 er representativ for befolkningen midt i året. Ved begynnelsen av året er befolkningen litt lavere, ved slutten av året litt høyere. Forskjellen er liten. Samme befolkningstall er derfor benyttet for alle måneder i året.

Beregningene av risiko måned for måned viste at risikoen var betydelig lavere i månedene uten vinterføre enn i månedene med vinterføre. Gangtrafikken kan ikke fordeles på føreforhold. Vi vet bare hvor mye gangtrafikk det totalt er hver måned, ikke hvor mye av gangtrafikken som foregår på ulike føreforhold. Siden risikoen er mye høyere i måneder med vinterføre enn i måneder uten vinterføre er det likevel åpenbart at vinterføre øker skaderisikoen betydelig.

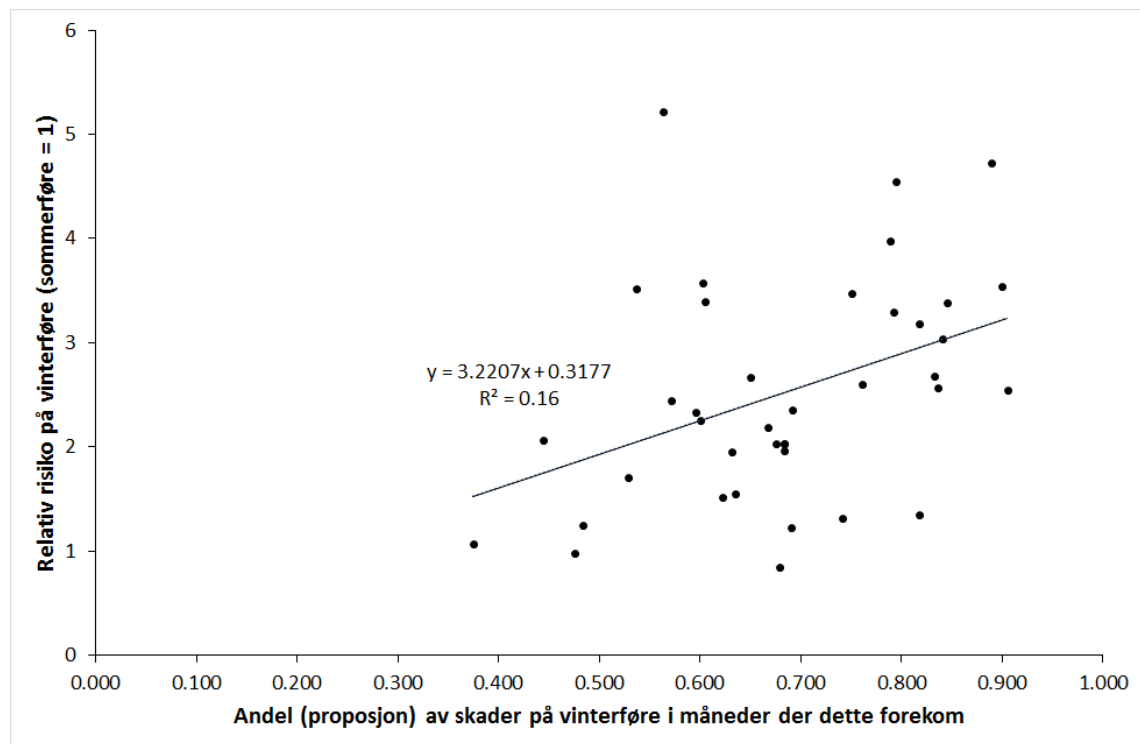
Det var ingen meningsfull variasjon i risikoen mellom måneder med sommerføre. Alle disse månedene ble derfor slått sammen. Også måneder der skader på vinterføre forekom, ble slått sammen. Figur 2.1 viser beregnet skaderisiko for kvinner fordelt på årstider.



Figur 2.1: Skaderisiko for fotgjengere i Oslo. Skadde kvinner per million gangkilometer etter årstid og føreforhold.

For hele året sett under ett, har aldersgruppen 25-34 år lavest skaderisiko. Risikoen er høyest i aldersgruppen 75 år og eldre. I alle aldersgrupper er risikoen betydelig høyere om vinteren, det vil si de måneder der skader på vinterføre er registrert, enn om sommeren. Det vi kan observere er at økningen i risiko om vinteren (risiko vinter/risiko sommer) blant kvinner er større jo høyere andel av skadene som skjer på vinterføre. Dette fremgår av figur 2.2.

Svenske forsøk (Möller mfl. 1991) viser at man med forsterket vinterdrift i beste fall oppnår å halvere forekomsten av vinterføre. I gjennomsnitt inntreffer 73,1 % av skadene blant kvinner om vinteren på vinterføre. Risikoen er da ifølge regresjonslikningen i figur 2.2 2,67 ganger høyere enn om sommeren. $[(3,2207 \cdot 0,731) + 0,3177 = 2,67]$. Dersom en halvering av vinterføre også fører til en halvering av andelen av skader på slikt føre, vil denne andelen reduseres fra 73,1 til 35,6 %. Det innebærer at den relative risikoen reduseres til $[(3,2207 \cdot 0,356) + 0,3177 = 1,46]$. Det er en risikoreduksjon på ca. 45 % $(1,46/2,67 = 0,55)$.



Figur 2.2: Sammenheng mellom andelen av skader (gange) på vinterføre og risikøkning sammenlignet med sommerføre – kvinner.

Figur 2.2 viser at den relative risiko i måneder der vinterføre forekommer, altså risiko i vinterføremåneder dividert med risiko om sommeren, øker jo høyere andelen av skader på vinterføre er. Man kan lett tenke seg at sammenhengen hadde vært omvendt: Jo mer vinterføre det er, desto bedre trening får fotgjengere i å ferdes på slikt føre. Jo bedre trening de får, desto mindre øker risikoen. Men det motsatte ser ut til å være tilfellet. Forklaringen kan være at mange fallskader utløses av glatt føre som er vanskelig å oppdage, det vil si is som er dekket av snø (og dermed usynlig) eller is (som også kan være vanskelig å oppdage, siden den har samme farge som bar asfalt).

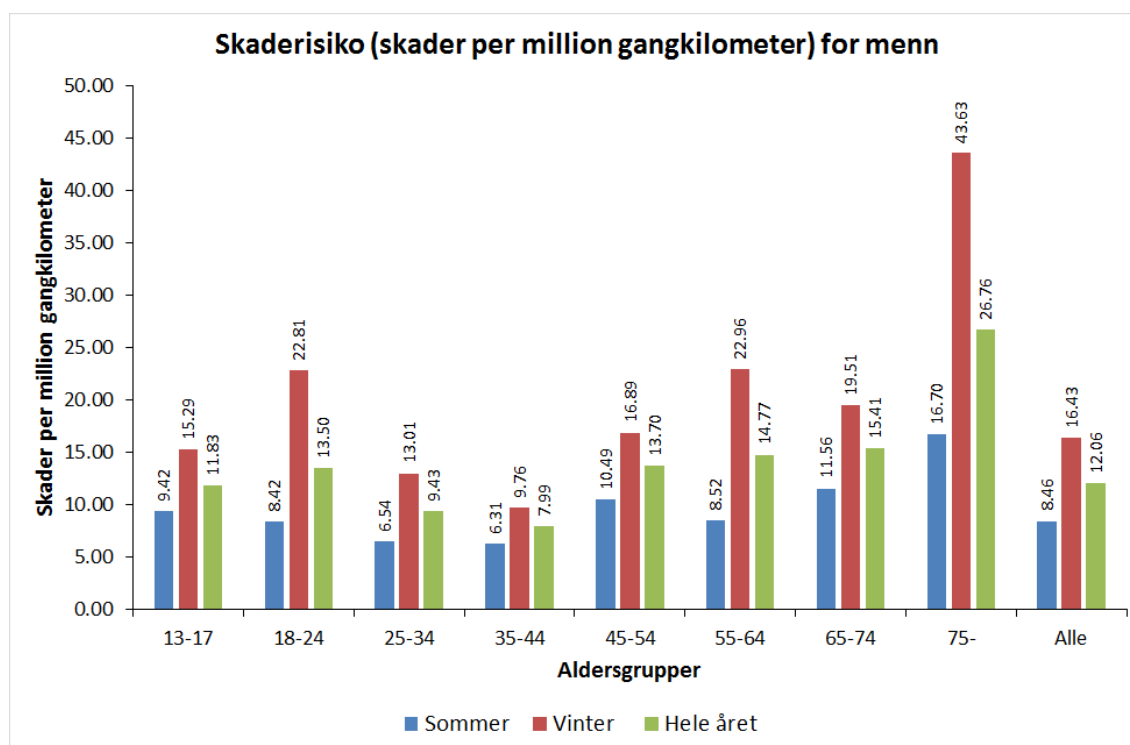
På bakgrunn av resonnetet over, er potensialet for å redusere fallskader blant kvinner beregnet under to forutsetninger:

1. Risikoen i måneder med vinterføre blir like lav som om sommeren.

- Risikoøkningen i måneder med vinterføre reduseres med 45 % (for eksempel fra 2 til 1,1).

Dagens skadetall blant kvinner over 13 år er 2698. Dette kan reduseres til 1848 under forutsetning (1) og 2088 under forutsetning (2). Vi anser forutsetning 2 for å være mer realistisk enn forutsetning 1. Skadereduksjonen under forutsetning (2) er på 23 %.

Figur 2.3 viser skaderisikoen for menn som fotgjengere i Oslo, oppdelt etter årstid og foreforhold på samme måte som for kvinner.



Figur 2.3: Skaderisiko for fotgjengere i Oslo. Skadde menn per million gangkilometer etter årstid og foreforhold.

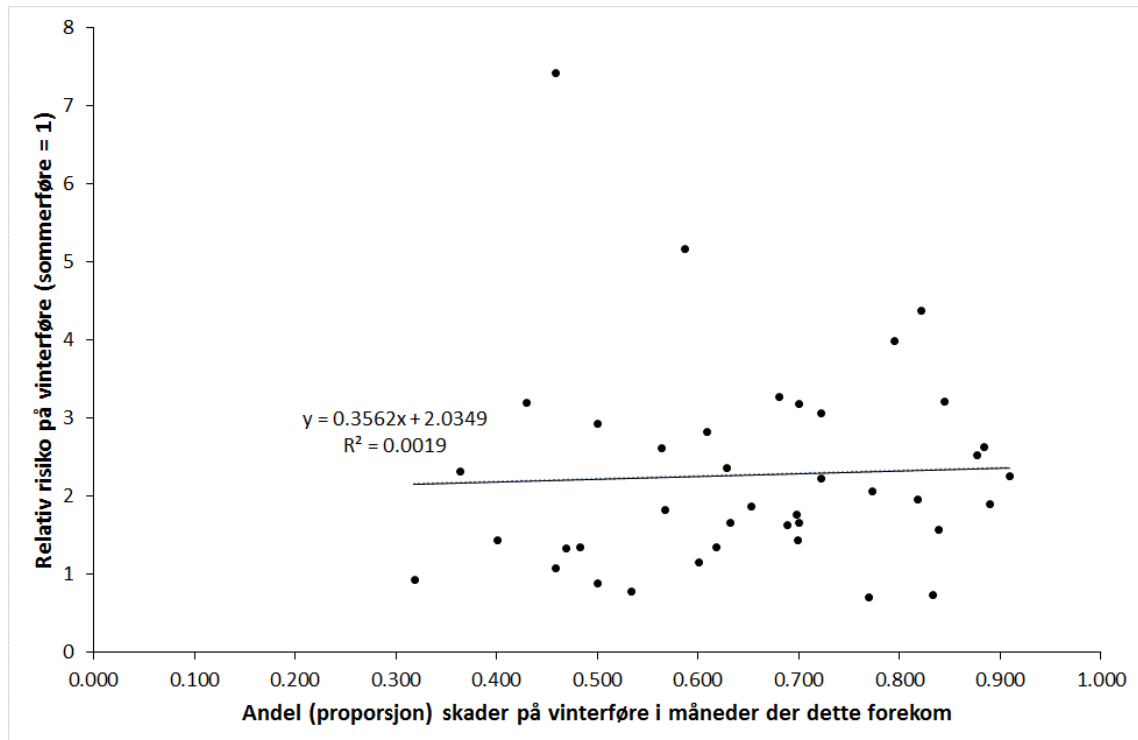
Skaderisikoen blant menn viser samme variasjon som blant kvinner. Risikoen, hele året sett under ett, er lavest i aldersgruppen 35-44 år og høyest i aldersgruppen 75 år og eldre. I alle aldersgrupper er risikoen høyere om vinteren enn om sommeren.

Blant menn er det i motsetning til blant kvinner, ingen sammenheng mellom andelen av skadene som skjer på vinterføre og økningen i risiko som har sammenheng med vinterføre. Dette fremgår av figur 2.4. For menn vil det følgelig bli antatt at risikoen på vinterføre er uavhengig av hvor ofte dette forekommer. Når forekomsten av vinterføre halveres blir risikoen på slikt føre den samme som før.

For menn over 13 år er dagens skadetall 1930. Dersom alt vinterføre fjernes, kan dette reduseres til 1348. Dersom halvparten av vinterføret fjernes, og risikoen på den gjenværende halvparten er som i dag, kan antall skader blant menn reduseres til 1639. Nedenfor oppsummeres resultatene av beregningene:

Kjønn	Skader i dag	Intet vinterføre	Halvt vinterføre
Kvinne	2698	1848	2088
Mann	1930	1348	1639
Begge	4628	3196	3727

Intet vinterføre betyr at man fjerner alt vinterføre og risikoen blir som den er på sommerføre. Halvt vinterføre betyr at man fjerner halvparten av dagens vinterføre. Skadereduksjonen ved fjerning av alt vinterføre er på omlag 30 %. Skadereduksjonen ved å halvere forekomsten av vinterføre er på 20 %. Vi betrakter det sistnevnte alternativet som mest realistisk, av grunner som er drøftet over. Dette innebærer at fotgjengere i Oslo vil ha en høy skaderisiko selv om man fjerner vinterføre helt.



Figur 2.4: Sammenheng mellom andelen av skader (menn) på vinterføre og risikookning sammenlignet med sommerføre (menn).

2.1.2 Syklister

Oslo legevakt (Melhuus mfl. 2015) kartla i 2014 skader blant syklister i Oslo. Det ble i alt registrert 2184 skadde syklister. Dette tallet inkluderer 46 syklister som ikke var innom legevakten, men ble transportert direkte til sykehus.

Vi har valgt å definere skader som er registrert i Oslo by som trafikkskader. Det var 1673 slike skader. I beregningene nedenfor skilles mellom kvinner og menn.

Beregningsgrunnlaget omfatter 597 skadde kvinner og 1020 skadde menn. Det er skilt mellom følgende føreforhold:

- Tørr asfalt, våt asfalt, løs grus/singel, løv, is/snø.²

² I registreringene ved Oslo legevakt ble det altså benyttet ulike føre- og skadeårsaksinndelinger for syklende og gående. Dette kan begrense mulighetene for sammenlikning av syklende og gående, men samtidig vil det også være reelle forskjeller mellom disse to transportgruppene mht. skadeårsaker.

Det antas at forsterket innsats i drift av sykkelarealer kan påvirke forekomsten av føreforholdene løs grus/singel, løv og is/snø. Både blant kvinner og menn ble 11 % av skadene registrert på slike føreforhold. Grus, løv og is eller snø forekom i alle årets måneder, i motsetning til vinterføre for fotgjengere, som bare forekom i månedene november, desember, januar, februar og mars. Det er følgelig ikke mulig å skille mellom måneder der de føreforhold som kan påvirkes av bedre drift forekom og måneder der disse føreforholdene ikke forekom. Bedre drift av sykkelarealer har potensial til å bedre sikkerheten hele året.

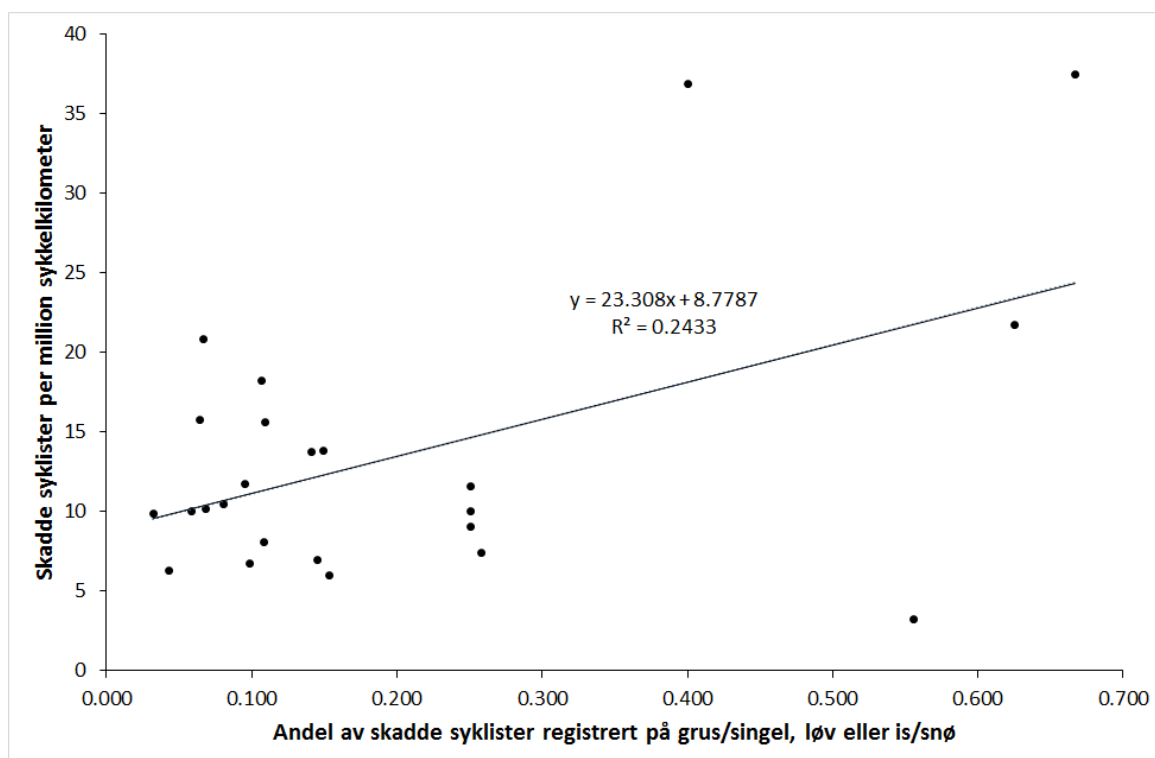
En utfordring ved beregning av syklisters risiko i ulike deler av året, er at omfanget av sykling varierer svært mye gjennom året. I vintermånedene er det lite sykling, noe som betyr at få skader registreres og at beregning av risiko blir usikker. Spolander (2018) fant at syklisters hadde lavere skaderisiko om vinteren enn om sommeren. Han forklarte dette med at de som sykler om vinteren er helårssyklister som har bedre ferdigheter enn sesongsyklister og dermed har en lavere skaderisiko.

