

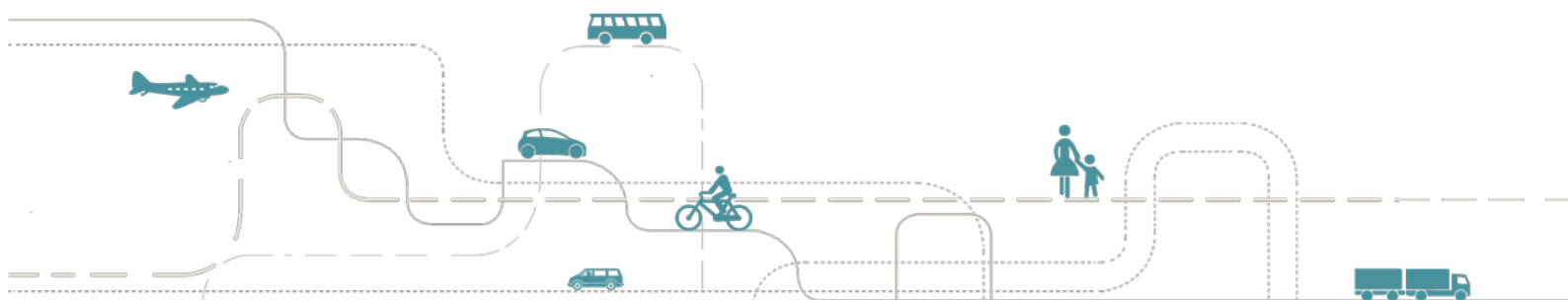
Arbeidsdokument 51766
4951 Gang- og sykkelkalkulator
Knut Veisten
Nils Fearnley
Eva-Gurine Skartland
Syver Enstad, 7ern

Oslo 21.9.2021

Kalkulator for nyttekostnadsberegninger av drifts- og vedlikeholdstiltak for gående og syklende

Innhold

1	Bakgrunn.....	2
2	Nyttekostnadsverktøy for gang- og sykkeltiltak.....	2
3	Forutsetninger og input til verktøyet	3
3.1	Survey-basert verdsetting av ulike GS-vegtilstander	3
3.2	Tilknytning av faktorene/tiltakene som er verdsatt til faktiske drifts- og vedlikeholdsnivå.....	6
3.3	Estimerte kostnader for ulike drifts- og vedlikeholdsnivå (tiltakskostnader)	8
3.4	Effekter på syklister og fotgjengeres hastighet.....	12
3.5	Risiko for skade som kan påvirkes av drift/vedlikehold	15
3.6	Verdsetting av personskader og positive helseeffekter.....	18
3.7	Øvrige eksterne effekter av transport.....	20
3.8	Etterspørselsvirkninger og overført trafikk.....	22
4	Web-utvikling.....	23
	Referanser	24
	Vedlegg 1: Forutsetninger i beregningsopplegget	27
	Vedlegg 2: Kort brukerveiledning.....	29



1 Bakgrunn

I tilknytning til Statens vegvesens FoU-program «*Bedre drift og vedlikehold for å få flere gående og syklister*» («BEVEGELSE») har Transportøkonomisk institutt (TØI) tidligere utviklet en prototype for en regnearkbasert «nytte-kostnadskalkulator» for drift- og vedlikeholdstiltak rettet mot sykling og gange (Veisten mfl., 2019).

Beregningsopplegget vi laget i forbindelse med Veisten mfl. (2019) var en foreløpig versjon for eksempelberegninger. Den gangen manglet oppdaterte verdsettninger, vi hadde manglende kunnskap om forventede tidsbesparelser som følge av at bedre drift, vedlikehold og belysning og vi hadde ingen kostnadsestimer. Vi laget den gangen et Excel-basert regneark som hadde noe funksjonalitet for å enkelt ta inn fremtidig kunnskap om dette. Imidlertid må Excel-regnearket sies å være lite brukervennlig og intuitivt. Erfaringene med Kollektivkalkulator (toi.no/kollektivkalkulator) og Sykkelskalkulator (toi.no/sykkelskalkulator) er at en web-versjon vil være langt mer tilgjengelig for eksterne brukere enn regnearkversjonen.

Statens vegvesen ønsket å forbedre kalkulatoren, og gjøre den mer tilgjengelig for brukerne. Dette arbeidsdokumentet dokumenterer TØIs videre arbeid med nyttekostnadskalkulatoren og tilrettelegging for web-løsning.

Tanken er at kalkulatoren kan bli et verktøy som f.eks. brukes av vegeiere når de planlegger hvordan innsatsnivået på driften skal være på ulike strekninger.

Dette dokumentet dokumenterer bare de temaene som er spesifikke for beregningene for gang- og sykkelvegdriftstiltak og oppdateringer og utvidelser av Veisten mfl. (2019). Dette gjelder:

- Enhetsverdier, inngangsverdier og forutsetninger
- Etterspørselseffekter
- Prosjektenes kostnader
- Nivåinndeling av tiltakene (høy-medium-lav)

Sluttresultatet, **Kalkulator for nyttekostnadsberegninger av drifts- og vedlikeholdstiltak for gående og syklende**, har web-adressen toi.no/GS-driftskalkulator.

2 Nyttekostnadsverktøy for gang- og sykkeltiltak

Metodisk bygger nyttekostnadsberegningsopplegget på de nasjonale føringene som følger av Statens vegvesens Håndbok V712 Konsekvensanalyser. Dette ble i Fearnley m fl. (2006; 2010; 2015) tilpasset til en forenklet regnearkversjon som ivaretar kravene i en samfunnsøkonomisk analyse, samtidig som det foretas noen forenklinger. Dette ble igjen tilpasset for drifts- og vedlikeholdstiltak på gang- og sykkelanlegg i Veisten mfl. (2019). Det vises til disse publikasjonene for dokumentasjon av beregningsopplegget.

Verktøyet som ble utarbeidet i Veisten mfl. (2019) tok utgangspunkt i tall og data fra Oslo. Vi har videreutviklet beregningsopplegget slik at det kan anvendes i hele Norge. Det innebærer at vi har søkt nasjonale verdier og forutsetninger der disse fins. For eksempel har Rødseth mfl. (2019) anbefalt eksterne kostnader fra transport fordelt på *spredt bebyggelse, tettsted* (15 000 - 100 000 innb.) og *tettsted* (>100 000 innb.). Det oppdaterte beregningsverktøyet bruker disse kategoriene for å differensiere analysene.

3 Forutsetninger og input til verktøyet

3.1 Survey-basert verdsetting av ulike GS-vegtilstander

3.1.1 Respondentenes vurderinger av drifts-/vedlikeholdsnivåer for ulike faktorer

Veisten mfl. (2020) presenterte survey-baserte verdsettinger av diverse kvaliteter ved kollektivtransporten. Disse omfattet også kvaliteter for både tilbringerdelen og den siste etappen i kollektivreisen, som oftest gjennomføres til fots, men også med sykkel.

Det var fem faktorer (eller tiltakstyper) som ble knyttet an til vegene til/fra holdeplass:

- Den generelle vegstandarden, om det var sprekker/hull/dammer i vegen eller ikke
- Renholdet av vegoverflaten, spesielt om hvorvidt grus/strøsand ble liggende
- Friksjonen på vegoverflaten i vinterhalvåret, om det var glatt eller fotfeste
- Belysningen, om hvilken type lys som fantes eller evt. manglet
- En annen renhold-faktor, om hvorvidt løv ble liggende

Respondentene ble bedt om å beskrive tilstanden på sin egen kollektivreise (den siste de hadde gjennomført). Følgende tabeller viser fordelingene av oppgitte nivåer for disse faktorene. Det var beskrevet tre nivåer for hver faktor, et lavt, et middels, og et høyt.¹

Tabell 3.1: Vurderinger av den generelle standarden til vegen til første holdeplass i kollektivreisen eller vegen fra siste holdeplass til destinasjonen

Generell vegstandard – vegen til/fra og rundt holdeplassen		Gående	Syklende	Gående og syklende
Høyeste nivå	ingen hull/ sprekker i vegen	51,3%	48,3%	51,2%
Middels nivå	små sprekker/hull/ dammer i vegen	41,1%	48,3%	41,2%
Laveste nivå	større sprekker eller hull/ dammer i vegen	7,6%	3,4%	7,5%
Antall respondenter		1203	29	1232

¹ Nesten 70 % av de gående vurderte vegen til første holdeplass på kollektivreisen og den resterende tredjedelen vegen fra den siste holdeplassen til destinasjonen. For de fåtall syklende var forholdet ca. 90/10. Det var relativt begrenset forskjell i fordelingene på nivåer for tilbringerreisen og «frabringerreisen» (Veisten et al. 2020).