Reisevaneundersøkelsen 2013-2014 (Hjorthol mfl. 2014) er brukt til å beregne antall sykkelkilometer. Beregningen er gjort på samme måte som for fotgjengere, se avsnitt 5.3.1. Når man deler inn årer i sommer og vinter på samme måte som for fotgjengere (sommer = april-oktober; vinter = november-mars) finner man følgende risiko for syklisters (skader per million sykkelkilometer):

Årstid	Kvinner	Menn	Begge kjønn
Sommer	9,53	10,65	10,21
Vinter	9,35	10,72	10,18
Hele året	9,51	10,66	10,20

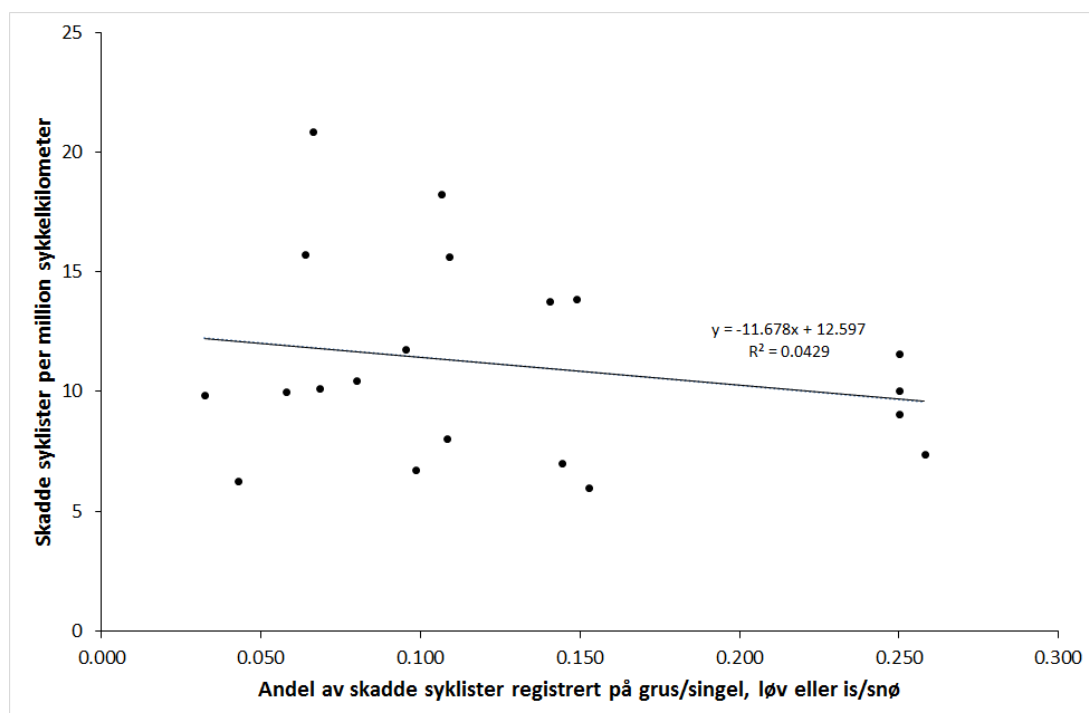
Det er minimale forskjeller i risiko mellom sommer og vinter. Kvinner har litt lavere risiko enn menn. En beregning av hvordan risikoen varierer over året gir for syklisters ingen holdepunkter for å vurdere hvor mye skaderisikoen kan reduseres gjennom bedre drift.

Det varierer mellom måneder hvor stor andel av skadene som er registrert på grus eller singel, løv eller snø og is. Er skaderisikoen høyere i måneder der en høy andel av skadene er registrert på slike føreforhold enn i måneder der en lav andel av skadene er registrert på grus, løv med videre? Figur 2.5 viser sammenhengen mellom føreforhold og syklisters risiko.



Figur 2.5: Andel av skader registrert på grus/ singel, løv eller is/ snø og syklisters skaderisiko per million sykkelkilometer.

Vi ser en positiv sammenheng. Regresjonsligningen antyder at dersom andelen med grus/singel, løv og is/snø reduseres til null, blir syklistenes risiko 8,78 skader per million sykkelkilometer, en reduksjon på 14 % fra dagens risiko. Dette resultatet er lite sannsynlig. Hvis man fjerner de fire datapunktene som ligger ute til høyre i figur 2.5, og som spriker voldsomt, forsvinner sammenhengen helt. De gjenværende datapunktene gir da ingen støtte til en antakelse om at mindre grus mv. vil redusere syklistenes risiko. Dette fremgår av figur 2.6. Det er ikke kjent hvorfor de fore datapunktene skilte seg så klart fra de øvrige datapunkter.



Figur 2.6: Andel av skader registrert på grus/singel, løv eller is/snø og syklisters skaderisiko per million sykkelkilometer. Fire avvikende datapunkter utelatt.

Beregningene over omfatter alle syklistere, både helårssyklistere og sesongsyklistere. Disse to gruppene har trolig ulik risiko. Det er ikke lett å identifisere helårssyklistere i reisevanedata, men blant kvinner forekommer sykling i 11 av årets 12 måneder i aldersgruppen 35-44 år. For den 12. måneden, desember, er det registrert én skadet syklist av legevakten, noe som viser at noen kvinner i alderen 35-44 år har syklet også i desember. Et eksponeringstall er stipulert på grunnlag av årstidsvariasjonen i syklet lengde per dag per kvinne i alderen 35-44 år.

Blant menn er sykling oppgitt i alle årets måneder for aldersgruppen 45-54 år. Når vi beregner risikoen i disse to aldersgruppene får vi tallene i tabell 2.1.

Tabell 2.1: Skaderisiko fordelt på årstid for alle syklistere og antatte helårssyklistere. Skadde syklistere per million sykkelkilometer.

Gruppe	Skadde syklistere per million sykkelkilometer					
	Kvinner			Menn		
	Sommer	Vinter	Hele året	Sommer	Vinter	Hele året
Alle	9,53	9,35	9,51	10,65	10,72	10,66
Helårs	6,11	8,12	6,32	9,12	4,50	7,80

Både blant kvinner og menn har de antatte helårssyklistene lavere risiko enn alle syklistere sett under ett. Vi vet at risikoen varierer etter alder, ikke bare om man sykler hele året og helårssyklistene tilhører aldersgrupper med relativt lav risiko både blant kvinner og menn. Det er umulig å skille bidraget fra at man sykler hele året fra bidraget fra alder.

Blant kvinner som tilhører gruppen helårssyklistere er risikoen høyere om vinteren enn om sommeren. Blant menn i gruppen helårssyklistere er det omvendt.

Tilgjengelige risikotall for syklistene gir dermed ikke noe klart svar på hvor stort potensialet for å redusere skader gjennom bedre drift er. Vi vet fra andre studier (Niska og Eriksson 2013) at løs grus, løv og is og snø er risikofaktorer for sykkelulykker. Hvis man kan eliminere, eller redusere forekomsten av disse risikofaktorene er det rimelig å anta at antall sykkelulykker vil bli redusert. Hvor stor atferdstilpasning det vil bli blant syklistene, i form av økt sykling eller høyere fart, er umulig å si. Grus, singel, løv, is eller snø forekom ved 11 % av skadene både blant kvinner og menn. Et grovt anslag på mulig reduksjon av antall skader er 5-10 %. Dette er mindre enn de 20-30 % som ble anslått for fotgjengere.

2.2 Hvor mye øker ulykkesrisikoen på fortau/GS-veger vinterstid, og hvor mye kan denne reduseres med bedre friksjon?

2.2.1 Estimaterne fra Oslo legevakt

Basert på analysen i det foregående avsnitt så er det estimert at det skadereduserende potensialet for fotgjengere ved forbedret vinterdrift er ca. 20 % om «halvparten» av (det glatte) vinterføre kunne elimineres (ved raskere utrykning og/eller forbedrede driftsmetoder), mens det ville være ca. 30 % om vinterføre kunne elimineres.

For syklistene er det grovt anslått at skadereduksjonspotensialet er 5-10 %, men dette omfatter både glatt vinterføre og løs grus/singel eller vått løv i sommerhalvåret. Vi kan forsøke å splitte opp disse tre årsaksforholdene, og utlede et separat estimat for å halvere glatt vinterføre for de syklende. I datasettet for skadde syklistene fra Oslo legevakt tar vi da bare med ulykkesårsaken («type ulykke») «skled – snø/is» og kombinerer denne med «føre is/snø». For begge kjønn samlet får vi da følgende estimerte skadereduksjon:³

	Intet vinterføre	«Halvert vinterføre»
Syklister	-2,1 %	-1,1 %

Denne estimerte nedgangen ved «halvert vinterføre» for syklistene, på ca. 1,1 %, er altså mye mindre enn tilsvarende for fotgjengerne.

2.2.2 Estimater på skaderisiko pga. glatt vinterføre fra annen litteratur

Som nevnt i analysen for Oslo, så finnes det en del studier fra Sverige som knytter syklistenes og fotgjengerenes skader til forhold som kan påvirkes av drift og vedlikehold (og av infrastrukturkvaliteten som sådan). Men det er ikke nødvendigvis gitt at denne litteraturen også kan gi anslag på hvor mye skaderisikoen kan reduseres med bedre friksjon.

³ De 1563 er registrert med en «type ulykke» som ikke omfatter kollisjoner med andre trafikanter eller unnamøvrering for å hindre kollisjon med andre trafikanter, der noen få observasjoner kan være registrert med mer enn én «type ulykke». Også for fotgjengerskadene oppgitt i kapitlene 2.2-2.7, vil summen av «skader i dag» være litt forskjellig fra skadetallet i kap. 2.1.

Thulin og Niska (2009) estimerte at drygt 40 % av syklisters singelulykker kunne relateres til drift og vedlikehold, og at det særlig var det å redusere omfanget av iset føre som var det viktigste for syklisters skaderisiko (se også Niska 2011, s. 7). Niska og Eriksson (2013, s. 20) hevder at drift- og vedlikeholdsrelaterte årsaker kan knyttes til over halvparten av singelulykkene med sykkel, og de klassifiserer følgende typer: i. sleipt underlag pga. is/snø, grus, løv og annet/ukjent; ii. ujevnt underlag, som groper/hull og sprekker; iii. tilfeldige objekter i vegbanen, f.eks. grener/kvister, men også ting tilknyttet vegarbeid samt (feil)parkerte biler; og iv. (høy) asfaltkant (som har fått den syklende til å miste balansen). Niska mfl. (2013, tabell 13, s. 26-27) spesifiserer fordelingen innenfor disse årsakstypene for 212 alvorlig skadde syklistere: i. 104 pga. is/snø i vegbanen, 31 pga. grus på asfalten, 5 pga. (våt) løv i vegbanen, 1 pga. (våt) leire i vegbanen, 5 pga. annen/ukjent årsak til glatt vegbane; ii. 30 pga. ujevnt underlag; iii. 25 pga. tilfeldige objekter i vegbanen; og iv. 11 pga. at de har kommet utenfor (høy) asfaltkant. Kort oppsummert så er omtrent halvparten av de alvorlige skadde syklisterne pga. forhold tilknyttet drift og vedlikehold, anslått å ha blitt skadet pga. manglende fjerning av is/snø. Dette ligger ganske langt over nivåene vi fant i dataene fra Oslo legevakt, for 2014.

Schyllander (2014) estimerte at 74 % av fotgjengerulykkene i Sverige skyldtes is og snø (hhv 72,7 % for menn og 74,7 % for kvinner). Grus på asfalt utgjorde 1,4 %, groper 2,5 %, hinder 6,1 %, asfaltkanter 2,3 %, fortauskanter 9,5 % og andre årsaker (inkl. hunder) 4,2 %. Carlsson og Svensson (2013) knyttet også flertallet av fotgjengerskadene til glatt overflate, og ca. 50 % direkte til is/snø. Eriksson og Sörensen (2015) finner at det høyere antallet kvinnelige fotgjengere som skades, sammenliknet med menn, delvis kan forklares med høyere eksponering – at kvinner går noe mer enn menn.

Det som er klart etablert er at glatt (iset) overflate pga. vinterlige forhold utgjør en dominerende årsak til fotgjengerskader i Sverige, og at den også utgjør en betydelig årsak til syklistskader. Basert på en helt enkel vurdering av skadeandeler for hver identifiserte årsak (uten å vurdere eksponering og risiko), så kommer en fram til anslag på skadereduserende potensial for gående og syklende ved forbedret vinterdrift, basert på de svenske studiene, som ikke ligger under det som er estimert med dataene fra Oslo.

2.2.3 Drift og vedlikeholdstiltak, standardheving, og grunnlag for økonomisk analyse

Carlsson og Svensson (2013) går inn på mulige tiltak for å redusere skaderisikoen for fotgjengere om vinteren. De viser bl.a. til forsøk i Umeå (se også Niska 2013) der en har strødd med varm sand, som så har klebet seg til isoverflaten (og dermed bedret friksjonen). Den andre tiltakstypen som nevnes er «sopsalting», eller «kosting og salting», at overflaten børstes og så strøs det salt (altså «GsA»), en driftsmetode benyttet siden 2002 i Linköping, og senere forsøkt flere steder i Sverige, og i noen grad i Norge. Dette er et tiltak som er relevant for snødekket som for isdekket overflate.⁴

⁴ Denne vinterdriftsstandard betegnes som «GsA», eller «barvegsstandard», i Statens vegvesen sine kontrakter, mens snøbrøyting med sandstrøing betegnes som «GsB» (Reitan 2016).

Carlsson og Svensson (2013) nevner også markvarme – oppvarmede vegoverflater som hindrer at snø blir liggende og hindrer at is dannes. Varme under fortau og gågater er noe som finnes i Norge, f.eks. i Oslo sentrum. Öberg mfl. (1996) sammenliknet overflateforhold på fortau/gangveger med og uten markvarme, vinteren 93/94, og fant at de oppvarmede overflatene var dekket av is/snø i 16 % av tidsperioden, mens ikke-opppvarmede overflater var dekket av is/snø i 76 % av tidsperioden. Så selv om det ikke er gitt at is/snø aldri finnes på infrastruktur med oppvarming, så er reduksjonen betydelig, og trolig større enn det en ville oppnå med en best mulig vinterdrift på ikke-opppvarmede overflater. Carlsson og Svensson (2013) nevner prosjekt i Malmö der en ønsket å legge fjernvarmerør (som uansett slipper ut varme) under torg, gågater og kollektivterminaler. De påpeker at en ved legging av varme under GS-infrastrukturen må være spesielt oppmerksom på overgangsområdene mellom oppvarmede og ikke-opppvarmede overflater, der det lett kan danne seg is.

Det finnes, så langt vi har oversikt, få samfunnsøkonomiske analyser av forbedrede vinterdriftstiltak. Öberg og Arvidsson (2012) sammenliknet kostnader for økt vinterdrift og nytteeffekten ved redusert skadeomfang for fotgjengere, og fant at nytteøkningen av den økte driften ville være dobbelt så stor som økningen i driftskostnader. Det går ikke klart fram av rapporten hvordan nytte-kostnadsberegningene er gjennomført. Hagen (1990) vurderte primært installering av oppvarmede fortau opp mot det skadereduserende potensialet for fotgjengere. Hagen konkluderte at tiltaket kunne være samfunnsøkonomisk lønnsomt ved relativt høy gangtrafikk (i sentrum og sentrumsnære områder). Om vi indeksjusterer den estimerte løpemeterkostnaden for installering av varmtvannsrør presentert av Hagen (1990), 257,50 kr per løpemeter, med bruk av byggekostnadsindeksen, får vi ca. 1042 kr per løpemeter, eller litt over 1 million per kilometer. Dette er et tiltak som koster mer enn tenkelige driftstiltak, men kan også gi mer omfattende skadereduserende effekt og mulige positive tilleggseffekter.

Reitan (2016) sammenlikner drift og vedlikehold av kjøreveg og GS-veger/fortau i kommuner i Nordiske land, og Oslo var én av disse kommunene. Spørsmålet blir da i hvilken grad vi med dette kan etablere en sammenheng mellom skadetallene fra Oslo og drifts- og vedlikeholdsnivået på GS-veger og fortau i Oslo. Oslo kommune oppga bl.a. at brøyting var basert på «kosting og salting, mekanisk brøyting» med «lastebiler og traktorer»; at snø-/isrydding var basert på bruk av «traktor med fres eller skjær samt veihøvel»; at det ikke ble utført målinger av friksjon men at når «glatt føre» ble registrert så var tiltaket «strøing og salting med traktor og lastebil»; og at det brukes flere ulike typer strømaterialer – ulike tørre blandinger med salt, væske med magnesiumklorid, og at strøsanden var finpukk med kornstørrelse mellom 3 og 7 mm (Reitan 2016, vedlegg 3c, s.3). Videre oppga ikke Oslo kommune noen tidsbasert ramme for utrykning, men at hovedveg og fortau skulle brøytes når snødybden var på 3 cm. Om det kan antas, basert på dette, at det kan være ulik skaderisiko i ulike deler av Oslo som har litt ulike driftsregimer (ulik brøyting/rydding og ulike strømaterialer), så er utfordringen fortsatt det å skulle etablere en sammenheng mellom driftsregimer/-nivåer og skaderisiko for syklende og gående. For dette formålet burde en hatt skadetall, eksponeringstall (f.eks. basert på RVU) og driftsspesifiseringer fra flere norske kommuner med ulike driftsregimer/-nivåer.

Hovedutfordringen for økonomisk analyse (nytte-kostnadsberegninger) av forbedret drift/vedlikehold er altså det å skulle etablere kvantifiserte sammenhenger mellom driftsnivå/-type på den ene siden og skaderisiko og framkommelighet/tidsbruk (og reisekomfort) på den andre siden. Med noenlunde kjennskap til endring i skaderisiko og tidsbruk ved f.eks. å skifte fra driftsregimet som følges i utgangspunktet, med brøyting og sandstrøing (GsB), til en driftsklasse med barvegsstandard, med soping og salting (GsA), og med kjennskap til kostnadsøkningen fra GsB til GsA, så ville vi ha et utgangspunkt for å gjennomføre en enkel nytte-kostnadsanalyse av slik forbedret vinterdrift.

Ramjerdi et al. (2010) verdsatte snøfjerning/isfjerning på GS-infrastrukturen i et valgekspesiment – en type spørsmål i spørreskjema der respondenten blir bedt om å velge mellom alternativer beskrevet ved egenskaper (attributter). Tre nivåer av attributtet snøfjerning/isfjerning ble beskrevet: «delvis», «for det meste», og «hele veien» – som vi evt. kan tolke som «barmarksnivåer» eller «barmarksandeler» på strekningen. For å utlede betalingsvillighetsestimater ble beskrivelsene av nivåene kvantifisert, slik at «delvis» var 25 prosent fjerning av snø/is, «for det meste» som 75 prosent fjerning; og «hele veien» 100 prosent. Betalingsvilligheten for 100 % snøfjerning/isfjerning ble estimert til hhv ca. 20,80 og 32 kr/km, for syklende og for gående.

I skadedataene for fotgjengere fra Oslo legevakt, 2016, lå det også inne en «vinterdriftsvariabel» som oppga hvorvidt det var måkt for snø og hvorvidt det var strødd. Tre kombinasjoner av føre og vinterdrift kunne knyttes til nesten en tredjedel av skadene:

- Iset føre, «måking ikke aktuelt» (det hadde ikke snødd), «ikke strødd» (15,3 % av fallskadene)
- Iset føre, «måking ikke aktuelt», «mangelfullt strødd» (8,4 % av fallskadene)
- Iset føre, «måkt», «ikke strødd» (7,7 % av fallskadene).

2.2.4 Oppsummering av estimert ulykkesrisiko på GS-infrastruktur vinterstid og estimert reduksjon med forbedret vinterdrift

En betydelig andel av fotgjengerskadene i Oslo kan knyttes til (glatt) vinterføre. Hvis vi kan anta at en driftsmetodeendring fra GsB til GsA (barmarksstandard) for GS-infrastrukturen (inkludert fortau) kan halvere vinterføreproblemet, halvere skadeantallet knyttet til vinterføre, spesielt is, som skadeårsak, så anslår vi en årlig potensiell skadereduksjon på ca. 20 % for gående og ca. 1 % for syklende.