Tabell 3.2: Vurderinger av overflate-renheten til vegen til første holdeplass i kollektivreisen eller vegen fra siste holdeplass til destinasjonen (mht. grus/strøsand)

Renhold av vegoverflate (grus/strøsand) – vegen til/fra og rundt holdeplassen		Gående	Syklende	Gående og syklende
Høyeste nivå	vegoverflaten stort sett ren	56,0%	62,1%	56,2%
Middels nivå	grus/strøsand blir liggende i opptil ca. en uke	26,8%	17,2%	26,6%
Laveste nivå	grus/strøsand blir liggende i flere uker	17,1%	20,7%	17,2%
Antall respondenter		1203	29	1232

Tabell 3.3: Vurderinger av fotfestet på vegen til første holdeplass i kollektivreisen eller på vegen fra siste holdeplass til destinasjonen

Friksjon/vinterdrift – vegen til/fra og rundt holdeplassen		Gående	Syklende	Gående og syklende
Høyeste nivå	nesten alltid godt fotfeste	27,3%	31,0%	27,4%
Middels nivå	glatt enkelte dager	55,0%	58,6%	55,1%
Laveste nivå	ofte glatt	17,6%	10,3%	17,5%
Antall respondenter		1203	29	1232

Tabell 3.4: Vurderinger av belysningen langs vegen til første holdeplass i kollektivreisen eller vegen fra siste holdeplass til destinasjonen

Belysning – vegen til/fra og rundt holdeplassen		Gående	Syklende	Gående og syklende
Høyeste nivå	ny LED-belysning	28,5%	22,2%	28,3%
Middels nivå	tradisjonell gate-/vegbelysning	65,4%	77,8%	65,8%
Laveste nivå	ingen belysning	6,0%	0,0%	5,9%
Antall respondenter		298	9	307

Tabell 3.5: Vurderinger av overflate-renheten til vegen til første holdeplass i kollektivreisen eller vegen fra siste holdeplass til destinasjonen (mht. løv)

Renhold av vegoverflate (løv) – vegen til/fra og rundt holdeplassen		Gående	Syklende	Gående og syklende
Høyeste nivå	vegoverflaten stort sett ren	63,4%	80,0%	63,8%
Middels nivå	løv blir liggende i opptil ca. en uke	26,4%	20,0%	26,3%
Laveste nivå	løv blir liggende i flere uker	10,2%	0,0%	9,9%
Antall respondenter		905	20	925

For generell vegstandard og renhold av vegoverflaten (både grus/strøsand og løv) oppga de fleste respondentene i utvalget det høyeste nivået (hhv. «ingen hull/sprekker» og «vegoverflaten stort sett ren») som beskrivende for den tilbringer-/frabringerreisen de selv hadde gjennomført (i forbindelse med kollektivreise). For friksjon/vinterdrift og belysning var det middels nivå som oftest ble oppgitt (hhv. «glatt enkelte dager» og «tradisjonell gate-/vegbelysning»). En relativt liten andel har beskrevet sin reise med

laveste nivå – denne andelen er høyest for vegoverflaterenhold/grus («grus/strøsand blir liggende flere uker») og friksjon/vinterdrift («ofte glatt»)².

3.1.2 Verdsettinger av endrede faktornivåer basert på respondentenes valg mellom alternativer

Respondentene ble så bedt om å velge foretrukne alternativer av kollektivreiser med oppgitte nivåer av de nevnte faktorene, sammen med reisetiden til/fra holdeplass og billett-kostnaden. Modellering av respondentenes valg, med varierende nivåer for de fem faktorene, for reisetiden og for kostnaden, muliggjorde en verdsetting i kroner av endringer i faktornivåene.³ Følgende tabell oppsummerer verdsettingsresultater for de fem faktorene, og verdsettingene er da gitt *per kollektivreise*.

Tabell 3.6: Estimerte verdier – faktorer tilknyttet vegen til/fra holdeplass og området rundt holdeplassen – 2019-kr per reise

Faktor	Laveste nivå	Betalingsvillighet (fra lavest til middels)	Middels nivå	Betalingsvillighet (fra middels til høyest)	Høyeste nivå	Betalingsvillighet (fra lavest til høyest)
Vegstandard på vegen til/fra og rundt holdeplassen	større sprekker eller hull/dammer i vegen	4,57	små sprekker/hull/dammer i vegen	1,93	ingen hull/sprekker i vegen	6,50
Grus/strøsand på vegen til/fra og rundt holdeplassen	blir liggende i flere uker	2,66	blir liggende i opptil ca. en uke	1,53	vegoverflaten stort sett ren	4,19
Vinterføre på vegen til/fra og rundt holdeplassen	ofte glatt	10,32	glatt enkelte dager	2,37	nesten alltid godt fotfeste	12,69
Belysning på vegen til/fra og rundt holdeplassen	ingen belysning	9,32	tradisjonell gate-/vegbelysning	0,99	ny LED-belysning	10,30
Løv på vegen til/fra og rundt holdeplassen	blir liggende i flere uker	1,31	blir liggende i opptil ca. en uke	0,78	vegoverflaten stort sett ren	2,09

Merknad: Denne tabellen korrigerer følgende tabeller og figurer i Veisten mfl. (2020): tabell S.1c og figurene 5.1e-5.1i. Det er spesielt verdsettingene av nivåene for grus/strøsand-faktoren som er endret, med høyere verdsetting fra laveste til middels nivå og vice versa fra middels til høyeste nivå. Verdsettingsestimatene for fjerning av løv er ikke signifikant forskjellige fra 0.

Vårt nytte-kostnadsverktøy for GS-tiltak er bygget på å kunne vurdere tiltak på strekninger av en viss lengde. Modellen er derfor blitt re-estimert på strekningsnivå, per kilometer.⁴ Følgende tabell oppsummerer verdsettingsestimatene per km.

² Faktoren «løv» ble byttet ut med «belysning» i løpet av undersøkelsen, så summen av respondenter i disse to delutvalgene er lik utvalgsstørrelsen for de øvrige faktorene (1203 gående og 29 syklende).

³ Verdsettingen, eller betalingsvilligheten, er estimert fra forholdet mellom tilbøyeligheten til å velge et alternativ med et visst faktornivå for og tilbøyeligheten til å akseptere den gitte billett-kostnaden; og flere slike valg mellom alternativer ble gjennomført av hver respondent (Veisten et al. 2020).

⁴ Estimeringen av modellene er gjennomført av Stefan Flügel, TØI.

Tabell 3.7: Estimerte verdier – faktorer tilknyttet vegen til/fra holdeplass og området rundt holdeplassen – 2019-kr per km (basert på de som hadde gått/syklet til/fra holdeplass)

Faktor	Laveste nivå	Betalingsvillighet (fra lavest til middels)	Middels nivå	Betalingsvillighet (fra middels til høyest)	Høyeste nivå	Betalingsvillighet (fra lavest til høyest)
Vegstandard på vegen til/fra og rundt holdeplassen	større sprekker eller hull/dammer i vegen	1,23	små sprekker/hull/dammer i vegen	0,36	ingen hull/sprekker i vegen	1,59
Grus/strøsand på vegen til/fra og rundt holdeplassen	blir liggende i flere uker	0,86	blir liggende i opptil ca. en uke	0,30	vegoverflaten stort sett ren	1,16
Vinterføre på vegen til/fra og rundt holdeplassen	ofte glatt	2,51	glatt enkelte dager	0,65	nesten alltid godt fotfeste	3,16
Belysning på vegen til/fra og rundt holdeplassen	ingen belysning	2,49	tradisjonell gate-/vegbelysning	0,21	ny LED-belysning	2,71
Løv på vegen til/fra og rundt holdeplassen *	blir liggende i flere uker	0,08	blir liggende i opptil ca. en uke	0,13	vegoverflaten stort sett ren	0,21

* Merknad: Verdsettingsestimatene for fjerning av løv er ikke signifikant forskjellige fra 0.

Vi vil gjøre følgende forutsetninger om gyldigheten og «bruksområdet» for verdsettingsestimatene:

- Den underliggende konteksten for de spørreskjemabaserte valgene mellom alternativer var gange/sykling til/fra holdeplass, tilknyttet en kollektivreise. Vi forutsetter at noenlunde samme preferansestruktur også vil gjelde for annen gange/sykling.
- Det er stor overvekt av folk som gikk til/fra holdeplassen, versus syklende, men vi forutsetter at noenlunde samme preferansestruktur gjelder for syklende som for gående.
- I valgene mellom alternativer inngikk de fem faktorene (dvs. fire, for løv ble skiftet ut med belysning i løpet av studien, se Veisten mfl. 2020) sammen med reisetiden (til/fra holdeplass) og reisekostnaden. Vi vil dermed forutsette at alle andre motiver enn reisetiden inngår i verdsettingen av endrede faktornivåer, dvs. komfort, utrygghet, skaderisiko, osv.

Videre må de beskrevne faktornivåene knyttes an til de faktiske tilstandene i GS-vegnettet. Bestemte drifts-/vedlikeholds nivå må kunne knyttes an til de beskrevne faktornivåene for å kunne vurdere både tiltakskostnader og nytteeffekter av endringer i drift og/eller vedlikeholds nivå (Veisten mfl., 2019). Dette er beskrevet i følgende delkapittel.

3.2 Tilknytning av faktorene/tiltakene som er verdsatt til faktiske drifts- og vedlikeholds nivå

Det er en viktig oppgave å knytte de verbale beskrivelsene av de verdsatte faktornivåene (i tabellene ovenfor, i foregående avsnitt), de beskrivelsene av nivåene som respondentene valgte ut ifra, til faktiske vegtilstander som er bestemt av spesifikke drifts- og vedlikeholdsregimer. En slik tilknytning må etableres om vurderte drifts- og vedlikeholdstiltak, og de (ekstra) tiltakskostnadene disse har, skal kunne tilordnes det

som brukerne (syklende og gående) selv erfarer av (endrede) effekter og hva de selv verdsetter (Veisten mfl., 2019).

Oppdragsgiver har gjennomført evalueringer med grunnlag i egen etat, bl.a. basert på informasjon tilknyttet analyseverktøyet MOTIV, «Modell for tildeling av vedlikeholdsmidler» (Iversen 2016). Følgende tabell oppsummerer de foreslåtte drifts- og vedlikeholdsbeskrivelsene for hvert av de verdsatt nivåene basert på enkle verbale beskrivelser.