2.3 Hvor mye øker ulykkesrisikoen på fortau/GS-veger grunnet løv og løsgrus?

2.3.1 Estimerer fra Oslo legevakt

Som behandlet i 2.2, så finnes det i datasettet for skadde syklister fra Oslo legevakt ulykkesårsaken («type ulykke») «skled – grus» (som kan kombineres med «føre løs grus/singel»). Det er en større andel skadde syklister som oppgis å ha sklidd på grus sammenliknet med andelen som har sklidd på glatt vinterføre. Det er i de åtte månedene fra mars til november at slike skadeårsaker oppgis, så vi antar at skadeomfanget i de resterende vintermånedene ikke blir påvirket av tiltak rettet mot å fjerne grus/singel/strøsand fra bar asfalt. Følgende estimerte skadereduksjoner kan da utledes for syklende (for begge kjønn samlet):

	<u>Intet grusproblem</u>	<u>Halvert grusproblem</u>
Syklister	-5,4 %	-2,7 %

Vi finner også «stein» (i vegen) som registrert «type ulykke» i datasettet for skadde syklistere. Dette er registrert gjennom det meste av året, og omfatter ca. 2,2 % av skadene. Det er ikke klart beskrevet om stein i vegen sikter til grus/singel eller større steiner. Så vi vet ikke om stein i vegen er knyttet til grus-/singelproblem, om det er et resultat av dårlige/nedslitte vegdekker, eller om det er snakk om tilfeldige objekter som ligger på vegen. Uansett så kan vi anta at skadeårsaken kunne halveres om drifts-/vedlikeholdsreaksjonstiden på stein i vegen ble halvert. Da kan vi utlede følgende skadereduksjonspotensial for de syklende:

	<u>Intet stein-i-vegen-problem</u>	<u>Halvert stein-i-vegen-problem</u>
Syklistere	-2,2 %	-1,1 %

I datasettet for skadde syklistere fra Oslo legevakt finnes også en ulykkesårsak («type ulykke») «skled – annet» som kan kombineres med «føre løv». Antallet skadde syklistere tilknyttet denne årsaken er lavere enn for «skled – grus» og «skled – snø/is». Det er i vårmånedene april-juni og høstmånedene september-november at slike skadeårsaker for syklistere oppgis, så vi antar at skadeomfanget i de resterende månedene (vinter og «høysommer/ettersommer») ikke blir påvirket av tiltak rettet mot å fjerne løv fra GS-infrastrukturen. Følgende estimer kan da utledes for syklende (for begge kjønn samlet):

	<u>Intet løvproblem</u>	<u>Halvert løvproblem</u>
Syklistere	-1,3 %	-0,7 %

Den estimerte nedgangen, ved «halvert løvproblem» for syklistene, er på kun snau 0,7 %.

2.3.2 Estimer fra diverse litteratur

Flere studier har funnet at fjerning av grus og løv kan redusere ulykkesrisikoen (Høye 2017). Høye og Hesjevoll (2016) rapporterer en spørreundersøkelse blant syklistere der litt over fjerdeparten oppga at de hadde vært utsatt for ulykke med sykkel i løpet av de siste fem årene. Nesten 70 % var eneulykker, og en tredjedel av disse hadde skjedd på glatt veg – av flerpartsulykkene hadde nesten 10 % skjedd på glatt veg. Grus/sand ble oppgitt omtrent like ofte som snø/is som årsaken til glatt veg. Følgende estimat kan utledes: i) Glatt veg pga. grus/sand som en underliggende årsak til eneulykke: $0,333 \times 0,5 \approx 0,17$. ii) Glatt veg pga. grus/sand som en underliggende årsak til flerpartsulykke: $0,1 \times 0,5 \approx 0,05$. iii) Glatt veg pga. grus/sand som en underliggende årsak til ulykke: ca. $0,7 \times 0,17 + 0,3 \times 0,05 \approx 0,13$.

Niska mfl. (2013, tabell 13, s. 26-27) fant at for 31 av 212 (snaut 15 %) alvorlig skadde syklistere, kunne årsaken knyttes til grus på asfalten. For fotgjengerskader fant Schyllander (2014) at kun 1,4 % kunne knyttes til grus på asfalt. Det tyder dermed på at løsgrus utgjør en relativt større skaderisiko for syklende enn for gående. I skadedataene fra Oslo legevakt er løsgus/singel og vått løv kun oppgitt for skadde syklistere. Niska mfl. (2013) knyttet 5 av de 212 (eller 2,4 %) alvorlig syklisterskadene til (vått) løv i vegbanen. Schyllander (2014) oppga ikke (vått) løv som egen spesifisert årsak til fotgjengerulykkene i Sverige.

For fotgjengerskadene i datasettet fra Oslo legevakt, 2016, er det ikke beskrevet andre vegtilstand- og føre-avhengige årsaker enn snø og is. Vi kan anta at fall pga. løsgus på asfalten er én av flere ikke-rapporterte vegtilstandsårsaker for fotgjengerne i Oslo, men vi kjenner ikke omfanget. Om vi tok utgangspunkt i den prosentvise størrelsen fra studien til Schyllander (2014), 1,4 %, så kunne vi f.eks. resonnerer som følger: Reduksjonen skjer i perioden mars-oktober, og pga. det høyere skadetallet i vintermånedene så blir reduksjonen over året da på kun snaut 0,7 %. Om tiltaket halverer grusproblemet blir den forventede reduksjonen for gående halvparten av dette, ca. 0,3 %. Vi understreker at vi ikke har registrert denne ulykkesårsaken for fotgjengere i skadedataene fra Oslo legevakt – at dette er en eksempelutregning basert på en analyse av fotgjengerulykker i Sverige (Schyllander 2014).

2.3.3 Drift og vedlikeholdstiltak, standardheving, og grunnlag for økonomisk analyse

Effektene av løsgrus/singel/strøsand og løv kunne antas å vare over kortere perioder av året enn is og snø, i de fleste deler av landet. Men, registreringen av skadeårsak for syklistene i legevaktdataene fra Oslo tyder heller på at grus og løv forekommer på GS-infrastrukturen i en lengre periode enn is/snø (hhv åtte og seks måneder, versus fem). Grusproblemet vil kunne påvirkes (reduseres) ved endring av driftsregime fra GsB til GsA, med endring fra sand- til saltstrøing (om enn bruk av sand også er en mulighet ved GsA). Det vil likevel være behov for å få klarlagt eventuelle driftstypeskjeller i sommerhalvåret, f.eks. hvorvidt GS-veger og fortau vaskes (spyles) noenlunde jevnlig, slik som det gjøres med kjøreveger (inkludert sykkelfelt) i norske storbyer. Dette ville også kunne påvirke risikoen for det som Niska mfl. (2013) benevnte som tilfeldige objekter i vegbanen. Det finnes tilsynelatende færre etablerte sammenhenger og estimater for å kunne gjennomføre nyttekostnadsanalyse av forbedret drift for å redusere skaderisikoen og andre negative effekter av løsgrus og løv på sykkelveger, GS-veger og fortau, sammenliknet med det som finnes i tilknytning til vinterdrift.

Ramjerdi et al. (2010) verdsatte fjerning av grus og stein fra GS-infrastrukturen. For ett prosentpoeng mer av strekningen holdt uten grus og stein, ble det estimert en betalingsvillighet lik hhv ca. 7,20 og 13 kr/km (2009-kr), for syklende og for gående.

2.3.4 Oppsummering av estimert ulykkesrisiko på GS-infrastruktur ved andre føreproblemer enn vinterføre og estimert reduksjon med forbedret drift (f.eks. halvert reaksjonstid)

Andre «føreproblemer» enn vinterføre er antakelig relativt begrensede for fotgjengere, mens det er relativt mer betydelig for syklistene pga. at sykling om vinteren er begrenset. Hvis vi forutsetter en driftsmetodeendring som innebærer en halvering av reaksjonstid, f.eks. tiltak settes inn etter maks to uker i stedet for etter maks fire uker, slik at det reelt sett blir halvparten så lang periode med problematiske forhold, så antar vi at skadene som knyttes til disse føreproblemenes halveres. Da estimerer vi en årlig potensiell skadereduksjon på ca. 2,5 % for syklende for raskere fjerning av grus fra GS-infrastrukturen, ca. 1 % for syklende for raskere fjerning av stein fra GS-infrastrukturen (eller ca. 3,5 % om en kan se tiltak for å redusere grus- og steinproblemet i sammenheng), og ca. 0,5 % for syklende for raskere fjerning av løv fra GS-infrastrukturen. Disse registrerte skadeårsakene er ikke overlappende, så en kan addere dette til ca. 4 % forventet skadereduksjon om en kunne halvere omfanget av disse «føreproblemenes».

2.4 Hva er konsekvensen for ulykker av å utbedre dårlige dekker på fortau/GS-veger?

2.4.1 Estimerer fra Oslo legevakt og diverse annen litteratur

Ujevnheter og hull er blitt knyttet til økt ulykkesrisiko for syklende og gående (Høye 2017). Niska mfl. (2013, tabell 13, s. 26-27) knyttet 30 av 212 (vel 14 %) alvorlig skadde syklistere til at det var et ujevnt vegdekke. Schyllander (2014) knyttet 2,5 % av fotgjengerulykkene til groper (i vegen).⁵

I datasettet for skadde syklistere fra Oslo legevakt finnes «hull» (i vegen) som registrert ulykkesårsak («type ulykke»). Dette er registrert gjennom det meste av året, og omfatter ca. 5,6 % av skadene. Om vi, som en forenklet første tilnærming, antar at skadeårsaken kunne halveres om vedlikeholdsreaksjonstiden på hull i vegen ble halvert (f.eks. fra fire til to uker, eller fra to måneder til én måned), så vil skadereduksjonen være på ca. 2,8 %. Hvis vi adderer dette sammen med det estimerte skadereduksjonspotensialet tilknyttet grus/stein og løv i vegen (ca. 4 %), så kommer vi opp i ca. 6,8 %. Dette er anslaget på den forventede skadereduksjonen blant syklistere om en kunne halvere omfanget av «føreproblemene» og omfanget av hull i vegen. Om vi også for fotgjengerne antar at halvering av omfanget av hull (groper) i vegen kunne være et realistisk mål, så ville vi med utgangspunkt i estimatene fra Schyllander (2014) få ca. 1,3 % skadereduksjon.

2.4.2 Drift og vedlikeholdstiltak, standardheving, og grunnlag for økonomisk analyse

Alt annet likt, så vil økt vedlikeholdsfrekvens redusere nedbrytingsgraden av infrastrukturen. Selv om vedlikeholdskostnaden går opp per vedlikeholdsinnsats, så kan vedlikeholdskostnadene over et lengre tidsrom gå ned med høyere vedlikeholdsfrekvens. Det at de negative brukerkonsekvensene kan forventes å øke med økende nedbryting vil påvirke det som er den «optimale» vedlikeholdsfrekvensen (Minken mfl. 2014).

For å kunne knytte brukerkonsekvenser til vegstandard, som skader pga. hull i vegen, må man kunne beskrive kostnader per innsats og sammenheng mellom vedlikeholdsfrekvens og veg(overflate)tilstander. Ut ifra dette må man så kunne utlede hvilken innsats (og tilhørende kostnader)⁶ som må til, f.eks. for å halvere sannsynligheten for hull/sprekkdannelse.⁷

Det er flere brukerkonsekvenser enn ulykkesrisikoen når GS-infrastrukturen brytes ned, men vi har ikke funnet tallfestede sammenhenger mellom f.eks. reisetid for syklende/gående og GS-vegdekkestandard. Det er også rimelig å forvente at reisekomfort og sykling og ganges attraktivitet som transportmiddel vil bli påvirket om standarden på GS-infrastrukturen reduseres (Niska 2011, Svorstøl mfl. 2017).

⁵ Niska mfl. (2013) knyttet 11 av 212 (vel 5 %) alvorlig skadde syklistere til at de hadde mistet balansen pga. høy asfaltkant, mens Schyllander (2014) knyttet 9,5 % av fotgjengerskadene til fortauskanter og 2,3 % til asfaltkanter. I datasettet for syklisterskader fra Oslo legevakt er ca. 9 % registrert med «fortauskant» som type ulykke, og ca. 10,5 % med «trikkeskinner». Vi vurderer det med asfaltkanter primært som et vegstandardforhold, om enn det kan være slik at drift/vedlikehold kan ha en påvirkning.

⁶ Oppdragsgiver har oppgitt et kvadratmeterprisanslag for lapping av hull på 400-500 kr.

⁷ Med utgangspunkt i eksisterende vedlikeholdsfrekvens og kostnad, samt et anslag på sannsynligheten for hull-/sprekkdannelse per arealenhet (før neste vedlikeholdsinnsats), så kunne man lettere ha vurdert den ekstra (vedlikeholds)kostnaden av et tiltak som gikk ut på å halvere sannsynligheten for hull-/sprekkdannelse.

2.5 Hvilke positive konsekvenser har det for fotgjengere/syklister å anlegge LED-belysning og SMART-belysning på GS-veg?

2.5.1 Litteratur om vegbelysning

Vegbelysning langs kjøreveg reduserer ulykkesrisikoen (Høye 2016, Elvik og Høye 2018), og dette kan ha stor effekt på syklisters og fotgjengeres påkjøringsrisiko ved kryssing av kjøreveg og ferdse i blandet trafikk med motorkjøretøy og/eller i sykkelfelt. Niska (2011, s. 43-45) beskriver effekter av belysning for sykling/gange. For trafikksikkerheten berører hun primært det som gjelder kryssinger med kjøreveg. En kan anta at det også vil være en ulykkesreduserende effekt av å installere lys langs den separate GS-infrastrukturen der dette tidligere ikke fantes. Dette kan omfatte redusert risiko for kollisjoner mellom syklende/gående eller med dyr eller gjenstander, eller at man ikke ser hull i vegen eller evt. vanskelige føreforhold. En endring av belysningstype (til LED/SMART), kan også tenkes å gi ytterligere risikoreduksjon hvis dette gir bedre lysforhold enn før. Men, det finnes så langt vi vet ingen dokumentasjon av disse sammenhengene for den separate GS-infrastrukturen.⁸

Det finnes heller ikke så mye kvantifisert mht syklisters og fotgjengeres fart(svalg) ved ulik belysning (verken graden av dagslys eller ulike kunstige belysningstyper). En kan anta at det *per se* er en fartsdempende effekt av redusert lys, om den syklende/gående ikke bruker lykt. Men en kan også tenke seg at den syklende/gående vil skynde seg mer på en lite opplyst strekning. Den siste antakelsen kan henge sammen med det som gjelder syklisters og fotgjengeres utrygghet.

For sykling/gange i den separate GS-infrastrukturen påpeker Niska (2011) belysningens betydning for (opplevd) trygghet (redusert utrygghet). Börjesson (2012) presenterer en surveybasert økonomisk verdsetting av lysforhold for gående (til/fra holdeplass/stasjon). I denne studien ble lysforholdene beskrevet med to nivåer: dagslys og mørke. Lysforholdene ble sammenstilt, i illustrasjoner, med fysiske forhold langs vegen, hvorvidt det var høyt gjerde og tett vegetasjon langs gangvegen/GS-vegen eller ikke. Illustrasjonen uten gjerde og med mindre tett buskvegetasjon ble betegnet som «åpen», dvs., GS-vegen var åpen for utsyn og åpen for innsyn fra boområder langs vegen. Illustrasjonen med gjerde og med tett buskvegetasjon ble betegnet som «lukket» - lukket for utsyn/innsyn. Dette ga fire typer illustrasjoner som utvalget skulle vurdere i et valgekspériment: «åpen i dagslys», «åpen i mørke», «lukket i dagslys», «lukket i mørke». Konteksten for valgekspérimentet var reise med kollektivtransport der gange var tilbringertransport til kollektivtransportstasjon/-stoppested. I valgekspérimentet inngikk også attributtene gangtid, tid på kollektivreisen, og ventetid/frekvens. Börjesson (2012) bygger på at tidsverdsetting under ulike forhold, med ulike reisemiddel og/eller ulike forhold for et gitt reisemiddel, vil kunne bli påvirket av komfort-/trygghetselementer. Kombinasjonen «åpen i dagslys» var den foretrukne kombinasjonen, den som ga lavest tidsverdsetting for gange, ca. 1,45 (1,3-1,6) ganger høyere enn tidsverdsettingen for kollektivtransportmiddelet. Denne relative vekten av gangetidsverdsetting øker til ca. 2 for «lukket i dagslys», til ca. 2,3 i «åpen i mørke», og til ca. 3,3 for «lukket i mørke».

⁸ Schepers og den Brinker (2011) undersøkte visuelle forhold som kunne knyttes til økt risiko for enulykke med sykkel, basert på spørreundersøkelse av et utvalg skadde syklisters. Men, i denne studien handler de visuelle forholdene mer om design/markering av kantlinjer og stolper, ikke om belysningens effekt. Høye og Hesjevoll (2016) analyserte effekten av sykkellys på risikoen for syklistskade ved kollisjon med motorkjøretøy.

Om vi kobler estimatene fra Börjesson (2012) til gjennomsnittlige tidsverdi for gange i Norge, 172 kr/time i 2016-kroner (Statens vegvesen 2018), og andelen gange i dagslys var 75 %, så ville det gi en tidsverdi lik ca. 150 kr i dagslys og lik ca. 238 kr i mørke.⁹

2.5.2 Drift og vedlikeholdstiltak, standardheving, og grunnlag for økonomisk analyse

For å kunne vurdere GS-vegbelysningstiltak i en nytte-kostnadsanalyse, så må det for det første skilles mellom installering av belysning der intet finnes og en endret belysningstype. Videre er det behov for å få kvantifiserte konsekvenser av belysning på den separate GS-infrastrukturen – andre konsekvenser enn det som gjelder syklisters/fotgjengeres kryssing av kjøreveg og ferdsel langs kjøreveg.

Det kan uten videre antas at installering av belysning der dette ikke fantes, vil gi økt sykling/gange på kveldstid og i morgengryet, om høsten og om vinteren. Om denne GS-strekningen representerer en snarveg for mange potensielle brukere, kan en få overflytting av GS-trafikk fra alternative vegstrekninger til den ny-opplyste GS-strekningen. Om en får slike områdeeffekter, så kan det også legges føringer for samfunnsøkonomisk analyse av tiltaket.

2.6 Hvor mye forlenges reisetiden for gående og syklende grunnet snø og is på fortau/GS-veger, og hvor mye kan forsinkelsene reduseres med bedre driftsstandard, f.eks. barvegstandard?

2.6.1 Litteratur om syklisters og fotgjengeres fart

I samfunnsøkonomisk analyse og i transportmodeller har farten til syklende og gående blitt satt konstante, til hhv 15 og 5 km/t (Straume og Bertelsen 2015, Flügel mfl. 2017). Flügel mfl. (2017) presenterer utvikling og estimering av en fartsmodell for sykling, en modell som kombinerer nettverksinformasjon og syklisters demografiske kjennetegn. Det ble estimert separate modeller for el-syssel og vanlig sykkel. Datagrunnlaget for syklingen var basert på at et rekruttert utvalg fra Oslo (på 721 personer) brukte en mobiltelefonapp som registrerte bevegelse med geografisk lokalisering (sense.dat). Nettverksdata ble hentet fra nasjonal vegdatabank. Hulleberg mfl. (2018) fulgte opp med videre analyser av samme syklistreise-datasett. De estimerte ulempevekter for ulike infrastrukturtyper, som bl.a. gir estimater for ekstra reiselengde som syklistene kan velge å foreta hvis en større andel av reisen kan gjennomføres på bedre tilrettelagt infrastruktur for sykling. Imidlertid omfatter ikke denne fartsmodelleringen for sykling forhold som mer direkte kan knyttes til drift- og vedlikehold, ei heller til vær- og føreforhold.¹⁰

⁹ For sykling, med en gjennomsnittlig tidsverdi lik 154 kr/time, og tilsvarende fordeling med 75 % av syklingen i dagslys, så ville tidsverdien i dagslys være lik ca. 134 kr og ca. 213 kr i mørke. Fearnley mfl. (2009) verdsette lys på holdeplasser til kr 2,82 (2009-kr) per reise, eller ca. 3,25 2016-kr.