Tabell 3.8: Sammenheng mellom verbale nivåbeskrivelser i verdsettingssurvey og faktiske drifts- og vedlikeholdsnivå

Faktor/tiltakstype	Laveste nivå		Middels nivå		Høyeste nivå	
	Beskrivelse i survey m/ verdsetting	Faktisk drift-/vedlikehold	Beskrivelse i survey m/ verdsetting	Faktisk drift-/vedlikehold	Beskrivelse i survey m/ verdsetting	Faktisk drift-/vedlikehold
1. Opprettholdelse av generell vegdekketilstand	store sprekker eller hull/ dammer i vegen	asfaltering hvert 25. år / lapping årlig	små sprekker/ hull/ dammer i vegen	asfaltering hvert 12. år / årlig tetting, ingen lapping	ingen hull/ sprekker i vegen	asfaltering hvert 6. år / ingen tetting/lapping
2. Renhold av vegoverflate (inkl. grusfjerning)	blir liggende i flere uker	feiming om våren (1 gang)	blir liggende i opptil ca. en uke	renhold med opptak 10 g./år, 3 feiinger/år	vegoverflaten stort sett ren	renhold med el. uten opptak ukentlig
3. Friksjonskrav/ vinterdrift	ofte glatt	ingen vinterdrift	glatt enkelte dager	tradisjonell vinterdrift, brøyting- strøing (GsB)	nesten alltid godt fotfeste	barvegsstandard, kosting-salting (GsA)
4. Belysning	ingen belysning	ingen lyspunkter	tradisjonell gate-/vegbelysning	lyspunkter m/ armatur for høytrykksnatrium (HPS)	ny LED-belysning	lyspunkter m/ armatur for lysdioder (LED)

Merknad: Antallene med drifts- og vedlikeholdsinnsatser er (gjennomsnittlige) anslag, som kan variere med lokale forhold og værforhold.

De faktiske drifts-/vedlikeholdsbeskrivelsene i tabellen gir også det nødvendige grunnlaget for å estimere de tilordnede kostnadene for nivåene.⁵ Herunder er det greit å få avklart at

- tiltakstypene 1 og 4, opprettholdelse av vegstandard og belysning, kan beskrives som kombinerte vedlikeholds- og driftstiltak, der vedlikeholdsinnsatsen vil omfatte investeringer i anlegg (asfaltdekke eller lyspunkt/-stolpe) som har en flerårig levetid, mens
- tiltakstypene 2 og 3, renhold av vegoverflate og vinterdrift/friksjonsopprettholdelse, kan beskrives som rene driftstiltak (om vi ser bort fra at dette også kan kreve investeringer i maskiner for driftsutførelsen).

Det vil dermed være en enklere struktur for kostnadene for å oppnå ulike nivå av tiltakstypene 2 og 3 enn for tiltakstypene 1 og 4.⁶

⁵ Rent prinsipielt kan man, ved å estimere kostnadene for å oppnå hvert av de tre nivåene for de fire faktorene/tiltakstypene, med de survey-baserte verdsettingene for alle nivåene (pluss andre nytteeffekter tilknyttet nivåene), egentlig kunne estimere endringer i alle retninger, forbedringer som forverring. Imidlertid vil vi begrense mulighetsområdet til GS-verktøyet kun til å estimere forbedringstiltak, dvs. enten fra «lavt» til «middels», fra «lavt» til «høyt», eller fra «middels» til «høyt» nivå. Det er forskjellen/endringen mellom disse nivåene, mht. tiltakskostnad og nytte, som er det avgjørende i nytte-kostnadsverktøyet.

⁶ Vi har definert tre diskrete nivåer for drift-/vedlikehold for de fire faktorene/tiltakstypene. Beregningsverktøyet vil kun forholde seg til disse. F.eks. for tiltakstype 1 kunne man tenke seg en videreutvikling med mulighet for å legge inn asfalteringsfrekvenser som kunne skille seg fra de tre oppgitte. Da måtte man evt. operere med intervaller slik at en fikk definert «fra»-nivå og «til»-nivå, f.eks. at frekvenser fra 17 år og oppover ble «Lavt nivå», 9-16 år «Middels nivå», og 8 år og kortere frekvens (og

3.3 Estimerte kostnader for ulike drifts- og vedlikeholdsnivå (tiltakskostnader)

Det er først og fremst oppdragsgiver som selv har estimert tiltakskostnader med grunnlag i egen etat, primært med bruk av MOTIV. Kostnadsanslagene er innhentet i 2021 og er trolig mest representative for kostnadsnivået i 2020. Vi har likevel valgt å ikke justere disse anslagene til 2019-kroner, som brukes i beregningsopplegget, da anslagene uansett er avrundede.

Vi gjennomgår de fire tiltakene hver for seg. Når det gjelder grunnleggende størrelser for nytte-kostnadsanalyse, så bruker vi her:

- Analyseperiode (prosjekthorisont): 40 år
- Diskonteringsrente (kalkulasjonsrente): 4 %

Dette følger retningslinjene i bl.a. Håndbok V712 (Statens vegvesen 2018).⁷

3.3.1 Opprettholdelse av generell vegdekketilstand

Dette tiltaket vil omfatte asfaltering/reasfaltering med en viss frekvens, og dette vil vi her benevne som vedlikeholdsdelen i tiltaket (Minken mfl., 2011). Den årlige driften vil dog avhenge av valgt vedlikehold – lengre frekvens mellom reasfalteringene vil øke behovet for drift som går up på å tette eller lappe hull og sprekker (som antydnet i tabellen ovenfor, i forrige avsnitt).

Følgende forutsetninger gjelder for selve GS-infrastrukturen:⁸

- Kostnad dekkefornytelse (80 kg/m²): 90 kr/m²
- GS-vegbredde (som skal asfalteres): 2,50 m

Dette gir en løpemeterpris lik 225 kr for (re)asfalteringen.

Og følgende forutsetninger gjelder for driftskostnadene:

- Lapping, per km: 5100 kr
- Tetting, per km: 190 kr

Følgende tabell oppsummerer antatte vedlikeholdsinvesteringer og årlige driftskostnader, per km GS-infrastruktur, for de ulike nivåene av vegdekkestandard.

>0) «Høyt nivå». Da ville en bare med levetidsopplysning som skilte seg fra de tre diskrete kunne re-estimere tiltakskostnadene (med bruk av lineær interpolering og ekstrapolering). Videre kunne man evt. tillate korrigering av enten asfalteringsinvesteringskostnaden eller en evt. årlig asfalteringskostnad (annuitet av asfalteringsinvesteringen) – med opplysning om den ene så kan den andre lett estimeres.

⁷ Følgende nyttige faktor kan etableres basert på diskonteringsrenten (r) og analyseperioden (N): $a = (1/r) \cdot (1 - (1/(1+r)^N))$. Denne «faktoren» (a) som avhenger av diskonteringsrenten og lengden på analyseperioden kan divideres med investeringen (eller «lånet») for å estimere «annuiteten» – den årlige tiltakskostnaden over analyseperioden som investeringen vil medføre; og vice versa, a multiplisert med annuitetsbeløpet gir investeringskostnaden (Hauge 2010).

⁸ Dette er basert på input fra oppdragsgiver, med bruk av MOTIV.

Tabell 3.9: Opprettholdelse av generell vegdekkeketilstand – tiltakskostnader per km GS-infrastruktur

Faktor/tiltak	Laveste nivå		Middels nivå		Høyeste nivå	
	Asfaltering hvert 25. år / lapping årlig		Asfaltering hvert 12. år / årlig tetting, ingen lapping		Asfaltering hvert 6. år / ingen tetting/lapping	
Analyseperiode	40	år	40	år	40	år
Diskonteringsfaktor	4,0	%	4,0	%	4,0	%
Kostnad dekkefornyelse (80 kg/m ²)	90	kr/m ²	90	kr/m ²	90	kr/m ²
GS-vegbredde	2,5	m	2,5	m	2,5	m
Kostnad per løpemeter	225	kr/m	225	kr/m	225	kr/m
Investeringskostnad tiltak per km - én gang	225 000	kr/km	225 000	kr/km	225 000	kr/km
Levetid tiltak	25	år	12	år	6	år
Antall investeringer	2		4		7	
Investeringsfaktor	1,2918		2,1195		3,7812	
Investeringskostnad tiltak per km – hele analyseperioden (nåverdi)	290 655	kr	476 894	kr	850 774	kr
Annuitetsfaktor - analyseperiode	19,7928		19,7928		19,7928	
Årlig tiltakskostnad (annuitet) - investering per km	14 685	kr	24 094	kr	42 984	kr
Drift – lapping/km	5 100	kr	0	kr	0	kr
Drift – tetting/km	0	kr	190	kr	0	kr
SUM – investering og drift per år	19 785	kr	24 284	kr	42 984	kr

Som tidligere påpekt: Det er endringer som er relevante for nytte-kostnadsanalyse. Og da har vi følgende årlige tiltakskostnader (investeringsannuitet/vedlikehold pluss drift) per km GS-infrastrukturstrækning for de tre mulige forbedringene:

Lav→Middels 4 500 kr/km/år

Middels→Høy 18 700 kr/km/år

Lav→Høy 23 200 kr/km/år

3.3.2 Renhold av vegoverflaten, inkl. fjerning av grus/strøsand

Dette rene driftstiltaket vil omfatte såkalt «renhold uten opptak» altså feiing slik at f.eks. grus feies bort fra vegoverflate og ut på vegskulder og evt. også «renhold med opptak» at grus og annet blir sugd opp og fraktet bort.