¹⁰ Fartsmodelleringsarbeidet gir grunnlag for å estimere flere veg- og områdeeffekter på rutevalg og fart, inkludert drifts- og vedlikeholdsforhold hvis dette er registrert i nasjonal vegdatabank. Det finnes også internasjonale studier av syklisters og fotgjengeres fart (f.eks. Bernardia og Rupia 2015, Joo mfl. 2015, Rahman mfl. 2013), men heller ikke i noen av disse blir det gitt estimater på reisetidseffekt av drift- og vedlikeholdsrelaterte forhold eller vær- og føreforhold.

Erichsen (2018) estimerte også en rutevalgmodell for sykling, med bruk av internettbasert spørreskjema der respondenten registrerte sine valgte sykkelruter i kart. Variablene i modellen var reisetid, tilrettelagte sykkelanlegg (sykkelveg, GS-veg, sykkelfelt, kjøreveg/blandet) og klatring, som alle kom ut med forventet fortegn. Hun fant også at «deltakernes rutevalg ble påvirket av egenskaper som mengde biltrafikk, opplevelse av trygghet, antall kryss» (s. 116). Et relevant funn i vår sammenheng er at «det var kun 21 prosent som oppga at de syklet en annen rute om vinteren» (s. 115). At 1 av 5 endrer rute om vinteren kan vel også vurderes som en relativt stor andel, men uansett, som Erichsen konkluderer, det er «usikkert i hvilken grad drift- og vedlikeholdstiltak påvirket rutevalget om vinteren» (s. 117).

Det kan også estimeres fart for syklende og gående basert på bruk av reisevaneundersøkellesdata (RVU-data). I RVU-2013/14 ble det, som i tidligere RVU-er, spurt om reisedistanse i kilometer og i minutter (Hjorthol mfl. 2014). Gjennomsnittsfart for reisen kan da estimeres, om enn selvrapportert reiseavstand nok kan være feilaktig.

Følgende tabell oppsummerer noen fartsestimater for sykling/gange basert på RVU-2013/14 med noen tilleggsestimater for sykling (vanlig sykkel) fra Flügel mfl. (2017). Alle de RVU-baserte estimatene er vektet mht trafikken over året – i tillegg er noen estimater også vektet mht trafikantpopulasjonen (som endrer seg over året, spesielt for sykling).¹¹ For sykling/gange kombinert er det tatt trafikkvektede gjennomsnitt av de separate estimatene.

¹¹ Høye (2017, s. VII) påpeker at «Blant syklistene er det en del forskjeller mellom dem som sykler om vinteren og dem som kun sykler om sommeren. De som sykler om vinteren, er oftere menn, bruker oftere hjelm og lys, sykler fortere og er i gjennomsnitt mer sikkerhetsorienterte enn dem som ikke sykler om vinteren.»

Tabell 2.2: Estimert gjennomsnittsfart for sykling/gange basert på RVU-2013/14, samt fartsmodellestimater for sykling.

	Gange	Sykling	Gange/sykling
Alle reiseformål, hele året - RVU (km/t)	5,40	13,58	8,04
Til-fra jobb, hele året - RVU (km/t)	6,07	15,59	9,14
Alle reiseformål, populasjonsvektet, apr.-okt. - RVU (km/t)	5,33	14,02	
Alle reiseformål, populasjonsvektet, nov.-mars - RVU (km/t)	5,44	13,99	
Alle reiseformål, «sommerfart for vinterpopulasjon» - RVU (km/t)	5,35	14,22	
Alle reiseformål, «vinterfart for sommerpopulasjon» - RVU (km/t)	5,42	13,79	
Til-fra jobb, populasjonsvektet, apr.-okt. - RVU (km/t)	6,03	15,93	
Til-fra jobb, populasjonsvektet, nov.-mars - RVU (km/t)	6,11	15,49	
Til-fra jobb, «sommerfart for vinterpopulasjon» - RVU (km/t)	6,02	16,27	
Til-fra jobb, «vinterfart for sommerpopulasjon» - RVU (km/t)	6,11	15,16	
Alle reiseformål, målt fart m/ sense.dat (km/t)		16,85	
Til-fra-jobb, målt fart m/ sense.dat (km/t)		19,71	
Alle reiseformål, predikert/fartsmodell (km/t)		16,3	
I kjørebanen, alle reiseformål, predikert/fartsmodell (km/t)		16,3	
På GS-veg, alle reiseformål, predikert/fartsmodell (km/t)		16,7	
I sykkelfelt, alle reiseformål, predikert/fartsmodell (km/t)		18,7	
På sykkelveg, alle reiseformål, predikert/fartsmodell (km/t)		19,0	
Alle vegtyper, kryss v/ lenkens start og stopp, alle reiseformål, predikert/fartsmodell (km/t)		15,8	
Alle vegtyper, kryss v/ lenkens start, alle reiseformål, predikert/fartsmodell (km/t)		16,0	
Alle vegtyper, kryss v/ lenkens stopp, alle reiseformål, predikert/fartsmodell (km/t)		16,7	
Alle vegtyper, ingen kryss, alle reiseformål, predikert/fartsmodell (km/t)		18,4	

Note: Beregningen av «sommerfart for vinterpopulasjon» er den beregnede farten i månedene april til oktober for den samme aldersgruppe- og kjønnsfordelingsvektede populasjonen som sykler i månedene november til mars. Beregningen av «vinterfart for sommerpopulasjonen» er den beregnede farten i månedene november til mars for den samme aldersgruppe- og kjønnsfordelingsvektede populasjonen som sykler i månedene april til oktober. Disse beregningene er basert på RVU-2013/14 (Hjorthol mfl. 2014). Målingene fra sense.dat-dataene og beregninger/prediksjoner fra fartsmodell er basert på Flügel mfl. (2017).

Estimater basert på RVU-2013/14 viser liten forskjell i gjennomsnittlig fart mellom gange/sykling om sommeren (april-oktober) og gange/sykling om vinteren (november-mars); for gange ligger estimert fart så vidt høyere om vinteren. Men, om en tar hensyn til at det er ulike populasjonssammensetninger som går og, spesielt, sykler, i hhv sommer- og vintersesongen, så vil estimert fartsdifferanse øke for sykling. Vintersyklistene har lavere andel kvinner og lavere andeler i de eldre aldersgruppene. Den estimerte gjennomsnittsfarten (for alle reisemål) er 13,99 km/t for sykling i perioden november-mars. Om man vektet beregnet fart fra RVU-data i månedene april til oktober mht kjønn- og aldersgruppedistribusjon for sykling i månedene november til mars, «sommerfart for vinterpopulasjonen», så blir estimert fart for sykling i perioden april-oktober 14,22 km/t. Så om vi sammenlikner den uvektede gjennomsnittlige vinterfarten («vinterfarten for vinterpopulasjonen»), 13,99 km/t, og «sommerfarten for vinterpopulasjonen», 14,22 km/t, så finner vi altså at denne populasjonssammensetningen av syklistene sykler ca. 0,23 km/t fortere i perioden april-oktober enn i perioden november-mars. Med bruk av «sommerpopulasjonen» av syklistene får vi omtrent samme resultat: Den estimerte gjennomsnittsfarten (for alle reisemål) er 14,02 km/t for sykling i perioden april-oktober. Om man vektet beregnet fart fra RVU-data i månedene november til april mht kjønn- og aldersgruppedistribusjon for sykling i månedene april til oktober, «vinterfart for sommerpopulasjonen», så blir estimert fart for sykling i perioden november-mars 13,79 km/t. Så om vi sammenlikner den uvektede gjennomsnittlige sommerfarten («sommerfarten for sommerpopulasjonen»), 14,02 km/t, og «vinterfarten for sommerpopulasjonen», 13,79 km/t, så finner vi altså at denne populasjonssammensetningen av syklistene sykler ca. 0,23 km/t fortere i perioden april-oktober enn i perioden november-mars. Differansen blir altså den samme (0,23 km/t) uansett hvilken populasjonssammensetning man tar utgangspunkt i. Men, selv om denne differansen er større enn det man får ved å sammenlikne uvektede gjennomsnitt av vinterfart og sommerfart (som ikke tar hensyn til betydelige alders- og kjønnsfordelingsforskjeller mellom «sommersyklistene» og «vintersyklistene»), dvs. ca. 0,03 km/t, så må en differanse på 0,23 km/t fortsatt regnes som «liten». For sykling til-fra jobben blir differansen litt større med sammenlikning av populasjonsvektede med uvektede estimater. Uvektet gjennomsnittsfart om vinteren er 15,49 km/t, og «sommerfart for vinterpopulasjonen» er 16,27 km/t. Dvs. at vinterpopulasjonen av syklistene sykler ca. 0,78 km/t fortere til-fra jobben i perioden april-oktober enn i perioden november-mars. Uvektet gjennomsnittsfart om sommeren er 15,93 km/t, og «vinterfart for sommerpopulasjonen» er 15,16 km/t. Dvs. at sommerpopulasjonen av syklistene sykler ca. 0,77 km/t fortere til-fra jobben i perioden april-oktober enn i perioden november-mars. Denne differansen, 0,77-0,78, er større enn det man får ved å sammenlikne bare uvektede gjennomsnitt (sommerfart for sommerpopulasjonen, 15,93 km/t, og vinterfart for vinterpopulasjonen, 15,49 km/t), dvs. 0,44 km/t.

Målinger av fart med mobiltelefonapp (sense.dat) ga litt høyere fartsestimater for sykling generelt (Flügel mfl. 2017), men dette kan forklares med at utvalget her var annerledes enn RVU-utvalget for Oslo (se Fyhri & Sundfør 2016). Fartsmodellestimatene fra Flügel et al. (2017) viser også at sykling til-fra jobb har høyere fart enn sykling for alle reisemål samlet. Estimaterne viser dessuten effekter på farten av sykkelinfrastrukturstandard, samt av kryss med kjøreveg. Men, som nevnt, det er ikke analysert effekter fra noe som direkte kan knyttes til drift- og vedlikehold.

Høye (2017, s. VII) påpeker at: «Hvordan sykkelanlegg og gangarealer driftes om vinteren kan ha stor effekt på framkommeligheten for syklister og fotgjengere.» Det virker altså sannsynlig at snø og is kan hindre og bremse bevegelsene, og øke tidsbruken, men særlig for gange er det vanskelig å måle en slik effekt. For sykling er også den målte effekten, basert på kjønns- og aldersvektede RVU-data, relativt liten – snaut 2 % reduksjon i farten for all sykling i transport om vinteren og snaut 5 % fartsreduksjon for sykling til-fra jobb.

2.6.2 Drift og vedlikeholdstiltak, standardheving, og grunnlag for økonomisk analyse

Det kan være mulig å komme nærmere drifts- og vedlikeholdsrelaterte effekter ved å koble vær- og/eller geografiske data på hhv RVU-data og sense.dat, da begge datasett har tid- og stedfestede reiseobservasjoner. Observasjoner av temperatur og nedbør (og evt. vind) kan gi grunnlag for å estimere føreforhold ved gjennomførte reiser. Hvis det finnes beskrivelser av vegtilstanden og andre forhold for GS-strekninger i samme tidsperioder (hhv. 2013/14 og 2016), så kan også dette kobles til. For sense.dat er det registrert reiseruter, mens RVU-dataene inneholder informasjon om start- og slutt punkt. Det finnes altså mulighet for å koble eksisterende data og foreta nye analyser/modelleringer som muligens kan kaste lys over effekter på fart og andre forhold som kan knyttes til drift og vedlikehold. Men, vi har ikke funnet rom for å inkludere et slikt omfattende arbeid i dette prosjektet.

2.7 Hvor stor økning i sykkel og gange kan oppnås ved standardheving av drift og vedlikehold, sommer og vinter?

2.7.1 For mangelfullt tallgrunnlag til å kunne besvare spørsmålet

Standardheving av drift og vedlikehold, sommer og vinter, kan påvirke vegtilstanden, spesielt, og GS-infrastrukturen, mer generelt, på mange vis. Drift og vedlikehold vil påvirke opprettholdelse av overflatekvaliteten (spordybde, rullemotstand, friksjon, osv.). Videre vil drift og vedlikehold håndtere ytre påvirkninger, både det som gjelder vinterforhold og det som gjelder andre ting som kan havne i vegbanen (sand/grus/steiner, løv og annen vegetasjon, knust glass, andre gjenstander). Dessuten vil drift og vedlikehold påvirke forhold langs vegbanen (belysning, utsyn/innsyn, estetisk kvalitet, osv.). Når det spørres om effekter av en standardheving, så ville det prinsipielt være behov for å kvantifisere (så langt dette er mulig) både referansestandard (drift- og vedlikeholds nivået/-regimet i dag) og det nye, hevede standardnivået. Disse kvantifiseringene burde gis for ulike GS-infrastrukturtyper (fortau, GS-veger, sykkelfelt, separate sykkelveger, separate gangveger, og veger med blandet trafikk). De viktige standardbeskrivelsene for drift og vedlikehold, i denne sammenhengen, er de som brukerne blir påvirket av, de som kan knyttes til konsekvenser for de syklende og gående.

Gitt at kvantifiserte beskrivelser av standarder for drift og vedlikehold også kunne gis på geografisk datanivå, som del av strekningsbeskrivelser i nasjonal vegdatabank, så kunne spørsmålet om økning i sykling/gange bli forsøkt besvart (delvis) med eksisterende data. F.eks. kunne det være mulig å analysere eksisterende reisevanedata, innsamlet i ulike tidsrom og fra ulike deler av landet, og eksisterende mobiltelefonapp-data, om disse ble påkoblet flere typer geografiske variabler, i tillegg til variabler for drift- og vedlikeholds nivået i ulike geografiske områder. Da kunne en muligens få estimert en effekt av drift- og vedlikeholdsstandarden med kontroll for andre forhold ved GS-infrastrukturen samt andre forhold som påvirker valget om å sykle/gå (individkarakteristika, variabler om tilgjengelighet til sykkel, bil, kollektivtransport, vær, osv.).

2.7.2 Hva vil evt. være konsekvensene av å redusere innsatsen?

Også på dette tilleggsspørsmålet må svaret bli det samme: De nødvendige kvantifiserbare sammenhengene for å besvare spørsmålet mangler. Vi kan bare anta retningen – at redusert innsats ville redusere syklingen/gangen, alt annet gitt, pga. den økte ulempen ved sykling/gange (den økte «reisemotstanden» / økningen i «de generaliserte reisekostnadene», som kunne estimeres ved sammenliknende studier av verdsetting av reisetid).

2.7.3 Skadereduksjonspotensial ved økt drifts- og vedlikeholdsinnsett?

Følgende tabell gir en oppsummering av «skadereduksjonspotensialet» om det var mulig å forbedre driften og vedlikeholdet slik en enten eliminerte (som vi finner urealistisk) eller halverte skadeantallet i Oslo som kan knyttes til glatt føre eller dårlig vegdekke. For skadde fotgjengerne omfatter dette glatt vinterføre (som er dominerende skadeårsak), strøsand/løsgrus og hull i vegen, mens for skadde syklister omfatter dette glatt vinterføre, løv, strøsand/løsgrus, stein i vegen og hull i vegen.

Tabell 2.3: Estimert gjennomsnittsfart for sykling/gange basert på RVU-2013/14, samt fartsmodellestimater for sykling.

Drifts- /vedlikeholdsutfordring	Trafikantgruppe	Skadereduksjonspotensial	
		Utfordring fjernet	Utfordring halvert
Vinterføre	Fotgjengere	40 %	20 %
	Syklende	2,1 %	1,1 %
Løs grus/singel	Fotgjengere	0,7 %	0,3 %
	Syklende	5,4 %	2,7 %
Hull	Fotgjengere	2,5 %	1,3 %
	Syklende	5,6 %	2,8 %
Stein i veien	Syklende	2,2 %	1,1 %
Løv	Syklende	1,3 %	0,7 %
Alle	Fotgjengere	43,2 %	21,6 %
	Syklende	16,6 %	8,3 %

Vi understreker at disse estimatene må regnes som usikre. Det er analysen av vinterføreeffekten, og da spesielt for fotgjengerskader, i kapittel 2.1, som gir det mest solide grunnlaget for å vurdere konsekvenser og skadereduksjonspotensial.

2.7.4 Institusjonelle forhold er viktige for det som faktisk skjer

Det er til syvende og sist selve utførelsen av driften og vedlikeholdet som vil kunne gi en standardheving. Reitan (2016) beskriver kontrollregimer for vinterdrift som etatene i diverse nordiske byer kjøper eksternt. Det er grunnleggende utfordring å få en offentlig tjeneste utført med brukerperspektiv når den som utfører tjenesten ikke mottar sin bonus/malus direkte fra brukerne. Den som utfører driften kan ikke forventes å ha en målfunksjon som generelt passer fullt ut med brukerperspektivet, behovene for de syklende og gående. Anekdotiske eksempler er bruk av brøyteutstyr (brøyteskjær/fres) som lager glatt overflate, fresing av snø fra kjøreveg til GS-veg, kantslått som blåser gress og søppel inn på GS-vegen, osv. De institusjonelle forholdene kan være sekundære for vurderingene av drifts- og vedlikeholdstiltak, men de kan være avgjørende for hvordan drift og vedlikehold faktisk utføres, og dermed få konsekvenser for sykling/gange.

Gange og sykling kan foregå på strekninger som har blandet GS-infrastrukturtype og evt. flere infrastruktureiere. F.eks. kan én del foregå på turveg/grusveg og én del på separat GS-veg, eller på fortau eller i blandet trafikk. Disse strekningsdelene kan ha ulik drift-/vedlikeholdsstandard, og da kan det være en mulighet for at «svakeste ledd» kan gi betydelige negative konsekvenser, f.eks. at en delstrekning som ikke har vinterdrift og belysning bidrar til å hindre gang-/sykkelreiser eller medfører lange omveger. Karhula (2014) nevner eksempler på vinterdriftsordninger i nordiske byer som har satsset på sykling som transportmiddel, f.eks. at København kommune tar ansvaret for vinterdriften i kryss og grenseområder mellom offentlige og private vegeiere for å opprettholde en sammenhengende standard. En løpende (uavhengig og uanmeldt) overvåkning av driften blir også vektlagt.

3 Eksempelberegninger – GS-kalkulator

3.1 Bakgrunn

Vi vil, med utgangspunkt i beskrivelsene av effekter i kapittel 2, vurdere følgende tiltak av økt innsats for drift og vedlikehold av gang- og sykkelveier:

- Oppgradere standarden fra GsB (brøyt og strø) til GsA (kost og salt – barvegsstandard) for GÅENDE
- Oppgradere standarden fra GsB (brøyt og strø) til GsA (kost og salt – barvegsstandard) for SYKLENDE
- Bedre (LED) belysning gangveg
- Bedre (LED) belysning sykkelveg

I kapittel 2 har vi identifisert trafikksikkerhetseffekter (TS-effekter) og estimert ulykkesrisiko basert på skader som kan knyttes til drift og vedlikehold. I dette kapittelet (3) har vi vurdert verdsettinger av skadeeffekter og andre effekter. Dette, sammen med forutsetninger om tiltakskostnader og eventuelle tidsgevinster, etterspørseffekter, helseeffekter og overført trafikk, utgjør viktig input til beregning av samfunnsøkonomiske effekter av økt vedlikehold / forbedret drift. Men, dette forutsetter at vi også kjenner sammenhengen mellom drift- og vedlikeholds nivå og vegtilstand/bukereffekter. Dette kapittelet beskriver hvordan beregningsopplegget for nytte-kostnadsanalyse er bygget opp, hvordan det kan brukes, samt noen eksempelberegninger.

Arbeidet både med å etablere TS-effekter og opplegget for nyttekostnadsanalyser (NKA) som presenteres her, må anses som foreløpige undersøkelser. Dette er eksempelanalyser i en tidlig fase, som bør utvikles videre med ny kunnskap når mer og bedre empiri er på plass.

For å gjøre NKA-beregningsopplegget mest mulig brukervennlig, har det blitt bygget slik at en lang rekke forutsetninger er flyttet ut i egne arkfaner. Selve nytte-kostnadsanalysen kan gjøres i en forholdsvis håndterbar arkfane for hver type tiltak.

Det er tatt utgangspunkt i Fearnley og Minken (2015) sitt opplegg for nyttekostnadsanalyser av enkle kollektivtiltak. Dette bygger igjen på Fearnley mfl. (2010). Nettsidene «[Sykkelkalkulatoren](https://www.toi.no/sykkelkalkulator/)»¹² og «[Kollektivkalkulatoren](https://www.toi.no/kollektivkalkulator/)»¹³ er administrert av TØI og bygger på disse arbeidene.

De nevnte referansene beskriver hvordan NKA-beregningsopplegget håndterer slike ting som diskontering, levetider og restverdier, realprisutvikling i nytteverdier, skyggepris på offentlige midler, mv. Der fins også nærmere detaljer om NKA-metodikken, forutsetninger og begrensninger. Dette kapittelet dokumenterer de delene av beregningsopplegget som er spesifikke for drift og vedlikehold for gående og syklende.

¹² <https://www.toi.no/sykkelkalkulator/>

¹³ <https://www.toi.no/kollektivkalkulator/>

3.2 Forutsetninger brukt i beregningene

3.2.1 Generelt

Metodisk bygger NKA-opplegget på de nasjonale føringene som følger av Vegdirektoratets Håndbok V712 Konsekvensanalyser (Statens vegvesen 2018b).¹⁴ Dette ble i Fearnley mfl. (2006, 2010, 2015) tilpasset til en forenklet regnearkversjon som ivaretar kravene i en samfunnsøkonomisk analyse, samtidig som det foretas noen forenklinger. Det vises til disse publikasjonene for dokumentasjon av beregningsopplegget. Dette kapittelet presenterer og drøfter bare temaer som er spesifikke for beregningene for økt vedlikehold for gang- og sykkelveier. Dette gjelder:

- TS-/ulykkeseffekter
- Enhetsverdier
- Etterspørselseffekter
- Prosjektens kostnader.

3.2.2 TS-/ulykkeseffekter

En estimering av «TS-kostnader» for sykling og gange ved transportmiddelendring (fra bil og kollektivtransport) er gitt i Vedlegg.

3.2.3 Enhetsverdier

Verdien av tidsbesparelser er hentet fra den nasjonale verdsettingsstudien (Ramjerdi mfl. 2010) og justert til 2016-kroner ved hjelp av konsumprisindeksen. Disse er gjengitt i tabell 3.1.

¹⁴ Minken mfl. (2011, 2014) og Minken (2015) gjennomgår økonomisk analyse av drift og vedlikehold med transportanvendelse. Minken mfl. (2011) gjør følgende skille mellom drift og vedlikehold: Driftsoppgaver vil være regelstyrt og gjennomføres med en viss hyppighet (årlig eller oftere) og vil også ha noenlunde standardiserte kostnader. Vedlikehold (og evt. infrastrukturoppradering) vil skje mindre hyppig og gjerne fordrer spesifikke beslutninger. Metodikk for samfunnsøkonomiske analyser (i vegsektoren) er gjennomgått i Håndbok V712, kapittel 4 (Statens vegvesen 2018b). I denne rapporten vurderer vi det som er benevnt som «prissatte konsekvenser». Herunder er de mest relevante konsekvenstemaene (nyttekonsekvensene) trafikant- og transportbrukernytte (f.eks. tidsbruk, helsekonsekvenser og utrygghet/komfort) og trafikkulykker (personskader). Som det påpekes (s. 36): «Samfunnsøkonomisk lønnsomhet forteller oss om den samlede betalingsvilligheten for nyttekonsekvensene er høyere enn samlede kostnadskonsekvenser». Her kan det presiseres at f.eks. skadekostnader og tidskostnader plasseres på nyttesiden, at evt. skadeøkning og tidsbruksøkning da håndteres som «negativ nytte», mens kostnadskonsekvensene begrenses til kun å omfatte tiltakskostnadene. GS-modulen i EFFEKT beregner tiltakskostnader for utbygging av GS-vegnettet, med drift og vedlikehold. Brukerkonsekvensene/nyttekonsekvensene omfatter tidsforbruk og tidskostnader, ulykker og ulykkeskostnader, helsekostnader og utrygghetskostnader (Straume og Bertelsen 2015). Men, endringer i drift og vedlikehold er ikke inne som egne tiltak i GS-modulen.

Tabell 3.1: Anbefalte verdsettninger av tidsbesparelser. 2016-kroner per minutt.

Anbefalte verdsettninger	Måleenhet	Verdi 2016-kr
Reisetid kollektivtransport	kr pr. min pr. pass	1,03
Reisetid bil	kr pr. min pr. bil	1,54
Gangtid	kr pr. min pr. pass	2,77
Reisetid sykkel	kr pr min pr syklist	2,46

Det er i utgangspunktet forutsatt at forbedring fra GsB- til GsA-standard ikke gir tidsgevinster. Tabell 3.2 viser at det forutsettes samme hastighet med og uten tiltaket. Forutsetningene kan overstyres, men vi har ikke vurdert at det er grunnlag for å forutsette at tiltakene gir slik gevinst.

Tabell 3.2: Forutsetninger om fotgjengeres og syklisters gjennomsnittshastighet.

Ganghastighet, km/t GsA-standard	km/t	5,0
Ganghastighet, km/t GsB-standard	km/t	5,0
Sykelhastighet, km/t GsA-standard	km/t	15,0
Sykelhastighet, km/t GsB-standard	km/t	15,0

Tabell 3.3 viser ytterligere forutsetninger som legges til grunn for beregningene. Vi har ikke funnet grunnlag for å forutsette noen TS-gevinst av LED-belysning. Antakelig finnes slik gevinst, og antakelig særlig for sykling, men vi har ikke empiri å bygge noen slik antakelse på og setter effekten derfor til null, som utgangspunkt. Som med alle andre forutsetninger, kan denne endres av brukeren. Ved å se reduserte TS-kostnader for bil sammen med økte TS-kostnader for henholdsvis sykkel og gange, finner vi samme nettoeffekt som i tabell V7 [for tallet 3,37] og tabell V9 [for verdien 5,07] (se Vedlegg).

Tabell 3.3: Forutsetninger som inngår i NKA-analysen. Verdier i 2016-kroner.

Element	Måleenhet	Forutsetning
Helse- og TS-gevinst Sykkel i forhold til bil, kollektiv og ikke reise	kr pr pkm syklet	22,80
Helse- og TS-gevinst Gange i forhold til bil, kollektiv og ikke reise	kr pr pkm gange	59,90
TS-kostnader sykkel	kr pr pkm	3,51
TS-kostnader bil	kr pr pkm	0,26
TS-kostnader kollektivtransport	kr pr pkm	0,01
TS-kostnader gange	kr pr pkm	5,21
Skadereduksjon ved endring GsB til GsA - GANGE	Risikoreduksjon	20 %
Skadereduksjon ved endring GsB til GsA - SYKLENDE	Risikoreduksjon	1,0 %
TS-gevinst gående per km forbedring fra GsB til GsA	Kr pr pkm	1,04
TS-gevinst syklende per km forbedring fra GsB til GsA	Kr pr pkm	0,04
TS-gevinst LED-lys GÅENDE	Risikoreduksjon	0 %
TS-gevinst LED-lys SYKLENDE	Risikoreduksjon	0 %
Køkostnad biler	kr pr km per bil	2,09
Eksterne lokalmiljøkostnader SYKKEL	kr pr pkm	0,00
Eksterne kostnader BIL: Utslipp, Støy, Slitasje og Drift	kr pr pkm	0,44
Eksterne lokalmiljøkostnader KOLLEKTIVTRANSPORT	kr pr pkm	0,21
Eksterne lokalmiljøkostnader GANGE	kr pr pkm	0,00

3.2.4 Etterspørselseffekter og overført trafikk fra andre transportmidler

3.2.4.1 Forutsetninger om etterspørselsendringer

Det har ikke vært mulig å etablere empirisk baserte anslag for tiltakenes etterspørselsvirkning. Basert på en uhyøytidelig drøfting, internt og med oppdragsgiver, har vi landet på anslag på etterspørselsvirkning av tiltakene og hvor etterspørselen stammer fra (hvordan/hvorvidt de reiste tidligere) som vist i tabell 3.4. Disse forutsetningene kan naturligvis endres dersom man kjenner det konkrete tiltaket og dets effekter godt.

Tabell 3.4: Forutsetninger om etterspørselseffekt og hvor denne stammer fra.

Tiltak	Økning i etterspørsel	Hvor stammer økningen fra? Fordeling summerer til 100%		
		Bil	Kollektiv-transport	Generert
Sykkel, GsB til GsA	5 %	40	35	25
Gange, GsB til GsA	5 %	40	35	25
Fjerne grus og løv – sykkelveg	5 %	40	35	25
Fjerne grus og løv – gangveg	5 %	40	35	25
Lappe huller på sykkelveg	5 %	40	35	25
Bedre belysning gangveg	5 %	40	35	25
Bedre belysning sykkelveg	5 %	40	35	25

3.2.4.2 Nytte for eksisterende og overført trafikk

I beregningen av *eksisterende gående og syklisters* nytte, vil tiltakene gi nytte som tilsvarer betalingsvilligheten for forbedringen, samt eventuell tidsgevinst (som vi i utgangspunktet ikke forutsetter at realiseres). Vi har ingen indikasjoner på hva betalingsviljen for tiltakene er, og heller ikke for spart reisetid. Vi illustrerer derfor hvordan effektene beregnes, med eksempler.

Eksempel:

100 daglige syklistene får 2 km av ruten sin oppgradert fra GsB- til GsA-standard. Dette gjør at de kan sykle fortere, og sparer 0,5 minutter (30 sekunder) hver på strekningen. Deres nytte av tiltaket beregnes slik:
 $100 \text{ syklistene daglig} * 0,5 \text{ minutter} * 2,46 \text{ kr pr min pr syklist} = 123 \text{ kr daglig.}$

Når det gjelder *nye syklistene*, benytter vi trapesformelen, jfr. Statens vegvesen (2018b), ofte omtalt som *rule of half*. Nye syklistenes nyttegevinst (konsumentoverskudd) er i snitt lik halvparten av betalingsvilligheten for tiltaket.

Eksempel:

Med samme eksempelet som foran, vil oppgradering fra GsB- til GsA-standard gi økt etterspørsel på $100 * 5\% = 5$ nye syklistene. Trapesformelen sier at disse nye syklistenes nytte blir lik:
 $0,5 * 5 \text{ syklistene per dag} * 2,46 \text{ kr pr min pr syklist} = 6,15 \text{ kroner per dag.}$
 Total daglig nytte for eksisterende og nye syklistene blir i dette eksempelet lik:
 $123 \text{ kr} + 6,15 \text{ kr} = 129,15 \text{ kr.}$

Fordi vi vet lite om effekten av tiltakene på spart reisetid, legger vi regnearket for NKA-analysene til grunn at det ikke oppstår noen tidsgevinst som følge av tiltakene. Brukernytten blir da null. Imidlertid vil eksisterende brukere få redusert TS-risiko. Nye brukere vil få endret TS-risiko i tillegg til at de får helsegevinster av økt aktiv transport. De nye brukerne som tidligere reiste motorisert vil dessuten gi gevinster fra redusert kø, slitasje, støy, mv., som vi ser på i neste avsnitt.

3.2.4.3 Eksterne kostnader og gevinster

Overført og generert gange- og sykkeltrafikk har effekter på lokalt og globalt miljø, trafiksikkerhet, køer og trengsel, helse, støy, slitasje og drift. I dette delkapittelet beskrives hvordan disse effektene av overført trafikk er ivaretatt i NKA-verktøyet.

Når det gjelder *trafiksikkerhetseffekter for bil og buss, samt lokale utslipp, støy, kø, slitasje, drift*, er disse tatt fra Thune-Larsen mfl. (2014) sine vedleggstabeller V.2.5 til V.2.7 og oppjustert til 2016-verdier ved hjelp av konsumprisindeksen. Disse angir eksterne kostnader per kjøretøykilometer. For å omgjøre disse til eksterne kostnader per personkilometer, er det gjort skjønsmessige forutsetninger om fordeling mellom diesel- og bensinbiler og buss, tettstedtype trafikken foregår i, og om belegget på henholdsvis bil og buss på de ulike tettstedstypene. Dessuten er det gjort forutsetninger som fordeler trafikken mellom købelastet og ikke købelastet trafikk. Disse forutsetningene er gjort rede for i tabellene nedenfor.

Tabell 3.5: Forutsetninger i NKA-verktøyet om belegg på ulike kjøretøyer og i ulike situasjoner.

	By uten kø	By med kø	Tettsted
Bil, bensin	1,3	1,1	1,3
Bil, diesel	1,3	1,1	1,3
Buss	14	35	13
Sykel	1	1	1

Tabell 3.6: Forutsetninger i NKA-verktøyet om hvor nye gående og syklister i Stor-Oslo, som alternativt reiste med bil eller buss, kommer fra.

	By uten kø	By med kø	Tettsted	Sum
Bil, bensin	10 %	10 %	5 %	25 %
Bil, diesel	10 %	10 %	5 %	25 %
Buss	25 %	20 %	5 %	50 %
Sum	45 %	40 %	15 %	100 %

Trafikksikkerhetseffekten er todelt. For det første gir færre reiser med bil og buss noe reduksjon i ulykkesrisiko, som er behandlet i henhold til beskrivelsen over. For det andre gir det økt ulykkesrisiko for nye gående/syklister. Vi legger tallene fra beregningene i tabell V7 og V9 (i Vedlegg) til grunn.

Når det gjelder globale effekter, CO₂, presenterer Thune-Larsen mfl. (2014) vedleggstabell V.1.2 til V.1.4 utslippet i gram per kjøretøykilometer for ulike kjøretøy og situasjoner. Imidlertid angir ikke rapporten noen ekstern CO₂-kostnad per personkilometer. Etter rådføring med Thune-Larsen (pers. komm., 2016) er CO₂-komponenten i drivstoffavgiftene lagt til grunn som samfunnskostnaden per kilo CO₂. For 2016 var disse 97 øre per liter bensin og 112 øre for diesel. For øvrig benyttes de samme forutsetningene som over om belegg, fordeling mellom bensin- og dieslbiler, tettstedstype og køsituasjon.

Helsegevinst av gange og sykling er basert på offisielle anbefalinger i Statens vegvesen (2018b) Håndbok V712, Tabell 5-20¹⁵. Helsegevinsten fremgår av tabellen nedenfor. Vi legger til grunn at gevinsten gjelder all nyskapt trafikk, samt overgang fra motoriserte reiser¹⁶.

Tabell 3.7: Reduserte helsekostnader for nye gående og syklende 2016-kr per kilometer. Kilde: Statens vegvesen (2018b) Håndbok V712, Tabell 5-20.

Element	Gående	Syklende
Kortvarig sykefravær	3,30	1,70
Alvorlig sykdom for (realøkonomiske kostnader (helsevesenets kostnader og produksjonstap) + velferdseffekten)	56,60	21,10
Sum helsegevinst	59,90	22,80

Oppsummeringsvis er følgende vektete, eksterne virkninger tatt inn per kilometer sykling og gåing som alternativt ville vært gjennomført med bil eller buss, i 2016-verdier.

¹⁵ Disse er gjenstand for mye diskusjon. Vi tar ikke denne diskusjonen her, men legger til grunn at disse er offisielle og anbefalte verdier.

¹⁶ Vi ser bort fra at kollektivreiser medfører noe gåing/sykling til/fra stasjoner. Derfor overvurderes gevinsten noe, men det er vår vurdering at dette er marginalt i forhold til totalen.

Tabell 3.8: Vektete, eksterne virkninger per kilometer sykling og gåing som alternativt ville vært gjennomført med bil eller buss. 2016-kroner per personkilometer.

Element	Sykkel	Gange
Lokale utslipp	0,25	0,25
Støy	0,01	0,01
Kø	1,12	1,12
Ulykker	0,14	0,14
Slitasje	0,05	0,05
Drift	0,02	0,02
Helsegevinst	22,80	59,90
TS-kostnad	-3,51	-5,21
sykkel/gange		
CO ₂	0,06	0,06
Sum	20,94	56,34

NKA-verktøyet slår dette sammen til tre hovedkategorier av eksterne effekter, i 2016-kroner per personkilometer, som vist i tabellen under. Det er tydelig at helsegevinsten fullstendig dominerer dette regnestykket.¹⁷

Tabell 3.9: Hovedkategorier av eksterne effekter. 2016-kr per personkilometer.

Element	Elementer som inngår	Sykkel	Gange
Helsegevinst og endret ulykkesrisiko	Ulykker, Helsegevinst sykling, TS-kostnad G/S	19,43	54,83
Miljø- og klimaeffekt	Utslipp, Støy, CO ₂	0,32	0,32
Køreduksjon, slitasje, drift	Kø, Slitasje, Drift	1,19	1,19
Sum nytte		20,94	56,34

3.2.5 Tiltakenes oppetid

Et par av tiltakene, og særlig oppgradering fra GsB til GsA, kan ikke eksistere til enhver tid. Det vil nødvendigvis være noe forsinkelse mellom et snefall og tidspunktet GsA-standard er gjenopprettet. Statens vegvesen anslår at GsA-standard i snitt er operativt i 80 prosent av tiden hvor GsA er aktuelt, men det kan være stor variasjon avhengig av hvor i landet man er (pga klima og nedbørmengder) og hvilke avtaler som gjøres med dem som utfører vedlikeholdet. Derfor er denne forutsetningen flyttet fra arkfanen 'forutsetninger' til arkfanen hvor tiltaket nyttekostnadsberegnes.

¹⁷ Reduserte fiskalavgifter fra bensinavgift mv. er ikke håndtert i dette NKA-verktøyet. Fordi slike avgifter har vridende effekt, vil reduserte avgifter gi redusert skyggekostnad på offentlige midler.

3.2.6 Driftskostnader og levetid

I utgangspunktet legger beregningsopplegget opp til at brukeren selv gjør et anslag på tiltakets investerings- og drift-/vedlikeholdskostnader. For tiltaket GsA, for både gående og syklende, har vi forhåndsutfyllt med erfaringstall som er hentet fra Saltnes mfl. (2017) side 122-123 i form av differansen mellom «GsB – 10 vinterfeinger (typisk tettsted)» og «Kostnadsfordeling drift og vedlikehold for g/s-veg - GsA». Når det gjelder levetiden, må brukeren vurdere med utgangspunkt i hva slags avtaler som regulerer tjenestene. Ulike avtaler kan gi en større initial investering og deretter årlige drifts- og vedlikeholdskostnader, eller en jevn strøm med økte, årlige driftskostnader. I siste tilfelle settes investeringskostnaden til null. Dersom tiltaket medfører investeringer (maskiner, stolper, mv.), må det også gjøres anslag på investeringenes levetid slik at det beregnes reinvestering ved levetidens slutt. Standard analyseperiode for nyttekostnadsanalyser, er 40 år. Det kan være greit å sette levetiden på investeringer til 40 dersom de har veldig lang levetid (f.eks. lyktestolper).