Renhold med opptak innebærer bruk av vann og erstattes evt. med feiing i vinterperioden.

Følgende forutsetninger gjelder for driftskostnadene:⁹

- Renhold uten opptak (feiing), per km: 735 kr
- Renhold med opptak, per km: 2 100 kr

Følgende tabell oppsummerer antatte årlige driftskostnader per km for de ulike nivåene av vegoverflaterrenhold.

⁹ Dette er basert på input fra oppdragsgiver, med bruk av MOTIV. Kostnader for renhold m/opptak er hentet fra entreprenørfirma.

Tabell 3.10: Renhold av vegoverflaten, inkl. feiing av grus/støsand – tiltakskostnader per km GS-infrastruktur

Faktor/tiltak	Laveste nivå		Middels nivå		Høyeste nivå	
	Én feiing om våren		Renhold med opptak 10 g./år, 3 feiinger/år		Renhold med el. uten opptak ukentlig	
Antall renhold u/opptak	1	gang	3	ganger	20	ganger
Antall renhold m/opptak	0	gang	10	ganger	30	ganger
Driftskostnad - renhold u/opptak	735	kr	2 205	kr	14 700	kr
Driftskostnad - renhold m/opptak	0	kr	21 000	kr	63 000	kr
SUM – drift per år	735	kr	23 205	kr	77 700	kr

Dette gir følgende årlige tiltakskostnader (drift) per km GS-infrastrukturstrækning for de tre mulige forbedringene:

Lav→Middels	22 470	kr/km/år
Middels→Høy	54 495	kr/km/år
Lav→Høy	76 965	kr/km/år

3.3.3 Vinterdrift, friksjonsopprettholdelse

Dette rene driftstiltaket vil omfatte enten *standard vinterdrift med brøyting/fresing av snø og strøing med sand/grus* (GsB) eller *barvegsstandard med kosting og salting* (GsA). Her bygger vi på gjennomsnittsanslag for en vintersesong i Norge:¹⁰

- GsB, per km per år: 37 000 kr
- GsA, per km per år: 195 000 kr

Følgende tabell oppsummerer antatte årlige driftskostnader per km for de ulike nivåene av vinterdrift.

Tabell 3.11: Renhold av vegoverflaten, inkl. feiing av grus/støsand – tiltakskostnader per km GS-infrastruktur

Faktor/tiltak	Laveste nivå		Middels nivå		Høyeste nivå	
	Ingen vinterdrift		Standard m/ brøyting/strøing		Barvegsstandard m/ kosting/salting	
SUM – drift per år	0	kr	37 000	kr	195 000	kr

Dette gir følgende årlige tiltakskostnader (drift) per km GS-infrastrukturstrækning for de tre mulige forbedringene:

Lav→Middels	37 000	kr/km/år
Middels→Høy	158 000	kr/km/år
Lav→Høy	195 000	kr/km/år

¹⁰ Dette er basert på input fra oppdragsgiver, med bruk av MOTIV. Se også Veisten et al. (2019).

3.3.4 Belysning

Dette tiltaket vil omfatte installering av belysning og/eller evt. skifte av belysningsteknologi langs GS-infrastrukturen.¹¹

Det tas utgangspunkt i følgende forutsetninger som gjelder for alle alternativer:

- Etableringskostnad belysning (master/lyktestolper, strømtilgang, etc.): 1,2 millioner kr/km, med levetid lik analyseperioden (40 år), og satt lik for tradisjonell belysning (som er antatt å være av en type natrium-høytrykksbelysning, f.eks. HPS) og LED-belysning (m/ dimmemulighet)
- Antall lyspunkter (lyktestolper) per km: 25
- Virketid, belysning: halve året, 4380 timer (12 timer per dag)¹²

Det vil så være monteringskostnader for både tradisjonell HPS og LED som også vil inngå i løpende vedlikehold, men noe vil kunne antas som spesifikt tilknyttet første montering. For første montering (i tillegg til evt. lyktestolper og strømtilførsel) vil vi da regne med:

- Særskilt kostnad for ombygging til energimålt anlegg, for LED-belysning: 60 000 kr/km
- Kostnad per armatur, HPS: 750 kr
- Kostnad per lampe/lyspære, HPS: 250 kr
- Kostnad per armatur (m/lampe), LED: 4 500 kr (ca. 2 500 pluss 2 000 for modul for radiostyring/dimming)
- Kostnad per montering (armatur m/ lampe), HPS: 2 000 kr
- Kostnad per montering (armatur m/ lampe), LED: 2 500 kr

Og følgende forutsetninger gjelder så for driften (og det «løpende vedlikeholdet»), fordelt på strømforbruk og utskifting av pærer/armatur:

- Forventet levetid lamper/pærer, HPS: 20 000 timer (ca. 3 år)
- Forventet levetid lampe/armatur, LED: 100 000 timer (ca. 11 år)
- Antall utskiftinger av HPS-lyspunkt: 14 over analyseperioden, 9 per km/år
- Antall utskiftinger av LED-lyspunkt: 4 over analyseperioden, 3 per km/år
- Samlet kostnad per lyspære-/lampeskifte, HPS-lyspunkt: 1250 kr
- Samlet kostnad per armaturskifte, LED-lyspunkt: 7000 kr
- Watt per HPS-lyspunkt: 150 W
- Watt per LED-lyspunkt: 100 W
- El-konsum per HPS-lyspunkt: 657 kWh/år, 16 425 kWh/km/år
- El-konsum per LED-lyspunkt: 438 kWh/år, 10 950 kWh/km/år
- Pris per kWh (inkl. nettleie): 0,85 kr

Følgende tabell oppsummerer antatte etableringskostnader for lysmaster/-stolper, øvrige lysinvesteringer og øvrige driftskostnader, per km GS-infrastruktur.

¹¹ Vi bygger på informasjon om vegbelysningskostnader i Vestfold og Telemark og i Trøndelag (og delvis også i Sogn og Fjordane). Noe informasjon er også hentet inn fra Tähkämö et al. (2016) og Heide (2011). Vi har brukt samme forventede levetid for LED-armatur som Tähkämö et al. (2016), selv om tidlige erfaringer med LED kunne indikere kortere levetid, slik dette er rapportert i kommunale skriv og populærvitenskapelig litteratur. Etableringskostnadene for belysning, lyktestolper og strømtilførsel, ligger nær estimat brukt av Veisten et al. (2019).

¹² Vi bruker halve året (og halve døgnet) som en forenkling. Reelt sett vil timetallet for GS-lysanlegg i Norge trolig ligge ned mot 4000 timer eller i underkant, basert på informasjon fra Vestfold og Telemark og fra Trøndelag.

Tabell 3.12: Belysning – tiltakskostnader per km GS-infrastruktur

Faktor/tiltak	Laveste nivå		Middels nivå		Høyeste nivå	
	Ingen belysning		Lyspunkter m/ armatur for høytrykksnatrium (HPS)		Lyspunkter m/ armatur for lysdioder (LED)	
Etableringskostnad tiltak per km			1 200 000	kr	1 200 000	kr
Levetid tiltak			40	år	40	år
Antall veglysarmaturer (lyspunkter)			25	per km	25	per km
Virketid			4380	timer/år	4380	timer/år
Annuitetsfaktor - analyseperiode			19,7928		19,7928	
Årlig tiltakskostnad (annuitet) - etablering per km			60 628	kr	60 628	kr
Ombygging til energimålt anlegg (kun for LED)			0	kr/km	60 000	kr/km
Lysarmatur m/montering			75 000	kr/km	175 000	kr/km
Investering i spesifikk belysningstype, første gang			75 000	kr/km	235 000	kr/km
Annuitet - første investering i armatur for alle lyspunkter			3 789	kr/km	11 873	kr/km
Levetid lys			25 000	timer	100 000	timer/år
Antall utskiftinger per km/år			9	lyspunkter	3	lyspunkter
Utskiftingskostnader inkl. montering			1 250	kr/lyspunkt	7 000	kr/lyspunkt
Drift/vedlikehold – lysutskifting/km			10 938	kr/km	17 500	kr/km
Effekt (strømbruk) per lyspunkt			150	W	100	W
Strømforbruk per år per lyspunkt			657	kWh/år	438	kWh/år
Drift – strømforbruk			16 425	kr/km	10 950	kr/km
Drift/vedlikehold – lysutskifting/km	0	kr	10 938	kr	17 500	kr
Drift – strøm/km	0	kr	16 425	kr	10 950	kr
SUM – investering og drift u/etablerings-kostnad, per år	0	kr	31 152	kr	40 323	kr
SUM – investering og drift m/etablerings-kostnad, per år	0	kr	91 780	kr	100 951	kr

Og da har vi følgende årlige tiltakskostnader (investeringsannuitet, vedlikehold og drift) per km GS-infrastrukturstrækning for de tre mulige forbedringene:

Lav→Middels 89 316 kr/km/år
Middels→Høy 9 993 kr/km/år
Lav→Høy 99 309 kr/km/år

Her inngår ikke etableringsinvesteringen for master/lyktestolper ved endring fra tradisjonell belysning (HPS) («Middels nivå») til LED-belysning m/dimmemuligheter («Høyt nivå»). Det forutsettes altså at master/lyktestolper med strømforsyning kan gjenbrukes på samme måte, uavhengig av HPS versus LED.