3.3 NKA-verktøyets oppbygging og bruk

NKA-verktøyet er utarbeidet som en Excel-fil med egne arkfaner for forutsetninger og for hvert av tiltakene som NKA-beregnes.

I arkene med forutsetninger fins det som er beskrevet i kapittel 2, foran, samt forutsetninger og beregningsopplegg som allerede er dokumentert i Fearnley og Minken (2015) og Fearnley mfl. (2010). Dette gjelder slike ting som enhetsverdier, effekter, NKA-spesifikke og beregningstekniske forutsetninger, mv. Hvis disse endres, vil det endre alle beregningene som henter opp disse inputdataene. I utgangspunktet er dette derfor ikke tilrådelig¹⁸.

Hver type tiltak er representert ved en arkfane. Tiltakene beskrives i øverste del av regnearkene ved å legge inn informasjon i hvite celler. Nytttekostnadsberegningene foregår i de grå cellene, som inneholder formler for nyttekostnadsanalysen.

Det beregnes årlig nytte for eksisterende fotgjengere/syklister og andre trafikanter, helsegevinster, trafikksikkerhetsgevinster, lokalmiljøgevinster, samt sum nåverdi av nytte over analyseperioden, som er standardisert til 40 år.

Nåverdi av investeringskostnader, årlige drift- og vedlikeholdskostnader og skyggepris på offentlige midler over analyseperioden summeres til en beregning av nettonytte og nettonytte pr budsjettkrone over analyseperioden. Dersom disse er positive (>0) er prosjektet samfunnsøkonomisk lønnsomt.

3.4 Begrensninger og kalkulatorens gyldighet

NKA-verktøyet baserer seg på trafikkdata og skadedata fra Oslo. Sammenhengene mellom gåing og ulykker ved ulike føreforhold er basert på disse Oslo-tallene. Denne første versjonen av NKA-verktøyet har derfor gyldighet for Osloområdet. I andre geografiske kontekster vil bruksmønster, klima og andre forhold kunne være annerledes.

¹⁸ Men det kan være nyttig å gjøre følsomhetsanalyser som viser hvordan resultatene vil påvirkes hvis disse forutsetningene justeres.

NKA-verktøyet benytter flere gjennomsnittsbetraktninger. Dette gjelder bl.a. betalingsvilje, reiselengde, tettstedtype, fordeling mellom høy- og lavtrafikkperioder, mv. Et konkret sykkelprosjekt vil ha sin egen profil for alle disse elementene. Det er mulig å endre forutsetningene, som ligger i egne arkfaner, men det anbefales bare hvis man har veldig god kontroll på regnearket og hvordan forutsetningene hentes inn i NKA-beregningene.

3.5 Eksempelberegninger

Her illustreres hvordan tiltakene kan nyttekostnadsberegnes, samt hvordan følsomhetsanalyser kan gjøres. Figur 3.1 viser eksempel på et utfylt regneark for tiltaket «Sykkelvei - Fra ingen/eldre belysning til LED-belysning - Forenklet nyttekostnadsanalyse». Informasjonen om sykkelvegens lengde, tiltakets kostnader, antall årlige brukere og hvor lang hele reisen deres er i snitt, må skrives inn (i de hvite feltene). I tillegg kan brukeren overskrive forutsetningen om investeringsens levetid og eventuell tidsbesparelse (økt hastighet) tiltaket gir.

Forutsetninger

Lengde sykkelvei, km	1,0
Investeringskostnad ved etablering, kroner	1 000 000
Årlige ØKTE drifts- og vedlikeholdskostnader, kroner	0
Investerings levetid, år	40
Antall sykkelturer som får nytte av tiltaket per år	15 000
Snitt total reisedistans for dem som får nytte av tiltaket, km	5
Eventuell tidsbesparelse av tiltaket, minutter per tur	0,0

Figur 3.1: Eksempel på utfylling av regnearket for tiltaket «Sykkelvei - Fra ingen/eldre belysning til LED-belysning - Forenklet nyttekostnadsanalyse». Informasjon om tiltaket er skrevet inn i de hvite cellene.

NKA-verktøyet beregner, med utgangspunkt i disse inputdataene, hvor mye trafikk som overføres fra andre transportmidler og som genereres, jfr. kapittel 3.2.4, før nytte og kostnader beregnes og summeres. Figur 3.1 viser hvordan nyttekostnadsberegningene ser ut. I og med at vi ikke har tilstrekkelig grunnlag for å si noe om tidsbesparelser eller betalingsvillighet for LED-belysning, og heller ikke noe grunnlag for å angi noen TS-effekt, vil en analyse som bare inkluderer dagens brukere, gi null beregnet nytteeffekt og negativ samfunnsnytte. I dette tilfellet vil all nytteeffekt tilskrives overført trafikk, som gir mindre bilkø, helsegevinst, redusert TS-gevinst og øvrige eksterne gevinster (Utslipp, Støy, Slitasje og Drift). Disse summerer til 76.830 kroner i årlig nytte og 1,876 millioner kroner over analyseperioden. Tiltakets nettonåverdi er positiv, 676.038 kroner, og nyttekostnadsbrøken (nettonytte per budsjettkrone) blir 0,68. Tiltaket er derfor samfunnsøkonomisk lønnsomt når etterspørselseffekter og overført trafikk er inkludert.

Nytteberegninger	Kun dagens brukere	Inkluderer overført trafikk
Årlig syklistnytte	0	0
Årlig nytte for andre trafikanter (mindre kø for biler)	0	3 134
Årlig helsegevinst	0	85 500
Årlig TS-gevinst (<0 hvis TS-kostnader for sykkel er høyere enn alternativene)	0	-12 746
Øvrige eksterne effekter, (ev. anleggsfase ikke inkludert)	0	943
Sum årlig nytte	0	76 830
Sum nåverdi av nytte over analyseperioden	0	1 876 038

Kostnadberegning		
Nåverdi av investeringskostnader inkl restverdi	-1 000 000	
Nåverdi av årlige drift/vedlh kostnader	0	
Nåverdi av totale kostnader, inkl restverdi	-1 000 000	
Skyggepris på offentlige midler over analyseperioden	-200 000	

Nettonåverdiberegning (Må være >0 for lønnsomhet)	Kun dagens brukere	Inkluderer overført trafikk
NNV [Nettonytte over analyseperioden - (nåverdi kostnad * skyggepris)]	-1 200 000	676 038
Nettonytte pr budsjettkrone over analyseperioden	-1,20	0,68
Samfunnsøkonomisk lønnsomt?	NEI	JA

Figur 3.2: Beregning av nytte- og kostnadselementer, samt oppsummerende samfunnsøkonomisk vurdering.

De øvrige tiltakene i beregningsopplegget følger samme logikk. Tiltakene med å øke standarden fra GsB til GsA inkluderer en beregnet TS-gevinst for eksisterende brukere, slik at det ikke kun er effekten av overført og nyskapt gang-/sykkeltrafikk som gir samfunnsnytte.

Tabell 3.10 viser de fire tiltakene med et sett eksempel-forutsetninger og NKA-beregninger. Tallene i inputdataene er eksempel-tall. For å vise hvordan en følsomhetsanalyse kan se ut, illustrerer tabellen hvordan resultatet av nyttekostnadsanalysen varierer hvis enkelte forutsetninger endres. Med disse eksemplene er alle tiltakene unntatt GsA syklende, samfunnsøkonomisk lønnsomme. I følsomhetsanalysen har vi endret enkelte forutsetninger for å studere hvor mye det påvirker NKA-beregningene. Vi ser at dersom kostnadene skulle være 20% høyere enn forutsatt, vil det påvirke nettonåverdien av nytten i langt større grad for GsA-prosjektene enn for LED-prosjektene. Det er fordi GsA-prosjektene har kostnader på løper hvert år, mens LED-prosjektene kun har kostnader i år null i disse eksemplene. Dersom antallet brukere skulle være 10 prosent færre enn antatt, slår dette mer ut for tiltakene mot gående og mer for GsA-prosjektene. Det skyldes flere faktorer, blant annet at GsA-prosjektene hadde høyere antall turer i utgangspunktet slik at det er snakk om flere personer, og at helsegevinstene er høyere for tiltak som gir mer gange. Dersom tiltakene gir 1 km/t raskere fart, vil det gi store, positive utslag på nyttekostnadsanalysene. Derfor er det behov for å analysere nærmere hvorvidt tiltakene gir reisetidsgevinster. Til slutt ser vi at antakelsene om etterspørselseffekter har store konsekvenser for den samfunnsøkonomiske lønnsomheten. Også dette bør derfor studeres grundigere.

Tabell 3.10: NKA-eksempelberegninger og følsomhetsanalyser av fire tiltak. *Grønn skrift* indikerer samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter, mens *rød skrift* indikerer ulønnsombet.

	LED sykkelvei	LED gangvei	GsA gående	GsA syklende
Input-data:				
Lengde, km	1	1	1	1
Investeringskostnad, kr	1 000 000	1 000 000	0	0
Årlige ØKTE drifts- og vedlikeholdskostnader, kr	0	0	222 000	222 000
Investerings levetid, år	40	40	40	40
Antall turer som får nytte av tiltaket per år	15 000	20 000	50 000	50 000
Tiltakets oppetid, prosent			80 %	80 %
Snitt total reisedistanse per tur for dem som får nytte av tiltaket, km	5	2	2	5
Tidsbesparelse av tiltaket, minutter per tur	0	0	0	0
NKA-beregning inkludert overført trafikk:				
NNV	676 038	1 529 345	1 203 423	-235 754
Nettonytte pr budsjettkrone ("nyttekostnadsbrøk")	0,68	1,53	0,27	-0,05
Følsomhetsanalyser, effekt på NNV av...				
20% lavere investerings-/driftskostnader	916 038	1 769 345	2 257 982	818 805
10% færre brukere enn antatt	488 434	1 256 411	555 801	-739 458
1 km/t reisetidsgevinst	906 722	4 305 432	6 755 598	379 402
Etterspørselseffekt er 1% istedenfor 5%	-824 792	-654 131	-3 163 529	-4 237 969

3.6 Mulig videreutvikling av NKA-verktøyet

Arbeidet med NKA-verktøyet for gange- og sykkeltiltak har identifisert en del områder for videreutvikling:

- **Hele landet:** Per i dag er TS-effektene i NKA-verktøyet basert på data fra Oslo legevakt. En videreutvikling av verktøyet bør ha som ambisjon å kunne brukes for hele landet. Det vil kreve en del analyser av data som må samles inn, av samme typen som i kapittel 2 og 3.2, for hele landet. Det vil også kreve at beregningsverktøyet kan skille mellom en del ulike stedstyper og en mer fleksibel tilnærming til ulykkesrisiko og etterspørselseffekt.
- **Flere tiltak:** I denne runden har vi kun inkludert LED-belysning og GsA-standard for gående og syklende. For det første burde disse kunne utvides til å skille mellom oppgradering til LED fra henholdsvis eldre/dårlig belysning og ingen belysning. For det andre bør verktøyet utvikles til å håndtere kombinerte gang- og sykkelveger, som med gjeldende versjon må gjøres manuelt ved å addere gange- og sykkeltiltak. For det tredje, burde flere typer tiltak inkluderes, deriblant oppgradert vegbane og tetting av huller
- **Etterspørselseffekter:** Som vist, er de samfunnsøkonomiske analysene svært følsomme for forutsetningene om etterspørselseffekter. Etterspørselseffekter av gang- og sykkelinfrastruktur og andre virkemidler er et vanskelig empirisk spørsmål som vil kreve en forholdsvis stor og dyp analyse av både eksisterende empiri (som det er lite av men som bør søkes opp og dokumenteres) og en rekke kontrollerte før-etterstudier.

- **Betalingsvillighet for tiltakene:** Vi vet fra andre studier at trafikanter har betalingsvillighet for blant annet belysning på holdeplasser (Fearnley mfl., 2009). Det er grunn til å anta at gående og syklende har betalingsvillighet for tiltakene som er behandlet i denne rapporten. Denne betalingsvilligheten er en del av konsumentoverskuddet, og skal derfor tas med i de samfunnsøkonomiske analysene. En verdsettingsstudie vil innebære en større survey blant gående og syklende.
- **Effekter på gang- og sykkelhastigheter:** Våre initiale analyser av RVU-data gir blandede og usikre resultater med hensyn til hvordan gange- og sykkelhastigheter varierer med føreforhold. Dette er kunnskap som er viktig for nyttekostnadsanalysene, jamfør følsomhetsanalysene, og som ikke skulle være så altfor krevende å gjøre grundigere beregninger av. Et beregningsopplegg vil måtte kombinere værdata, sesongdata og informasjon om reisetider og -distanser. Dersom reisetider og -distanser hentes fra reisevanedata, som forsøkt her, vil en mulig feilkilde være at folk stort sett avrunder når de oppgir dem i spørreundersøkelser. Det blir en liten utfordring å utforme undersøkelsen slik at slike feilkilder minimeres. Alternativt finnes det i dag en lang rekke alternative datakilder, blant annet fra sporings-apper og telefonlogger. Disse vil gi mer sikre resultater, men dataene er vanskeligere å skaffe til veie, blant annet på grunn av personvern hensyn.
- **Forenklet brukergrensesnitt:** Erfaringsmessig er det vanskelig å motivere folk til å ta i bruk Excel-regneark som de ikke enten har laget selv eller kjenner veldig godt. NKA-beregningsverktøyet er forsøkt ryddet opp i så langt det er mulig, men vil uansett være forvirrende for de fleste. Vi har etter hvert opparbeidet god erfaring med å tilrettelegge tilsvarende beregningsopplegg for internett og med et brukergrensesnitt som senker terskelen for å ta verktøyet i bruk betraktelig. Se <https://www.toi.no/sykkelkalkulator/> og <https://www.toi.no/kollektivkalkulator/>.

Et ytterligere tema som vi ikke har fått behandlet tilstrekkelig i denne rapporten, er som følger: Blant de eksterne kostnadene ved transport, inkluderer Thune-Larsen mfl. (2014) elementet 'natureffekter' (under overskriften «Drift»). Den viktigste komponenten i beregningen av eksterne «Drift»-kostnader, er salting. Flere av prosjektene som inngår i analysene her, inkluderer salting, som altså har en ekstern kostnad, natureffekten. Oppdragsgiver for denne rapporten referer til erfaringer på en prøvestrekning i Bærum, der GsA-standard betyr en dobling av saltbruken i forhold til strøing (fordi man bruker litt salt også i strømaterialiet for å holde det klumpfritt i kuldegrader). Slike effekter bør søkes innarbeidet.¹⁹

¹⁹ Det svenske Trafikverket har også utviklet en regnearkbasert kalkulator for tiltak rettet mot gange og sykling (Hammerlid, 2018). Denne, GC-kalk, ligger her: <https://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/Prognos--och-analysverktyg/GC-kalk/>. Det kan også nevnes at det britiske Department for Transport har en egen veiledningsmanual for aktiv transport: <https://www.gov.uk/government/publications/webtag-tag-unit-a5-1-active-mode-appraisal-may-2018>.

4 Oppsummering

4.1 Årsak- og virkningssammenhenger

4.1.1 Behov for spesifiserte/kvantifiserte drifts- og vedlikeholdsregimer

I tilknytning til Vegdirektoratets FoU-program «Bedre drift og vedlikehold for å få flere gående og syklistene» («BEVEGELSE») er vi blitt bedt om å avklare hva som kan være samfunnsøkonomiske konsekvenser av endret drift og vedlikehold av sykkel- og gangvegnettet. Vi har forsøkt å besvare konkrete spørsmål om sammenhenger mellom drift/vedlikehold og konsekvenser for de syklende/gående, samt skissert et verktøy for nytte-kostnadsanalyse. Herunder har vi analysert skadedata fra Oslo legevakt for syklistene og fotgjengere, og en betydelig del av skadeårsakene er knyttet til føreforhold, spesielt for gange om vinteren. Vi har også referert til litteratur som beskriver konsekvenser av vegtilstanden i GS-infrastrukturen, spesielt svensk litteratur, men utover skadetall så er konsekvenser som kan knyttes til drift/vedlikehold i liten grad kvantifisert, f.eks. det som gjelder tidsbruk. Generelt finnes det knapt kvantifiserte sammenhenger mellom GS-vegtilstander og definerte drifts-/vedlikeholdsregimer på den ene siden og skaderisiko, fart, komfort og andre brukereffekter på den andre (se også Svorstøl mfl. 2017). I utgangspunktet ville man ha behøvd en mest mulig kvantifisert beskrivelse av drift- og vedlikeholdsregimer, gitt geografisk på strekningsnivå, for de ulike typene GS-infrastruktur.

4.1.2 Den betydelig økte fallrisikoen på glatt vinterføre er den tydeligste konsekvensen av mangelfull drift – eller av lav GS-infrastrukturstandard

To datasett fra Oslo legevakt, ett for skadde syklistene i 2014 og ett for skadde fotgjengere i 2016, inkluderte variabler for føre og ulykkesårsak som kunne relateres til vegtilstand og dermed drift- og vedlikeholds nivåer. Det var en stor andel av de skadde fotgjengerne som var registrert å ha falt på vinterføre i de fem månedene fra november til mars, opp mot 85 prosent. Om man med f.eks. en driftsregimeendring kunne halvere omfanget av glatt vinterveg, så er det beregnet en reduksjon på ca. 20 % av fotgjengerfall med skade i Oslo, hele året under ett.

Det dominerende vinterdriftsregimet har vært brøyting og strøing (benevnt som «GsB»), og dette kan utføres med ulik responstid (på snøfall/isdannelse) og med ulik kvalitet. Et vinterdriftsregime som har vært brukt på noen sykkelvegstrækninger i de større byene de siste årene er å børste bort snøen og så salte (benevnt som «barvegsstandard» eller «GsA»). Et alternativt tiltak er vegstandardendring til oppvarmet GS-infrastruktur, f.eks. basert på å lede fjernvarme under GS-veger eller fortau.²⁰

²⁰ Lønnsomheten av oppvarmet GS-infrastruktur øker med økende gang-/sykkeltrafikk, alt annet likt. I tillegg til sentrumsområder og de mest trafikkerte GS-strekningene, så kan kollektivknutepunkter/stasjonsområder være spesielt relevante for slike tiltak.

4.2 Skissert metodikk – eksempelberegninger - resultater

Grunnlaget for økonomisk analyse av drifts- og vedlikeholdstiltak på GS-infrastruktur er fortsatt noe sparsomt. Et rammeverk for nytte-kostnadsanalyse blir beskrevet og diverse input til en analyse blir diskutert. Eksempelberegninger blir gjennomført for endring i vinterdriften fra brøyting og strøing (GsB) til feiing og salting (GsA), samt for installasjon av LED-belysning. Dette er foreløpige analyser som kan synliggjøre kunnskapshull og illustrere hvordan rammeverket kan videreutvikles. For eksempel, i utgangspunktet setter vi null effekt på reisetiden og reisekomforten av disse tiltakene, da vi mangler grunnlag for å kunne foreslå verdier. Vi tester forutsetningen om etterspørselseffekter, overføringen fra andre transportmiddel til gange/sykling, som følge av tiltakene.

Resultatene fra eksempelanalysene illustrerer betydningen av denne etterspørselseffekten. Hvis bare nåværende syklist/fothjengere er berørt, uten overført eller nyskapt trafikk, vil ikke tiltakene få støtte fra nytte-kostnadsanalysen. Dette gjelder for installering av LED-belysning så vel som vinterdriftstiltaket. Overført trafikk fra motorisert transport gir nytte i form av reduksjoner i kjøring/trengsel, luftforurensning, CO₂-utslipp og støy, samt en positiv helsegevinst av økt aktiv transport. Men, hvis eksisterende syklist/fothjengere kan antas å reise med 1 km høyere hastighet som følge av tiltakene, gir dette betydelig økning i nytteestimatet. Når det gjelder tiltakskostnadene så er nettoytten av vinterdriftstiltaket (GsA) mer følsomt for kostnadsøkninger enn LED-belysningstiltaket. Vinteroperasjonen har kostnader som påløper hvert år, mens belysningen har betydelige investeringskostnader og relativt lave drifts- / vedlikeholdskostnader.

4.3 Kunnskapshull – primære forskningsoppgaver

Som allerede påpekt så mangler det generelt kvantifiserte sammenhenger mellom drifts- og vedlikeholdsregimer, vegtilstander og påfølgende konsekvenser for de syklende/gående. Ved undersøkelse av skadedataene fra Oslo kan en identifisere årsaker som opplagt kan knyttes til drift- og vedlikehold, spesielt vinterdriften. Men vi har ikke data som viser ulike kombinasjoner av drifts- og vedlikeholdsregimer og konsekvenser, verken for skaderisiko eller reisetid eller annet. En liste over kunnskapshull omfatter bl.a. følgende:

1. Kvantifiserte beskrivelser av drifts- og vedlikeholdsregimer/-nivåer på ulike GS-infrastrukturtyper i ulike geografiske områder (med ulike infrastruktureiere), som også inkluderer beskrivelser av de institusjonelle forholdene, samt målinger av vegtilstanden (overflateforhold, m.m.).
2. Forholdet mellom (drifts- og vedlikeholdsrelaterte) vegtilstander og framkommelighet, fartsvalg og reisetid, for syklende/gående (som kunne kombinere objektive målinger *in situ* med spørreundersøkelser – reisevanespørsmål, samt evt. tilbud om å bruke mobiltelefonapper for reiseregistrering).
3. Forholdet mellom (drifts- og vedlikeholdsrelaterte) vegtilstander og reisekomfort (og trygghet), for syklende/gående, som også kunne omfatte verdsetting av endringer i de ulike vegtilstandselementene og GS-infrastrukturen.²¹

²¹ Punktene 2 og 3 ville kunne omfatte det som gjelder grus og løv i vegbanen, slitte vegdekker og hull/revner, samt knust glass, søppel, steiner eller andre gjenstander i vegbanen. Videre kunne punkt 3 omfatte det som gjelder forholdene langs GS-vegbanen, som kantslått, belysning/innsyn, og andre forhold som kan ha konsekvenser for reisekomforten.

4. Mer nøyaktig informasjon om omfanget av gåing og sykling langs spesifikke strekninger, f.eks. gjennom større utbredelse av faste tellinger av gang- og sykkeltrafikken. Noen slike tellepunkter bør installeres i forkant av endringer i drifts- og vedlikeholdsregime/-nivå eller i forkant av GS-infrastrukturvedlikehold, -oppgradering eller -utbygging (og kombineres med spørreskjembaserte før-etterstudier.)
5. Kunnskap om etterspørselseffekten av slike tiltak. Før-etterstudier tilknyttet drift-, vedlikehold- og andre GS-infrastrukturtiltak, med objektive tellinger kombinert med spørreundersøkelser (og evt. appbruk) vil kunne bidra til å estimere etterspørselseffekten.
6. Mer detaljert informasjon om skadde fotgjengere og syklistere. Skadedata for syklende/gående fra Norsk pasientregister (NPR) bør gjøres tilgjengelig fra hele landet, evt. med tilleggregistreringer slik som ved Oslo legevakt. Skadedata må kombineres med eksponeringsdata basert på reisevaneundersøkelser, og helst med tilkoblede geografiske data (vegstandarder og drift- og vedlikeholdsregimer på «regionnivå», samt værdata). Ved nyere undersøkelser à la den gjennomført ved Oslo legevakt, så bør det benyttes samme kategorier for føreforhold for ulykker med gående og syklende (for å kunne vurdere hvilke driftstiltak det er viktigst å forbedre/intensivere): tørr asfalt, våt asfalt, løs grus/singel, løv, tørr snø, våt snø, snø på is, is.²² Ulykkene for skadde gående og syklende registrert i helsevesenet bør stedfestes, for å kunne vurdere sammenheng mellom vegstandard, føreforhold og driftstiltak.
7. Informasjon om flere (grader av) tiltak og flere typer situasjoner. Analysene her, og særlig opplegget for nyttekostnadsanalyser, har fokusert på LED-belysning og GsA-standard for henholdsvis gående og syklende. Vi har ikke skilt mellom oppgradering til LED fra eldre/dårlig belysning og fra ingen belysning. Dessuten har vi ikke håndtert kombinerte gang- og sykkelveger. Flere typer tiltak bør dessuten inkluderes, deriblant oppgradert vegbane og tetting av huller.

Enkelte kunnskapshull kan muligens tettes med eksisterende data, om disse blir koblet sammen på nye måter. Det som finnes av innsamlede reisevanedata og mobiltelefonapp-data er tid- og stedfestede. Da er det mulig å koble på diverse geografiske data, som vegstandarder, drift- og vedlikeholdsregimer, andre områdedata og helst også værdata. Dette kan muliggjøre analyser av valget av å sykle/gå og av syklisters/fotgjengeres tidsbruk, der GS-infrastrukturstandard og drift-/ og vedlikeholdstype inngår som variabler i analysen.

Hvis det er ønskelig at en større andel vil velge å gå eller sykle for ulike reisemål, så bør det etableres flere målbare sammenhenger mellom drift-/vedlikehold på GS-infrastrukturen og konsekvensene for gange/sykling. For å kunne vurdere drifts- og vedlikeholdstiltak samfunnsøkonomisk er slike kvantifiserte sammenhenger helt avgjørende.

²² Det vil også være interessant å undersøke videre forskjeller i skaderisiko sommer og vinter for ulike aldersgrupper og kjønn, som vist i kap. 2,1. Også forskjeller i behandlingstid og samlede skadestrukturer er av interesse (Olofsson mfl. 2016, Kasnatscheew mfl. 2018). Dette kan gi informasjon om hvilke forebyggende (drifts- og vedlikeholds)tiltak som er de viktigste å få gjennomført.

5 Referanser

- Aldred, R. (2015). Is transport appraisal failing cycling? *The Transport Economist*, 43:3, side 1-16.
- Bernardia, S. & Rupia, F. (2015). An analysis of bicycle travel speed and disturbances on off-street and on-street facilities. *Transportation Research Procedia*, 5: 82-94.
- Bjørnskau, T. (2018). Flere trafikkskader av nullvekstmålet? Effekter av å flytte framtidige reiser fra bil til andre transportmidler. TØI rapport 1631/2018. Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Bjørnskau, T. & Ingebrigtsen, R. (2015). Alternative forståelser av risiko og eksponering. TØI rapport 1449/2015. Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Börjesson, M. (2012). Valuing perceived insecurity associated with use of and access to public transport. *Transport Policy*, 22: 1-10.
- Carlsson, A. & Svensson, M. (2013). Fallolyckor bland gångtrafikanter. Slutrapport TRV 2013/71828, Chalmers, Göteborg.
- Elvik, R. & Bjørnskau, T. ((2017) Safety-in-numbers: A systematic review and meta-analysis of evidence. *Safety Science*, 92: 274-282.
- Elvik, R. & Høye, A. (2018). Potensialet for å redusere antall drepte og hardt skadde i trafikken fram til 2030. TØI rapport 1645/2018, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Erichsen, K. (2018). Syklisters premisser for valg av rute. En studie av forklaringsfaktorer som påvirker syklisters rutevalg til bruk. Masteroppgave, Institutt for bygg- og miljøteknikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Trondheim.
- Eriksson, J. & Sörensen, G. (2015). Vintervädrets betydelse för att fotgängare skadas i singelolyckor. VTI rapport 868, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Fearnley, N. (2016). Sykkalkulatoren: Web-basert sykkelverktøy. TØI arbeidsdokument 50908/2016, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
<https://www.toi.no/sykkalkulator/dokumentasjon.pdf>
- Fearnley, N., Hauge, K., Killi, M. & Minken, H. (2010). Veileder: Nyttekostnadsanalyse av enklere kollektivtransporttiltak. Revidert 2015. Med Excel-vedlegg. TØI rapport 1121/2010, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Fearnley, N., Flügel, S., Killi, M., Leiren, M.D. Skollerud, K.H., Nossun, Å., Aarhaug, J., 2009. *Kollektivtrafikanter verdsetting av tiltak for universell utforming*. TØI-rapport 1039/2009
- Fearnley, N. & Minken, H. (2015). Dokumentasjon av 2015-oppdatering av NKA-verktøy for enklere kollektivtransporttiltak. TØI arbeidsdokument 50768/2015, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Fearnley, N. & Killi, M. (2006). Veileder: Virkningsberegning av enklere kollektivtransporttiltak. TØI rapport 857/2006, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.

- Flügel, S., Hulleberg, N., Fyhri, A., Weber, C., Ævarsson, G. & Skartland, E.-G. (2017). Fartsmodell for sykkel og elsykkel. TØI rapport 1557/2017, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Fyhri, A. & Sundfør, H.B. (2016). Effekt av tilskuddsordning for elsykkel i Oslo på sykkelbruk, transportmiddelfordeling og klima. TØI rapport 1498/2016, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Hagen, K.-E. (1990). Økonomisk vurdering av fotgjengerfall på vinterføre i Drammen. TØI-rapport 64/1990, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Hammerlid, D. (2018). GC-kalk 1.5, Manual och bakomliggande effekter. Trafikverket, Borlänge.
- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø. & Uteng, T.P. (2014). Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 - nøkkelrapport. TØI rapport 1383/2014, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Hulleberg, N., Flügel, S. & Ævarsson, G. (2018). Vekter for sykkelinfrastruktur til bruk ved rutevalg i regionale transportmodeller – Estimering basert på GPS-data. TØI rapport 1648/2018, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Høye, A. (2016). Utvikling av ulykkesmodeller for ulykker på riks- og fylkesvegnettet i Norge (2010-2015). TØI rapport 1522/2016, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Høye, A. (2017). Trafikksikkerhet for syklistene. TØI rapport 1597/2017, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Høye, A. & Hesjevoll, I.S. (2016). Synlige syklistene – Bruk av sykkellys i Norge og effekt på ulykker. TØI rapport 1478/2016, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Joo, S., Oh, C., Jeong, E. & Lee, G. (2015). Categorizing bicycling environments using GPS-based public bicycle speed data. *Transportation Research Part C*, 56: 239-250.
- Josefsson, G. & Johansson, C. (2014). Driftprinsipper för snöröjning och halkbekämpning. Rapport 2014:09, Luleå tekniska universitet / Sweco, Luleå.
- Karhula, K. (2014). Best practices for cycle path winter maintenance processes. Tampere University of Technology, Tampere.
- Kasnatscheew, A., Schönebeck, S., Heintz, F., Rabjerg Meltofte, K., Hiselius, L., Vilar i Ribó, P. & Veisten, K. (2018). Considering vulnerable road users in accident cost calculation. InDeV Deliverable 5.3, In-depth understanding of accident causation for vulnerable road users (InDeV), Project funded by the European Commission under the Horizon 2020 Framework Programme, Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST), Bergisch Gladbach.
- Lindberg, G. (2005). Measuring the marginal social cost of transport: accidents. *Research in Transportation Economics*, 14: 155-183.
- Melhuus, K., Siverts, H., Enger, M. & Schmidt, M. (2015). Sykkelskader i Oslo 2014 – Oslo Skadelegevakt. Oslo universitetssykehus, Helsedirektoratet og Statens vegvesen, Oslo.
- Melhuus, K., Siverts, H., Enger, M. & Schmidt, M. (2017). «Snøen som falt i fjor» – Fotgjengerskader i Oslo 2016 – Oslo skadelegevakt. Oslo universitetssykehus, Helsedirektoratet og Statens vegvesen, Oslo.
- Minken, H. (2015). Samfunnsøkonomisk vurdering av innsats innen drift og vedlikehold. TØI rapport 1460/2015, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Minken, H., Dahl, G. & Voll, N.G. (2014). Modeller for økonomiske analyser av vedlikeholdsstrategier og vedlikeholdsbudsjetter. TØI rapport 1380/2014, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.

- Minken, H., Meyer, S.F., Veisten, K. & Bai, Y. (2011). Samfunnsøkonomisk analyse av vedlikehold – hva trengs i etatene? TØI rapport 1185/2011, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Möller, S., C-G. Wallman & N. P. Gregersen. (1991). *Vintervæghållning i tätort - trafiksäkerhet och framkomlighet*. TFB og VTI forskning/research 2, 1991. Transportforskningsberedningen, Stockholm.
- Niska, A. (2011). Cykelvägars standard. En kunskapssammanställning med fokus på drift och underhåll. VTI rapport 726, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Niska, A. & Eriksson, J. (2013). Statistik över cyklisters olyckor. Faktaunderlag till gemensam strategi för säker cykling. VTI rapport 801, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Niska, A., Gustafsson, S., Nyberg, J. & Eriksson, J. (2013). Cyklisters olyckor och skador - en fördjupad analys. VTI rapport 779, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Olofsson, S., Gralén, K., Macheridis, K., Welin, K.-O., Persson, U. & Hultkrantz, L. (2016). Personskadekostnader och livskvalitetsförlust till följd av vägtrafikolyckor och fotgängarolyckor singel - fullständig rapport. IHE Rapport 2016:5, IHE - Institutet för Hälso- och Sjukvårdsekonomi, Lund.
- Ragnøy, A. (1985). Gangtrafikk på vinterføre i Oslo – Kan vegvedlikeholdet hjelpe? TØI-rapport, ISBN 82-7133-482-4. Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Rahman, K., Ghani, N.A., Kamil, A.A., Mustafa, A. & Chowdhury, M.A.K. (2013). Modelling pedestrian travel time and the design of facilities: A queuing approach. *PLoS ONE*, 8(5): e63503. doi: 10.1371/journal.pone.0063503.
- Ramjerdi, F., Flügel, S., Samstad, H. & Killi, M. (2010). Den norske verdsetningsstudien – Tid. TØI rapport 1053B/2010, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo
- Reitan, K.M. (2016). Standardkrav for vinterdrift på gang- og sykkelarealer i Norden. Rapport no. 496, Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen, seksjon vegteknologi, Statens vegvesen – Vegdirektoratet, Oslo.
- Saltnes, T.E., Evensen, R., Granden, M., Holen, Å. & Johansen, J.M. (2017). Måling av dekkekvalitet/tilstand på g/s-veger – Kjennetegn på god g/s-veg i et driftsperspektiv – Kostnadseffektiv drift vha ny teknologi. November 2017, ViaNova Plan og Trafikk AS, Sandvika.
- Schepers, P. & den Brinker, B. (2011). What do cyclists need to see to avoid single-bicycle crashes? *Ergonomics*, 54(4): 315-327.
- Schyllander, J. (2014). Fotgängarolyckor. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Karlstad.
- Spolander, K. (2018). Olyckor och risker som följd av ökad gång- och cykeltrafik – Analys av säsongvariationerna. Fotgängarnas Förening FOT, Stockholm.
- Statens vegvesen (2014). Håndbok V712. Konsekvensanalyser. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen (2018a). Kravspesifikasjon/behovsbeskrivelse for tjenesteanskaffelser - Kjøp av: «Samfunnsøkonomiske betraktninger om nytte av bedre drift og vedlikehold for gående og syklende». Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Trondheim.
- Statens vegvesen (2018b). Håndbok V712. Konsekvensanalyser. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo. ISBN: 978-82-7207-718-0.

- Straume, A. & Bertelsen, D. (2015). Brukerveiledning GS-EFFEKT 6.6. Rapport nr. 357, Seksjon Transportplanlegging, Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen, Vegdirektoratet, Statens vegvesen, Oslo.
- Sundfør, H.B. & Bjørnskau, T. (2017). Fotgjengerskader i Oslo i 2016 - En analyse av skadedata fra Oslo legevakt. TØI rapport 1609/2017, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Svorstøl, E.-T., Ellis, I.O. & Varhelyi, A. (2017). Drift og vedlikeholds betydning for gående og syklende - En kunnskapsoppsummering. Rapport 99/2017, Urbanet Analyse, Oslo.
- Thulin, H. & Niska, A. (2009). Tema Cykel - skadade cyklister. Analys baserad på sjukvårdsregistrerade skadade i STRADA. VTI rapport 644, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Thune-Larsen, H., Veisten, K., Rødseth, K.L. & Klæboe, R. (2014). Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk. Revidert 2016. TØI rapport 1307/2014, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Öberg, G., Nilsson, G., Velin, H., Wretling, P., Berntman, M., Brundell-Freij, K., Hydén, C. & Ståhl, A. (1996). Fotgängares och cyklisters singelolyckor. VTI-meddelande 799, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Öberg, G. & Arvidsson, A.K. (2012). Skadade fotgängare – kostnad för fotgängarskador jämfört med vinterväghållningskostnader. VTI rapport 735 (rev. utg.), Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.

Vedlegg

V.1 «TS-kostnader» for skifte av transportmiddel fra bil og kollektiv til sykling og gange

V.1.1 Skader og eksponering for gående og syklende i Oslo

Følgende tabell oppsummerer det tallmaterialet som lå til grunn for analysene i kapittel 2, basert på data fra Oslo legevakt (hhv fra 2014 for syklende og fra 2016 for gående), samt gang- og sykkeltrafikken basert på RVU 2013/14, og i tillegg den offentlige veglengden i Oslo.²³

Tabell V1: Skadetall, eksponering, og hastighet for gang-/sykkeltrafikken i Oslo.

	Gange	Sykling	Gange/sykling
Skadeantall	4 804	1 617	6 421
Millioner km reist	332,92	158,50	491,42
Skader per mill. km reist	14,43	10,20	13,07
Km veg	1 323	1 323	1 323
Skader per km veg	3,63	1,22	4,85
Trafikk per km veg i løpet av et år	251 640	119 803	371 443
Gjennomsnittlig ÅDT	689	328	1 018
Gjennomsnittsfart (km/t)	5,40	13,58	8,04
Gjennomsnittsfart til-fra jobb (km/t)	6,07	15,59	9,14

Merknad: I kolonnen for gange/sykling, til høyre, er det brukt sum og vektete gjennomsnitt.

Drifts- og vedlikeholdstiltak (prosjekter) kan prinsipielt rettes separat mot enten gående eller syklende (fortau og separat gangveg versus separat sykkelveg og sykkelfelt), men en kan også tenke seg felles prosjekter for gående og syklende (GS-veg).

²³ Det er ikke nødvendigvis noe én-til-én-forhold mellom den offentlige veglengden og veglengden for gange og veglengden for sykling. Kjøreveg, sykkelveg og gangveg vil i stor grad gå parallelt eller være felles, men det finnes veg som ikke er tilgjengelig for sykling/gange (motorveg), syklende har noe separat infrastruktur, og noe er spesielt tilrettelagt for gange. Sykling og gange for transport kan også kombinere offentlig veg med mer uformell GS-infrastruktur, som stier/veger gjennom parker, skogholt, e.l.

V.1.2 Skadekostnader for syklende/gående og andre trafikanter

Skadedataene fra Oslo legevakt, for syklister og fotgjengere, er spesifisert med hensyn til både skadetype/diagnose og såkalt «forkortet skadeskala» eller AIS (Melhuus mfl. 2015, 2017). Skadetyperne kan klassifiseres etter kroppsdel, som sammen med AIS gir grunnlag for å beregne en sannsynlig skadegradsfordeling som benyttet i transportsektoren, dvs. «lettere skadd», «alvorlig skadd» og «meget alvorlig skadd» (Olsson mfl. 2016). Brukt på skadedataene fra Oslo legevakt fikk en da en skadegradsfordeling som vist i følgende tabell (Kasnatscheew mfl. 2018):

Tabell V2: Forventet skadegrad for skadde syklister og skadde fotgjengere, registrert ved Oslo legevakt, basert på AIS og skadd kroppsdel.