3.4 Effekter på syklisters og fotgjengeres hastighet

For variasjoner i hastighet mht. ulike driftstyper i vinterhalvåret, bygger vi på Fossum og Ryeng (2021) for gående og på Sandven (2019) for syklende (se nærmere beskrivelser i Skartland mfl., 2021). Vi har økt standardhastigheten (den gjennomsnittlige «barvegssshastigheten») for syklende fra 15 km/t (Statens vegvesen 2018) til 17 km/t, basert på Flügel mfl. (2017, tabell 6.1, begge kjønn, alle reisehensikter, og ca. 90/10-forhold mellom vanlige sykler og el-sykler). For sykling er da hastighet ved vinterføre-

barvegsstandard (GsA, høyeste nivå) antatt å være lik standardhastigheten på sommerføre, 17 km/t. For gange er hastighet ved vinterføre-barvegsstandard satt litt høyere enn standardhastigheten for hele året, på 5 km/t (Statens vegvesen 2018), som bygger på diverse litteratur (Fossum & Ryeng 2021, Liang mfl., 2020, Veisten mfl., 2019, Bosina & Weidmann 2017). Vi har satt vinterhastigheten for fotgjengere, ved barvegsstandard, til 5,3 km/t. Følgende tabell oppsummerer estimatene.

Tabell 3.13: Gjennomsnittlig hastighet (km/t) ved ulike vinterdriftsnivåer

Faktor		Laveste nivå	Middels nivå	Høyeste nivå
3 Friksjonsforhold/ vinterføre	Gange	4,4	4,9	5,3
	Sykling	13,1	15,7	17,0

Hastighetsendringene er betydelige ved endringer i vinterføret, som her omfatter både snødekketyper og is. Men, hastighetseffekten av vinterdrift, opprettholdelse av friksjon, vil være begrenset til vinterperioden. For å kunne regne på helårsnivå, så gjør vi en simpel «nedskalering» – vi antar at effektene gjelder halve året (50 prosent effekt på helårsbasis). Da setter vi helårsestimatet til et (vektet) gjennomsnitt av vinterføre-hastigheten og gjennomsnittshastigheten.¹³

Utover effekten av ulike vinterføretyper på hastighet, finner vi ikke litteratur som har forsøkt å kvantifisere effekten av andre vegkvalitetsfaktorer på syklende og gåendes hastighet. Imidlertid vil vi (basert på diskusjoner med oppdragsgiver) foreslå «minimumsforskjeller» mellom nivåene. Dette er basert på to vilkår:

- For det første bygges det på en grunnleggende antakelse om entydige retninger på forskjellene, dvs. at vi *ikke* forventer å finne hastighetsøkning med flere hull/sprekker, med mer grus/strosand liggende på vegoverflaten, eller med mindre lys. Vi forventer i stedet at dette medfører en viss hastighetsreduksjon.
- Vi antar at hastighetsendringene ved vegstandardvariasjon, dekkerenhet og lys er mer begrenset enn vinterførevariasjonene. Og med manglende litteraturgrunnlag setter vi da «minimale» forskjeller mellom gjennomsnittshastighetene for de ulike nivåene.

I den følgende tabellen har vi antatt at den minimale hastighetsvariasjonen mellom nivåene er 0,1 km/t for gående og 0,3 km/t for syklende. Variasjonen for friksjonsnivå/vinterføre (fra tabellen over) er justert til helårsnivå.

¹³ Det kan være at vi heller overdriver enn underdriver effekten av vanskelig vinterføre og is/glatthet, over vinterperioden, da dette er effekter som vil variere gjennom vinteren (og for øvrig med betydelig variasjon mellom geografiske områder og fra år til år).

Tabell 3.14: Gjennomsnittlig hastighet ved ulike drifts-/vedlikeholdsnivåer (helårsbasis)

Faktor	Gange			Sykling		
	Laveste nivå	Middels nivå	Høyeste nivå	Laveste nivå	Middels nivå	Høyeste nivå
1 Den generelle vegstandarden	4,9	5,0	5,1	16,7	17,0	17,3
2 Renhold av vegoverflaten (inkl. grus/strøsand)	4,9	5,0	5,1	16,7	17,0	17,3
3 Friksjonsforhold/ vinterføre (helårsjustert)	4,7	5,0	5,2	15,1	16,4	17,0
4 Belysning	4,9	5,0	5,1	16,7	17,0	17,3

Merknad: Vinterførevariasjonen bygger på Fossum og Ryeng (2021) for gående og på Sandven (2019) for syklende. Det er antatt at vintersituasjonen gjelder halve året (50 %). For de tre andre faktorene er det lagt til grunn minimumsforskjeller på 0,1 km/t for gange og 0,3 km/t for sykling.

I beregningen av nytteendringer ved tiltak som øker nivået for en faktor, så vil hastighetsøkning gi reisetidsreduksjon som multipliseres med verdsettingen av reisetidsbesparelse (Flügel mfl., 2020). Denne verdsettingen er vist i følgende tabell.¹⁴

Tabell 3.15: Verdsetting av reisetidsbesparelse (gjennomsnitt for alle infrastrukturtyper), 2019-kr

		Gange	Sykkle	Bil	Buss
Verdsetting spart reisetid (kr)	pr minutt	2,88	1,93	2,87	1,28
	pr time	173	116	172	77

Merknad: Basert på Flügel mfl. (2020), hhv. 168, 113, 167 og 75 2018-kr, som er konsumprisjustert med 2 % og realprisjustert med en rate lik 0,8 % (DFØ 2018, Hagen mfl., 2012). Verdsettingen for gående/syklende gjelder som et snitt for alle infrastrukturtyper. For bilreiser er det bilførerens verdsetting for korte reiser (<70 km) som er utgangspunktet, og også for buss er grunnlaget korte reiser.

Med en snithastighet på 5 km/t vil gående tilbakelegge én kilometer på 12 min. (0,2 timer), mens syklende med en snithastighet på 17 km/t vil tilbakelegge én kilometer på 3,53 min. (0,06 timer).

¹⁴ Verdsettingen av reisetidsbesparelse skal ifølge DFØ (2018, DFØ 2018, kap. 3.4.6, s. 104-105) realprisjusteres: «Som hovedregel skal alle priser holdes uendret gjennom analyseperioden. Dermed forutsettes det at alle priser vokser med samme vekstrate, det vil si i takt med veksten i KPI. ... Ifølge rundskrevet skal det foretas en realprisjustering i takt med forventet vekst i BNP per innbygger for følgende verdier: verdien av tid i arbeid (tidsgevinst/tidstap) og verdien av fritid (tidsgevinst/tidstap); verdien av et statistisk liv (VSL), inkludert helse- og dødelighetsrelaterte miljøvirkninger som er avledet av VSL, for eksempel støy og lokal forurensing. Når man foretar realprisjusteringen, skal man benytte anslag på BNP-vekst per innbygger fra siste tilgjengelige perspektivmelding». Den siste perspektivmeldingen anslår at den årlige BNP-veksten per innbygger vil være 0,8 % i perioden 2016-2060 (Finansdepartementet 2017, kap. 6.3, boks 6.2, s. 121). Hvordan realprisjustering helt konkret gjennomføres i prosjektanalysesammenheng blir forklart nærmere av Hagen mfl. (2012, kap. 4.2, s. 35): «I prosjektsammenheng er poenget følgende: Hvis en gevinst eller kostnad verdsettes til P_0 i basisåret, er den relevante verdsettingen i en vilkårlig periode t bestemt som $P_t = P_0(1+p)^t$, hvor p er forventet realprisvekst (prisvekst utover vekstraten til konsumprisindeksen) i perioden. Denne verdsettingen vil være høyere enn prisen i basisåret dersom den nominelle verdien forventes å vokse raskere enn konsumprisindeksen, og omvendt. Foretas ingen realprisjustering antar en implisitt at alle p -ene er lik 0, dvs. at vekstraten i det nominelle prisnivået til de ulike varer og tjenestene er identisk med vekstraten til konsumprisindeksen.»

3.5 Risiko for skade som kan påvirkes av drift/vedlikehold

Veisten mfl. (2019) presenterte analyser av syklende/gående trafikanters skaderisiko tilknyttet de vegforholdene som kan påvirkes av drift-/vedlikehold. Hovedgrunnlaget for analysen var skadedata fra Oslo legevakt, hhv. skadde syklist registrert i 2014 og skadde fotgjengere registrert i 2016 (Melhuus mfl., 2015; 2017). Følgende tabell oppsummerer estimater tilknyttet tre av de fire faktorene/tiltakene som inngår i vår nytte-kostnadsanalyse.

Tabell 3.16: Skadereduksjonspotensial tilknyttet drift-/vedlikehold (belårsbasis)

Faktor		Andel skadde	Halvere skadeårsaken	Eliminere skadeårsaken
Snuble/falle pga. hull i vegen (den generelle vegstandarden)	Gange	2,5%	-1,3%	-2,5%
	Sykling	5,6%	-2,8%	-5,6%
Skli/falle på grus (renhold av vegoverflaten)	Gange	0,7%	-0,3%	-0,7%
	Sykling	5,4%	-2,7%	-5,4%
Skli/falle om vinteren (friksjonsforhold/vinterføre)	Gange	40%	-20%	-40%
	Sykling	2,1%	-1,1%	-2,1%

Merknad: Skadereduksjonspotensialet tilknyttet den generelle vegstandarden og renhold (grusfjerning) for fotgjengere er basert på Schyllander (2014), med tilpasning til Oslo-dataene.