	Syklister	Fotgjengere
Lettere skade	1288	4425
Alvorlig skade	202	920
Meget alvorlig skade	36	110
Sum	1526	5454

Merknad: Bygger på Kasnatscheew mfl. (2018, tabellene 4.4.5 og 4.4.6, s. 49).

Det er denne fordelingen av skadegrader som muliggjør utledning av en vektet gjennomsnittlig skadekostnad per skadd syklist/fotgjenger.²⁴ Følgende tabell inkluderer også skadekostnadsestimater for bilkjørende og busskjørende, som vi bruker ved vurdering av endret transportmiddelfordeling pga. drifts-/vedlikeholdstiltak.

Tabell V3: Skadekostnader per skadet trafikanter – syklende, gående, bilkjørende, og kollektivreisende (buss).

	Syklister	Fotgjengere	Bilkjørende	Kollektivreisende
Lettere skade (kr)		700 000		
Alvorlig skade (kr)		9 500 000		
Meget alvorlig skade (kr)		26 800 000		
Vektet gjennomsnitt (2014-kr)	2 564 219	2 792 367	3 200 000	3 200 000
Konsumpris-indeksert til 2016-kr	2 721 170	2 963 282	1 750 993	1 750 993

Merknad: Offisielle skadekostnader mht. skadegrad fra Statens vegvesen (2014). For bilkjørende og kollektivreisende er det tatt utgangspunkt i offisielt gjennomsnitt, men dette er delt på to for å ta hensyn til underrapportering, der rapporteringsgraden for bilkjørende har vært satt til 50 % (Bjørnskau og Ingebrigtsen 2015, og samme underrapporteringsgrad er antatt for kollektivreiser).

V.1.3 Endret risiko ved endret transportmiddelfordeling, med verdsetting

Én type tilnærming

Bjørnskau og Ingebrigtsen (2015) analyserte risikoendringseffekter ved økt sykling. Følgende tabell er hentet fra denne rapporten:

²⁴ Det er ikke eksakt overlapp mellom de utvalgte fotgjenger- og syklistskadene for denne skadekostnadsanalysen som for utvalget brukt i kapittel 2, men vi vil vurdere mistilpasningen som relativt begrenset..

Tabell V4: Skadekonsekvenser av at 1000 personer i Oslo går over fra å kjøre bil til å sykle 10 kilometer per dag.

Forutsetninger	
Safety in numbers-effekt for syklist	0,8
Risiko sykkel OUS (per mill personkm)	8 per mill personkm
Risiko bilfører SSB (per mill personkm)	0,08
Sann risiko bilfører (per mill personkm) (50 % rapportering)	0,16
Fremmedrisiko bil (per mill kjøretøykm)	0,04
Antall fra bil til sykkel (personer)	1000
Sykling per dag (kilometer)	10 km
Sykkelsesong 8 måneder	240 dager
Økt sykling (1000 x 10 x 240)	2,4 mill km
Antall nye skadde syklist (2,4 x 8) ^{0,8} – (2,4 x 0,04)	10,54
Antall færre skadde bilførere: (2,4 x 0,16)	0,38

Kilde: Bjørnskau og Ingebrigtsen (2015, tabell 2, s. 39).

Bjørnskau (2018) presenterer nyere skaderisikoanalyser av en overgang fra bil til sykkel, og følgende tabell er hentet fra denne rapporten:

Tabell V5: Skadekonsekvenser (alle typer personskader) av at trafikkvekst skjer med sykkel i stedet for med bil.

Antall personer som velger sykkel i stedet for bil	10 000	20 000
Forutsetninger:		
Safety in numbers-effekt for syklist	0,8	0,8
Skaderisiko syklist (per mill personkm)	7,97	7,97
Skaderisiko bilfører (per mill personkm)	0,144	0,144
Skaderisiko fotgjenger (per mill personkm)	13,19	13,19
Avstand arbeidsreise sykkel t/r (km)	20	20
Avstand arbeidsreise bil inkl. gange t/r (km)	20,4	20,4
Antall reisedager per år	230	230
Forventet antall skadde per år v/ bilreise (inkl. gange): $[(13,19 \times 0,4) + (0,144 \times 20)]/1000 \times 230 \times (\text{antall personer})$	19	38
Forventet antall skadde per år v/sykkelreise: $(((7,97 \times 20)/1000 \times 230 \times (\text{antall personer}))^{0,8})$	113	196
Ekstra skadetilfeller per år	94	158

Kilde: Bjørnskau (2018, tabell 2, s. 18).

Bjørnskau (2018) presenterer også liknende tabeller for overgang fra bil til gange og fra bil til kollektivtransport.

TS-effekt av økt sykling i Oslo

Vi kan bygge på samme tilnærming for tilfellet der vi har overgang til sykling fra flere transportmidler, og vi vil anta 40 % fra bil, 35 % fra kollektivtransport, og 25 % er nyskapt sykkeltrafikk – generert av drifts-/vedlikeholdstiltaket (se nedenfor). Risikotall for bil og buss, samt også fremmedrisikoen for sykling og gange, hentes fra Bjørnskau (2015), og oppdaterte risikotall som også omfatter trikk, t-bane og lokaltog/forstadstog, hentes fra Bjørnskau (2018). Det er gjort egne anslag for den skinnegående transportens fremmedrisiko (skaderisikoen for transportmiddelets motpart), med utgangspunkt i tallene for buss (med antakelse om at den er lavere for den skinnegående transporten som i stor grad er separert fra annen transport). For fordelingen mellom kollektivtransportmidler bruker vi 35,7 % for hhv buss og t-bane, snaut 18 % for trikk, og 10,7 % for forstadstog, basert på passasjerantall for 2017.²⁵ For sykling per dag og sykkelseonglengde bruker vi samme tall som Bjørnskau og Ingebrigtsen (2015), dvs. 10 km og 240 dager, mens for gange bruker vi 4 km og 365 dager.

²⁵ Dette er hentet fra Aftenposten (<https://www.aftenposten.no/osloby/i/kaygQ9/Her-er-passasjertallene-for-2017-371-millioner-reiste-kollektivt>).

Tabell V6: Skadekonsekvenser per gjennomsnittsperson i Oslo som begynner å sykle 10 km daglig

Sikkerhet-i-antall-effekt for syklist	0,8
Risiko sykkel - Oslo legevakt (per mill. personkm)	10,2
Risiko bilfører (per mill. personkm)	0,144
Fremmedrisiko bil (per mill. kjøretøykm)	0,04
Risiko busspassasjer (per mill. personkm)	0,1
Fremmedrisiko buss (per mill. kjøretøykm)	0,257
Risiko trikkepassasjer (per mill personkm)	0,1
Fremmedrisiko buss (per mill kjøretøykm) (per mill perskm)	0,200
Risiko t-banepassasjer (per mill personkm)	0,03
Fremmedrisiko buss (per mill kjøretøykm) (per mill perskm)	0,010
Risiko togpassasjer (per mill personkm)	0,03
Fremmedrisiko buss (per mill kjøretøykm) (per mill perskm)	0,010
Antall fra bil/kollektiv til sykkel (personer)	1
Sykling per dag (kilometer)	10 km
Sykkelsesong 8 måneder	240 dager
Økt sykling (1 x 10 x 240)	2400 km
Antall nye skadde syklist - "brutto" $((2400 \times 10,05)^{0,8})/1.000.000$	0,0032
Fratrekksandel fremmedrisiko bil $-(((2400 \times 0,04)/1.000.000) \times 0,4)$	-0,00003
Fratrekksandel fremmedrisiko buss $-(((2400 \times 0,257)/1000000) \times 0,35 \times 0,357)$	-0,00008
Fratrekksandel fremmedrisiko trikk $-(((2400 \times 0,2)/1000000) \times 0,35 \times 0,179)$	-0,00003
Fratrekksandel fremmedrisiko t-bane $-(((2400 \times 0,01)/1000000) \times 0,35 \times 0,357)$	-0,000003
Fratrekksandel fremmedrisiko tog $-(((2400 \times 0,01)/1000000) \times 0,35 \times 0,107)$	-0,000001
Antall nye skadde syklist - fratrukket andre transportmidlers fremmedrisiko	0,0031
Antall færre skadde bilførere: $((2400 \times 0,14) \times 0,4) / 1.000.000$	0,00010
Antall færre skadde busspassasjerer: $((2400 \times 0,1) \times 0,35 \times 0,357) / 1000000$	0,000030
Antall færre skadde trikkepassasjerer: $((2400 \times 0,1) \times 0,35 \times 0,179) / 1000000$	0,000015
Antall færre skadde t-banepassasjerer: $((2400 \times 0,03) \times 0,35 \times 0,357) / 1000000$	0,000009
Antall færre skadde togpassasjerer: $((2400 \times 0,03) \times 0,35 \times 0,107) / 1000000$	0,000003

De estimerte endringene i de seksseks siste linjene i tabellen over kan multipliseres med den gjennomsnittlige skadekostnader per skadet trafikant, for å komme fram til det estimerte skadekostnadstillegget per ny gjennomsnittssyklist. Skadekostnadsestimatene er vist i følgende tabell:

Tabell V7: Verdssetting per km av skadekonsekvenser per gjennomsnittsperson i Oslo som begynner å sykle 10 km daglig – 2016-kr.

Forventet økning i syklistskader	8 422 kr
Forventet reduksjon i bilistskader	-242 kr
Forventet reduksjon i busspassasjerskader	-53 kr
Forventet reduksjon i trikkepassasjerskader	-26 kr
Forventet reduksjon i t-banepassasjerskader	-16 kr
Forventet reduksjon i togpassasjerskader	-5 kr
Netto skadekostnadstillegg per ny syklist per år	8 080 kr
TS-kostnad ved økt sykkeltrafikk - kr/km-syklet	3,37 kr

Den estimerte TS-kostnaden er summen av beløpene som så deles på den årlige sykkelreiselengden.

TS-effekt av økt gange i Oslo

Tilsvarende regneøvelse kan gjøres for gange. Vi bruker samme «sikkerhet-i-antall»-effekt for gående som for syklende (Elvik og Bjørnskau 2015).

Tabell V8: Skadekonsekvenser per gjennomsnittsperson i Oslo som begynner å gå 4 km daglig.

Sikkerhet-i-antall-effekt for gående	0,8
Risiko gange, Oslo legevakt (per mill. personkm)	14,43 per mill. personkm
Risiko bilfører (per mill. personkm)	0,144
Fremmedrisiko bil (per mill. kjøretøykm)	0,04
Risiko busspassasjer (per mill. personkm)	0,1
Fremmedrisiko buss (per mill. kjøretøykm)	0,257
Risiko trikkepassasjer (per mill personkm)	0,1
Fremmedrisiko buss (per mill kjøretøykm) (per mill perskm)	0,200
Risiko t-banepassasjer (per mill personkm)	0,03
Fremmedrisiko buss (per mill kjøretøykm) (per mill perskm)	0,010
Risiko togpassasjer (per mill personkm)	0,03
Fremmedrisiko buss (per mill kjøretøykm) (per mill perskm)	0,010
Antall fra bil/buss/sykel til gange (personer)	1
Gange per dag (kilometer)	4 km
Gangesesong 12 måneder	365 dager
Økt gange (1 x 4 x 365)	1460 km
Antall nye skadde fotgjengere - "brutto" $((1460 \times 14,43)^{0,8})/1000000$	0,0029
Fratrekksandel fremmedrisiko bil $-(((1460 \times 0,04)/1000000) \times 0,4)$	-0,00002
Fratrekksandel fremmedrisiko buss $-(((1460 \times 0,257)/1000000) \times 0,35 \times 0,357)$	-0,00005
Fratrekksandel fremmedrisiko trikk $-(((1460 \times 0,2)/1000000) \times 0,35 \times 0,179)$	-0,00002
Fratrekksandel fremmedrisiko t-bane $-(((1460 \times 0,01)/1000000) \times 0,35 \times 0,357)$	-0,000002
Fratrekksandel fremmedrisiko tog $-(((1460 \times 0,01)/1000000) \times 0,35 \times 0,107)$	-0,000001
Antall nye skadde fotgjengere - "netto" fratrukket andre transportmidlers fremmedrisiko	0,0028
Antall færre skadde bilførere: $((1460 \times 0,144) \times 0,3)/1000000$	0,000084
Antall færre skadde busspassasjerer: $((1460 \times 0,1) \times 0,35 \times 0,357)/1000000$	0,000018
Antall færre skadde trikkepassasjerer: $((1460 \times 0,1) \times 0,35 \times 0,179)/1000000$	0,000009
Antall færre skadde t-banepassasjerer: $((1460 \times 0,03) \times 0,35 \times 0,357)/1000000$	0,000005
Antall færre skadde togpassasjerer: $((1460 \times 0,03) \times 0,35 \times 0,107)/1000000$	0,000002

De estimerte endringene i de seks siste linjene i tabellen over kan multipliseres med den gjennomsnittlige skadekostnader per skadet trafikant, for å komme fram til det estimerte skadekostnadstillegget per ny gjennomsnittsfotgjenger::

Tabell V9: Verdssetting per km av skadekonsekvenser per gjennomsnittsperson i Oslo som begynner å gå 4 km daglig – 2016-kr.

Forventet økning i fotgjengerskader	7 581 kr
Forventet reduksjon i bilistskader	-147 kr
Forventet reduksjon i busspassasjerskader	-32 kr
Forventet reduksjon i trikkepassasjerskader	-16 kr
Forventet reduksjon i t-banepassasjerskader	-10 kr
Forventet reduksjon i togpassasjerskader	-3 kr
Netto skadekostnadstillegg per ny fotgjenger per år	7 401 kr
TS-kostnad ved økt gangtrafikk - kr/km-gått	5,07 kr

TS-effekt av økt gange og sykling i Oslo

Vi kan også ta med regneøvelse for en overgang fra motorisert transport til både sykling og gange. Vi bruker da vektete forhold basert på eksisterende gang- og sykkeltrafikk (og fotgjengerskader og syklistskader).

Tabell V10: Skadekonsekvenser per gjennomsnittsperson i Oslo som begynner å gå/sykle 5,94 km daglig

Sikkerhet-i-antall-effekt for gående/syklende	0,8
Vektet risiko gange/sykling, Oslo legevakt (per mill. personkm)	13,07 per mill. personkm
Risiko bilfører (per mill. personkm)	0,144
Fremmedrisiko bil (per mill. kjøretøykm)	0,04
Risiko busspassasjer (per mill. personkm)	0,1
Fremmedrisiko buss (per mill. kjøretøykm)	0,257
Risiko trikkepassasjer (per mill personkm)	0,1
Fremmedrisiko buss (per mill kjøretøykm) (per mill perskm)	0,200
Risiko t-banepassasjer (per mill personkm)	0,03
Fremmedrisiko buss (per mill kjøretøykm) (per mill perskm)	0,010
Risiko togpassasjer (per mill personkm)	0,03
Fremmedrisiko buss (per mill kjøretøykm) (per mill perskm)	0,010
Antall fra bil/buss/sykel til gange/sykling (personer)	1
Gange/sykling per dag (kilometer) – vektet gjennomsnitt	5,94 km
Gang-/sykkelsesong – vektet gjennomsnitt	325 dager
Økt gange/sykling (1 x 5,94 x 325)	1763 km
Antall nye skadde fotgjengere/syklister - "brutto" $((1763 \times 13,07)^{0,8})/1000000$	0,0031
Fratrekksandel fremmedrisiko bil $-(((1763 \times 0,04)/1000000) \times 0,4)$	-0,000028
Fratrekksandel fremmedrisiko buss $-(((1763 \times 0,257)/1000000) \times 0,35 \times 0,357)$	-0,000057
Fratrekksandel fremmedrisiko trikk $-(((1763 \times 0,2)/1000000) \times 0,35 \times 0,179)$	-0,000022
Fratrekksandel fremmedrisiko t-bane $-(((1763 \times 0,01)/1000000) \times 0,35 \times 0,357)$	-0,000002
Fratrekksandel fremmedrisiko tog $-(((1763 \times 0,01)/1000000) \times 0,35 \times 0,107)$	-0,000001
Antall nye skadde fotgjengere/syklister - "netto" fratrukket andre transportmidlers fremmedrisiko	0,0030
Antall færre skadde bilførere: $((1763 \times 0,144) \times 0,3)/1000000$	0,000102
Antall færre skadde busspassasjerer: $((1763 \times 0,1) \times 0,35 \times 0,357)/1000000$	0,000022
Antall færre skadde trikkepassasjerer: $((1763 \times 0,1) \times 0,35 \times 0,179)/1000000$	0,000011
Antall færre skadde t-banepassasjerer: $((1763 \times 0,03) \times 0,35 \times 0,357)/1000000$	0,000007
Antall færre skadde togpassasjerer: $((1763 \times 0,03) \times 0,35 \times 0,107)/1000000$	0,000002

De estimerte endringene i de seks siste linjene i tabellen over kan multipliseres med den gjennomsnittlige skadekostnader per skadet trafikant, for å komme fram til det estimerte skadekostnadstillegget per ny gjennomsnittlig fotgjenger/syklist:

Tabell V11: Verdssetting per km av skadekonsekvenser per gjennomsnittsperson i Oslo som begynner å gå/sykle 5,94 km daglig – 2016-kr.

Forventet økning i fotgjenger- og syklistskader	8 110 kr
Forventet reduksjon i bilistskader	-178 kr
Forventet reduksjon i busspassasjerskader	-39 kr
Forventet reduksjon i trikkepassasjerskader	-19 kr
Forventet reduksjon i t-banepassasjerskader	-12 kr
Forventet reduksjon i togpassasjerskader	-3 kr
Netto skadekostnadstillegg per ny fotgjenger/syklist per år	7 859 kr
TS-kostnad ved økt gang-sykeltrafikk - kr/km-gått/syklet	4,46 kr

Som forventet ligger det vektete estimatet for overgang til gange/sykling, kombinert, mellom estimatene for gange og sykling, separat.

V.1.4 Alternativ tilnærming til «TS-kostnader» med strengere definisjon av eksterne effekter

Tilnærmingen til verdssetting av «TS-kostnader» kan påvirke den samfunnsøkonomisk analysen. En alternativ tilnærming er å vurdere egenrisikoen og verdssettingen av denne som internalisert.²⁶ Man kan vurdere det slik at det er fotgjengerne og syklistene som selv avveier fart og forsiktighet opp mot risikoen for fall eller eneulykke. Thune-Larsen mfl. (2014) fant, med de fleste forutsetninger, at marginale eksterne ulykkeskostnader som kunne tilskrives syklende og gående var tilnærmet null (eller endog negative), noe som både har sammenheng med den nevnte sikkerheten-i-antall (safety-in-numbers) og at det i motpartulykker er de syklende og gående som blir skadet, ikke motparten. Om en fulgte en slik alternativ tilnærming, så kunne man bruke den marginale eksterne ulykkeskostnaden for bil og kollektiv «uendret» for tiltak som ga overføring fra bil/kollektiv til sykkel/gange.

²⁶ Dvs., en kunne anta at en «altruismeandel» fra *ex-ante*-verdssettingen av risiko kunne regnes som en eksterneffekt (Lindberg 2005) – en andel som reflekterer at noe av vår betalingsvillighet for skade- og dødsrisikoreduksjon omfatter risikoreduksjon for andre mennesker, spesielt familiemedlemmer.

Transportøkonomisk institutt (TØI)

Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

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

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

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

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

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

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

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

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