Risikoen for skade i transport kunne estimeres til ca. 10 per mill. km for syklist og ca. 15 per mill. km for fotgjengere, basert på skadedataene fra Oslo legevakt sammen med RVU-2013/14 (Hjorthol mfl., 2014). Det meste av dette var eneulykker, dvs. over 70 % av de syklende og over 95 % av de gående.¹⁵ Skadegradsfordelingen ble for syklende estimert til snaut 16 % harde skader og resten lettere skader, mens for gående ble det estimert omtrent 19 % harde skader og resten lettere skader (Kasnatscheew mfl., 2018).¹⁶ Vi kan knytte de prosentvise endringene i tabellen over til risikonivåene for syklende og gående, som gitt i følgende tabell.

¹⁵ Vi følger den konvensjonen at skade ved gange for transport, også pga. eneulykke, som fall på glatt vinterføre, regnes som transportskade/trafikkskade (se også Olofsson et al. 2016, Rødseth et al. 2019).

¹⁶ Om en blåser opp skadedataene fra Oslo legevakt til nasjonalt nivå, så ville det gi omtrent 12.000 skadde syklist og nesten 40.000 skadde fotgjengere i transport. Nå vet vi at gangtrafikken er betydelig høyere i Oslo enn ellers i landet, og også syklingen er litt høyere i Oslo enn nasjonalt. Rødseth et al. (2019) presenterte en følsomhetsanalyse av nasjonale skadedata basert på en relativt begrenset underrapportering av skader, men påpekte at eldre norske studier og flere europeiske studier (deriblant svenske og danske) indikerte at underrapporteringen sannsynligvis var mer omfattende. Lund (2019) bekreftet at underrapporteringen av skader i norsk offisiell statistikk fortsatt er betydelig, også for personbilførere-/passasjerer. I hans analyse inngår ikke eneulykker for gange i transport, men fra den nasjonale helsestatistikken estimerer han over 13.000 skadde syklist i 2017, som stemmer bra med de oppblåste Oslo-dataene fra 2014. En re-estimering av følsomhetsanalysen i rapporten til Rødseth et al. (2019) med korrigering for underrapportering som går mer i retning av Lund (2019), gir et snitt for årene 2006-2016 på litt over 13.000 skadde syklist, og vi estimerer ca. 17.000 skadde fotgjengere med inkludering av eneulykker. Her er skadegradsfordelingen for syklende snaut 0,1 % drepte, vel 2 % hardt skadde og resten lettere skadde, og for gående vel 0,1 % drepte, vel 3 % hardt skadde, og resten lettere skadde.

Tabell 3.17: Estimerte risikoendringer ved hhv. halvering og eliminering av skadeårsak

Faktor		Gjennomsnittlig risikonivå	Halvere skadeårsaken	Eliminere skadeårsaken
Snuble/falle pga. hull i vegen (den generelle vegstandarden)	Gange	15	14,81	14,63
	Sykling	10	9,72	9,44
Skli/falle på grus (renhold av vegoverflaten)	Gange	15	14,96	14,90
	Sykling	10	9,73	9,46
Skli/falle om vinteren (friksjonsforhold/ vinterføre)	Gange	15	12,00	9,00
	Sykling	10	9,89	9,79

Merknad: Det gjennomsnittlige risikonivået for syklende og gående er basert på skadedata fra Oslo, og omfatter det som er identifisert som skader under transport (Kasnatscheew mfl., 2018; Veisten mfl., 2019). Risikoreduksjonsestimatene er gitt fra de prosentvise skadereduksjonsestimatene i tabellen over.

Skadene registrert i Oslo, i midten av forrige tiår, skjedde på en infrastruktur som omfattet flere ulike nivåer for generell vegstandard, renhold (inkl. grusfjerning), vinterdrift, belysning, osv. I Veisten mfl. (2019) ble det antatt at en mulig endring i vinterdriften kunne halvere antallet fallskader som kunne knyttes til primært glatt vinterføre, dvs. en endring fra brøyting og strøing (GsB) til «barvegsstandard» med kosting og salting (GsA). Vi følger noenlunde samme forsiktige tilnærming:

- i. Vi antar at de høyeste drifts-/vedlikeholdsnivåene vil gi en halvering av de skadene som kan påvirkes av den spesifikke drifts-/vedlikeholdstypen.

For å kunne knytte skadereduksjonseffekter for ulike drifts-/vedlikeholdsnivå til risikoestimatene fra Oslo, vil vi dessuten anta følgende:

- ii. De gående og syklende (til/fra) holdeplass som har gitt vurdering (og verdsetting) av de fire drifts- og vedlikeholdstilstandene, gir oss et estimat på fordelinger av tilstandene på den infrastrukturen som gående/syklende bruker.

Følgende tabell oppsummerer denne fordelingen (med avrundinger av estimatene fra tabellene 3.1-3.4, i delkapittel 3.1).

Tabell 3.18: Estimerte fordelinger av tilstandene for GS-infrastrukturen i Oslo

Faktor		Laveste nivå	Middels nivå	Høyeste nivå
1 Den generelle vegstandarden	Gange	8%	42%	50%
	Sykling	4%	48%	48%
2 Renhold av vegoverflaten (inkl. grus/strøsand)	Gange	17%	27%	56%
	Sykling	20%	17%	63%
3 Friksjonsforhold/ vinterføre (helårsjustert)	Gange	18%	55%	27%
	Sykling	10%	58%	32%
4 Belysning	Gange	6%	65%	29%
	Sykling	1%	78%	21%

Merknad: Ingen av de syklende i studien rapportert av Veisten mfl. (2020) oppga laveste nivå for belysning, altså «ingen belysning», men antallet syklende i utvalget var svært få, så fordi vi antar at et minimum av sykling kan skje i mørket på strekninger uten belysning, har vi derfor satt andelen til 1 prosent.

Risikoestimer for høyeste drifts- og vedlikeholdsnivå er altså gitt fra kolonnen «halvere skadeårsaken» i forrige tabell. For å kunne anslå risiko ved middels og lavt nivå, vil vi basere oss på en enkel tilnærming:

- iii. Den vektete risikoen for alle tilstandsfordelinger er lik gjennomsnittsriskoen (10 skadde per mill. km for syklende og 15 skadde per mill. km for gående), og risikoen er monotont stigende for synkende drifts-/vedlikeholds nivå.

Imidlertid vil risikonivået og nivåforskjellen mellom lavt og middels måtte settes *ad hoc*. Følgende tabell oppsummerer våre anslag – vi har også tatt med belysning.

Tabell 3.19: Estimerte skaderisikonivåer ved ulike drifts- og vedlikeholds nivåer

Faktor		Laveste nivå	Middels nivå	Høyeste nivå
1 Den generelle vegstandarden	Gange	15,43	15,15	14,81
	Sykling	10,48	10,24	9,72
2 Renhold av vegoverflaten (inkl. grus/strøsand)	Gange	15,13	15,01	14,96
	Sykling	10,66	10,22	9,73
3 Friksjonsforhold/ vinterføre (helårsjustert)	Gange	18,03	15,48	12,00
	Sykling	10,17	10,03	9,89
4 Belysning	Gange	15,20	14,99	14,98
	Sykling	11,20	9,99	9,98

Det er konsistent med beregningene fra Veisten mfl. (2019) at det særlig er vinterføretilstanden for gående (og herunder særlig overflatens glatthet/friksjon) som gir betydelige endringer i skaderisikoen.¹⁷

Vi kan anta at den underliggende skadegradsfordelingen følger den som er gitt implisitt fra en re-estimering av følsomhetsanalysen rapportert av Rødseth mfl. (2019), med nye underrapporteringsestimater fra Lund (2019).

Tabell 3.20: Antatt underliggende skadegradsfordeling for skadde syklist og fotgjengere (i transport)

Skadegrad	Syklende	Gående
Drepte	0,1%	0,1%
Hardt skadde	2,2%	3,3%
Lettere skadde	97,7%	96,6%

Merknad: Skadegradsfordelingen for syklende følger den som er gitt fra Lund (2019), som gir betydelig lavere andel harde skader enn det som ble estimert fra Oslo-dataene (Kasnatscheew mfl., 2018). Dette kan forklares med at det er brukt ulike metoder for å estimere lettere og harde skader fra en opprinnelig skadegradsinndeling basert på den såkalte forkortede skadeskalaen (AIS).

Estimatene i tabellen over muliggjør en type vektet verdsetting, for den monetære verdsettingen vil avhenge av skadegradsnivået.

Imidlertid vil vi også kunne bruke den marginale eksterne ulykkeskostnaden direkte inn i tabellen med ulike risikonivåer. Vi vil her ta utgangspunkt i følgende (gjennomsnittlige) marginale eksterne ulykkeskostnader per km: 0,98 kr for gange og 1,39 kr for sykling (se mer om dette i påfølgende delkapittel). Disse verdiene vil være gitt for risiko lik 15

¹⁷ Det kan synes rigid å anta at det for alle fire tilstander skal være en fordeling av risikonivåer som vektet sammen skal gi det gjennomsnittlige risikonivået, men uansett er det forskjellene mellom nivåene som har betydning i nytte-kostnadsanalysen.

skadde per mill. km gange og risiko lik 10 skadde per mill. km sykling. Vi justerer så simpelthen den marginale eksterne kostnaden mht. den estimerte/fastsatte risikoen for det spesifikke drifts-/vedlikeholdsnivået, som vist i følgende tabell.

Tabell 3.21: Estimerte marginale eksterne ulykkeskostnader ved ulike drifts- og vedlikeholdsnivåer

Faktor		Laveste nivå	Middels nivå	Høyeste nivå
1 Den generelle vegstandarden	Gange	1,0081	0,9898	0,9673
	Sykling	1,4567	1,4234	1,3511
2 Renhold av vegoverflaten (inkl. grus/strøsand)	Gange	0,9885	0,9807	0,9771
	Sykling	1,4817	1,4206	1,3525
3 Friksjonsforhold/ vinterføre (helårsjustert)	Gange	1,1780	1,0114	0,7840
	Sykling	1,4136	1,3942	1,3747
4 Belysning	Gange	0,9931	0,9793	0,9787
	Sykling	1,5568	1,3886	1,3872

En forbedring i drift-/vedlikeholdet på en strekning (fra lavt til middels, eller fra middels til høyt, eller fra lavt til høyt) vil dermed gi lavere marginale eksterne ulykkeskostnader for alle dem som allerede går/sykler på strekningen.

3.6 Verdsetting av personskader og positive helseeffekter

For personskader som for positive helseeffekter inngår både en tredjeparteffekt (ekstern) og en effekt på individet selv (intern). For ulykker er de marginale eksterne og marginale interne kostnader estimert i Rødseth mfl. (2019), med enhet kostnader per kjøretøykilometer. Det er også oppgitt estimer per personkilometer og det er oppgitt følsomhetsanalyse for å vise effekten av underestimering av skader. Her oppsummeres hovedestimatene per kjøretøykm for gange, sykkel, bil og buss, sammen med nye estimer som korrigerer for underrapportering, basert på Lund (2019).

Tabell 3.22: Marginale eksterne og marginale interne ulykkeseffekter i kroner per kjøretøykilometer

Transportmiddel	Hovedestimer fra Rødseth mfl. (2019)		Re-estimering m/ underrapporterings-estimer fra Lund (2019)	
	Marginale eksterne	Marginale interne	Marginale eksterne	Marginale interne
Gange	0,11	0,30	0,98	4,36
Sykkle	0,20	0,42	1,39	6,73
Bil	0,12	0,12	0,20	0,33
Buss	0,36	0,16	0,43	0,22

Merknad: Rapporteringsgrad for harde skader i kollisjonsulykker på hhv. 75 % med bil og 70 % med sykkel (og ditto for gange) og på hhv. 20 % med bil og 5 % med sykkel (og 2,5 % for gange) for hard skade i eneulykker gir vektete rapporteringsgrader som er ca. 35 % med bil og ca. 25 % med sykkel (og ca. 20 % for gange). Rapporteringsgrad for lettere skader i kollisjonsulykker på hhv. 70 % med bil og 50 % med sykkel (og ditto for gange) og på hhv. 16 % med bil og 0,25 % med sykkel (og 0,2 % for gange) for lettere skade i eneulykker gir vektete rapporteringsgrader som er ca. 35 % med bil og ca. 4 % med sykkel (og ca. 3 % for gange). Lund (2019) oppga omtrent samme rapporteringsgrad med bil, men med litt lavere rapporteringsgrad for hard skade og litt høyere rapporteringsgrad for lettere skade, og han oppga enda litt lavere rapporteringsgrad for lettere skader med sykkel. Lund baserte seg på helsesektordata og offisielle politiregistrerte skadedata fra 2017, mens vår re-estimering bygger på offisielle politiregisterdata fra perioden 2006-2016, med differensiering mellom kollisjonsulykker og eneulykker.

Det er særlig skadekostnadene for sykling og gange som blir underestimert med offisielle skadedata.

For vårt formål er det marginale kostnader per personkilometer som er relevante å bruke, og vi må da gjøre antakelser om det gjennomsnittlige antallet personer i kjøretøyene (belegget). For gange og sykkel forutsettes dette å være det samme, altså 1. For bil og buss vil vi differensiere mht. geografiske områder – storbyer, andre tettsteder og spredtbygde strøk. Følgende tabell oppsummerer forutsetningene, som bygger på Fearnley (2016).

Tabell 3.23: Forutsetninger om trafikkforhold og belegg i ulike geografiske områder

	Storbyer		Andre tettsteder		Spredtbygd
	Rush	Utenom rush	Rush	Utenom rush	
Belegg, bil	1,1	1,3	1,1	1,3	1,3
Belegg, buss	35	14	32	13	10
Rush-andel		35%		25%	0%

Dette vil tendere mot lavere ulykkeskostnader i kollektivtransporten i mer sentrale strøk, mens det blir motsatt for personbiltransporten. Følgende tabell oppsummerer de estimerte marginale eksterne og marginale interne kostnadene per personkilometer, gitt disse forutsetningene, med bruk av estimatene per kjøretøykilometer som er korrigert for underrapportering.

Tabell 3.24: Marginale eksterne og marginale interne ulykkeseffekter i kroner per personkilometer

Transport-middel	Marginale eksterne ulykkeskostnader			Marginale interne ulykkeskostnader		
	Storby	Annet tettsted	Spredtbygd	Storby	Annet tettsted	Spredtbygd
Gange	0,98	0,98	0,98	4,36	4,36	4,36
Sykkel	1,39	1,39	1,39	6,73	6,73	6,73
Bil	0,16	0,16	0,15	0,27	0,27	0,25
Buss	0,02	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02

Skade pga. ulykke er negative helseeffekter av transport. Sykling og gange har høyere skaderisiko, og dermed betydelig høyere marginale eksterne og interne kostnader. Men sykling og gange gir også positive helseeffekter pga. den fysiske aktiviteten, som gir kortsiktig effekt på sykefravær og også mer langsiktig reduksjon i risikoen for alvorlig kronisk sykdom (Sælensminde 2002). For de langsiktige positive helseeffektene anbefaler Statens vegvesen (2018) å behandle de interne effektene («velferdseffekten») som eksterne i nytte-kostnadsanalyse.¹⁸ Følgende tabell oppsummerer de offisielle estimatene i 2016-kroner og oppdateringer til 2019-kroner.

¹⁸ Dette følger Sælensminde (2002, s. 27) som antok følgende: «Reduserte kostnader pga alvorlig sykdom og langtids sykefravær er inkludert i analysene både som en ekstern komponent (sparte offentlige utgifter) og en intern komponent (den enkeltes velferdsendring) ... I motsetning til for korttids sykefravær har vi altså valgt å inkludere en velferdskomponent pga redusert forekomst av alvorlig sykdom i analysene. Velferdskomponenten inngår imidlertid ikke som en del av de generaliserte reisekostnadene, men som en del av den totale samfunnsøkonomiske besparelsen relatert til alvorlig sykdom. Begrunnelsen for dette er en antagelse om at folk trolig ikke er klar over at moderat fysisk aktivitet kan forebygge alvorlig sykdom

Tabell 3.25: Positive helseeffekter av gange og sykling, kroner per kilometer

Positive helseeffekter	Offisielle estimater (Statens vegvesen 2018), 2016-kr			2019-kr		
	Ekstern effekt (helsevesen, arbeidsgiver)	Intern effekt ("velferds-effekt")	Samlet	Ekstern effekt (helsevesen, arbeidsgiver)	Intern effekt ("velferds-effekt")	Samlet
Redusert sykefravær, gående	3,3		3,3	3,6		3,6
Redusert sykefravær, syklende	1,7		1,7	1,9		1,9
Redusert kronisk sykdomsrisiko, gående	6,8	49,8	56,6	7,2	54,1	61,3
Redusert kronisk sykdomsrisiko, syklende	2,5	18,7	21,2	2,6	20,3	22,9

Merknad: Oppdatering av (reduerte) sykefraværskostnader fra 2016 til 2019 er basert på lønnsindeks ($1,024 \cdot 1,029 \cdot 1,033 = 1,0885$), mens oppdatering av (reduerte) kroniske sykdomskostnader er basert på konsumprisindeks ($1,018 \cdot 1,019 \cdot 1,02 = 1,0581$). De interne effektene er antatt å ha en realverdiøkning over tid (Hagen mfl., 2012, DFØ 2018, Rødseth mfl., 2019), så den verdsettingen er også realprisjustert ($1,012 \cdot 1,007 \cdot 1,008 = 1,0271$).

Statens vegvesen (2021) har nylig justert anslagene for den interne helsegevinsten slik at en lavere andel får netto positiv effekt, henholdsvis 15 prosent for gående og 30 prosent for sykling – istedenfor 50 prosent for begge gruppene. De justerte helseeffektene som inngår i analysene, blir dermed:

- Helseeffekter per km gange 23,43 2019-kroner
- Helseeffekter per km sykling 14,78 2019-kroner

3.7 Øvrige eksterne effekter av transport

I tillegg til positive og negative helseeffekter fra sykling/gange er det flere negative eksterne effekter tilknyttet motorisert trafikk. Dette er relevant i forbindelse med overføring av reiser mellom transportmidlene, som kan være et resultat av tiltak rettet mot sykling/gange. Rødseth mfl. (2019) oppgir marginale eksterne kostnader per kjøretøykilometer for personbiler og busser med ulike drivstoffteknologier. Vi vil i vår analyse bygge på forutsetninger om teknologifordelinger som gitt i følgende tabell.

som f eks kreft. Dette er da også forholdsvis nylig dokumentert (jfr SEF 2000).» Sælensminde regnet individenes kortsiktige positive helseeffekter («bedre form») som internaliserte, at de tok «hensyn til dette i sin tilpasning» – at det altså inngikk i «folks generaliserte reisekostnader» (og reduserte disse, for sykling og gange, alt annet likt).

Tabell 3.26: Forutsetninger om drivstoffteknologifordelinger, personbiler og busser

Drivstoffteknologi	Storby	Annet tettsted	Spredtbygd
Bil, bensin	30%	35%	40%
Bil, diesel	25%	35%	40%
Bil, el	30%	20%	10%
Bil, hybrid	15%	10%	10%
Sum	100%	100%	100%
Buss, diesel	40%	45%	50%
Buss, naturgass	30%	35%	40%
Buss, el	30%	20%	10%
Sum	100%	100%	100%

Merknad: For personbiler har vi tatt utgangspunkt i tall fra KommuneProfilen (<https://www.kommuneprofilen.no/>), som bygger på informasjon fra Statistisk sentralbyrå, og for busser har vi tatt utgangspunkt i en implisitt fordeling fra Rødseth mfl. (2019). Vi har så oppjustert andelen el-bil og også tatt inn el-buss. Andelene er i kontant endring, men som en forenkling bruker vi punkttestimater som antas å ville gjelde i løpet av få år.

Med disse forutsetningene, og rush-andelen (fra foregående delkapittel) estimerer vi vektete marginale eksterne kostnader for biler og busser, per kjøretøykilometer. For ulykker bruker vi de korrigerede estimatene basert på Lund (2019). Følgende tabell oppsummerer estimatene.

Tabell 3.27: Marginale eksterne kostnader per kjøretøykilometer, biler og busser i ulike geografiske områder

Ekstern effekt	Bil			Buss		
	Storby	Annet tettsted	Spredtbygd	Storby	Annet tettsted	Spredtbygd
CO ₂	0,0490	0,0575	0,0560	0,3350	0,3835	0,3917
Lokale utslipp (PM ₁₀ , NO _x)	0,3305	0,0545	0,0040	2,5948	0,4296	0,0596
Støy	0,3300	0,3000	0,0400	2,3900	1,6300	0,2400
Slitasje	0,0300	0,0300	0,0300	0,0300	0,0300	0,0300
Kødannelse	1,4800	0,2100	0,0000	1,4800	0,2100	0,0000
Ulykker	0,2017	0,2017	0,2017	0,4344	0,4344	0,4344
Sum	2,4212	0,8537	0,3317	7,2642	3,1175	1,1557

Med forutsetningene om belegg og rush-andeler (fra foregående delkapittel) kan vi også estimere tilsvarende vektete marginale eksterne kostnader per personkilometer. Følgende tabell oppsummerer estimatene.

Tabell 3.28: Marginale eksterne kostnader per personkilometer, biler og busser i ulike geografiske områder

Ekstern effekt	Bil			Buss		
	Storby	Annet tettsted	Spredtbygd	Storby	Annet tettsted	Spredtbygd
CO ₂	0,0398	0,0460	0,0431	0,0157	0,0216	0,0392
Lokale utslipp (PM ₁₀ , NO _x)	0,2687	0,0436	0,0031	0,1215	0,0242	0,0060
Støy	0,2683	0,2400	0,0308	0,1119	0,0918	0,0240
Slitasje	0,0244	0,0240	0,0231	0,0014	0,0017	0,0030
Kødannelse	1,2032	0,1680	0,0000	0,0693	0,0118	0,0000
Ulykker	0,1640	0,1614	0,1551	0,0203	0,0245	0,0434
Sum	1,9684	0,6830	0,2552	0,3401	0,1756	0,1156

Følgende tabell inkluderer også sykkel og gange, og samler de eksterne effektene i tre grupper: helse (positive og negative/ulykker), trengsel (kødannelse) og utslipp/slitasje.

Tabell 3.29: Marginale eksterne effekter per personkilometer i ulike geografiske områder

Ekstern effekt	Bil			Buss			Sykkel	Gange
	Storby	Annet tettsted	Spredtbygd	Storby	Annet tettsted	Spredtbygd		
Helse	0,1640	0,1614	0,1551	0,0203	0,0245	0,0434	-23,41	-63,92
Trengsel	1,2032	0,1680	0,0000	0,0693	0,0118	0,0000		
Utslipp/slitasje	0,6012	0,3536	0,1001	0,2505	0,1393	0,0722		

Dette er det eksterne komponentene som vil inngå ved overføring av transportaktivitet mellom transportmidlene.

3.8 Etterspørselsvirkninger og overført trafikk

Det fins generelt svært lite empiri rundt etterspørselseffekter av tiltak for gående og syklende (Veisten mfl., 2019). Derfor har vi vært nødt til å gjøre noen grove antakelser. Fearnley (2016) differensierte etterspørselseffekten av ulike GS-infrastrukturtiltak, og Veisten mfl. (2019) videreførte det laveste anslaget på 5 prosent. Dette kan i beste fall vurderes som faglig skjønn med stor feilmargin. Vi vil her basere oss på at 5 prosent er maksimal etterspørselseffekt av de aktuelle tiltakene. Tiltaket med høyest betalingsvillighet antas altså å utløse 5 prosent etterspørselsvekst. Alle øvrige endringer vil gi etterspørselseffekt av en størrelse bestemt av den relative verdsettingen.

Et eksempel belyser fremgangsmåten: Vi finner høyest betalingsvillighet for å erstatte *løs snø/gruset is/is/slush* med *nesten alltid godt fotfeste* (GsA) med en verdsetting på 3,16 kroner per kilometer (kapittel 3.1.2). Etterspørselseffekten av dette settes til 5 prosent. Verdsettingen av endring fra ingen belysning til LED-lys er 2,71 kroner per kilometer. Etterspørselseffekten antas derfor å være $5\% \cdot 2,71/3,16 = 4,3$ prosent.

Følgende tabell oppsummerer våre anslag.

Tabell 3.30: Anslag på etterspørselseffekter av endringer, basert på relative verdsettinger

Faktor	Etterspørselseffekt (fra lavest til middels)	Etterspørselseffekt (fra middels til høyest)	Etterspørselseffekt (fra lavest til høyest)
Vegstandard på vegen til/fra og rundt holdeplassen	1,9%	0,6%	2,5%
Grus/strøsand på vegen til/fra og rundt holdeplassen	1,4%	0,4%	1,8%
Vinterføre på vegen til/fra og rundt holdeplassen	4,0%	1,0%	5,0%
Belysning på vegen til/fra og rundt holdeplassen	3,9%	0,4%	4,3%

Også når det gjelder overført trafikk til gange og sykling ved drifts-/vedlikeholdstiltak, altså hvor etterspørselseffekten har sitt utspring, har vi måttet gjøre noen grove antakelser. Vi antar at det er noe variasjon mellom stedstyper, bl.a. fordi kollektivtransport er mer aktuelt alternativ i byområder, mens bil er mer aktuelt alternativer i spredtbygde områder. Tabellen oppsummerer forutsetningene.

Tabell 3.31: Forutsetninger om hvor etterspørselseffekten kommer fra

	Overført fra bil	Overført fra buss	Generert (nyskapt GS-trafikk)
Storby	30%	50%	20%
Annet tettsted	50%	30%	20%
Spredtbygd	70%	20%	10%

For å beregne eksterne effekter av overført trafikk, må vi også ha et anslag for hvor lange de overførte reisene er. Dette fordi endret trafikksikkerhetseffekt, kjøeffekt og så videre gjelder *hele* reisen og ikke bare distansen med tiltak. Vi benytter data fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen for 2013/14 (Hjorthol mfl. 2014) hvor det fremgår at gjennomsnittlige reiselengden er 5,1 km for sykkelturen og 2,2 km for gangturen. En overført reise fra bil til gange antas dermed å gi en reduksjon i bilbruk på 2,2 km, mens en overført reise fra bil til sykkel fjerner 5,1 km bilkjøring. Tilsvarende gjelder for kollektivtransport: en overført reise fra kollektivtransport til gåing antas å fjerne 2,2 kollektivpassasjerkilometer, mens en overført reise fra kollektiv til bil antas å fjerne 5,1 km bilkjøring.

4 Web-utvikling

Hele beregningsopplegget er i bygget opp i et Excel-dokument med forholdsvis lav brukervennlighet. Derfor har vi i dette prosjektet utviklet en web-versjon som gjør nyttekostnadsverktøyet mer tilgjengelig og brukervennlig for vegeiere og andre beslutningstakerne for drifts- og vedlikeholdstiltak: toi.no/GS-driftskalkulator.

Den web-baserte løsningen bygger på en eksisterende Kollektivtiltakskalkulator (Fearnley mfl. 2010; Fearnley og Minken, 2015; toi.no/kollektivkalkulator), som nylig ble oppdatert. Løsningen bygger dessuten på en eksisterende Sykkelskalkulator (toi.no/sykkelskalkulator) med hensyn til samfunnsøkonomiske virkninger av endret etterspørsel og overført trafikk (noe Kollektivkalkulatoren ikke tar hensyn til).

Begge disse eksisterende 'kalkulatorene' er designet og utviklet med utgangspunkt i møter med potensielle brukere, og senere testet av de samme brukerne.

Webapplikasjonen er realisert som en såkalt «front-end SPA» (*single-page-application*), som følger WCAG-standard (*web content accessibility content*) for universell utforming (<https://uu.difi.no/krav-og-regelverk/wcag-20-standarden>). Kildekoden være open source MIT-lisensiert (<https://opensource.org/licenses/MIT>) og tilgjengelig på github.com (<https://no.wikipedia.org/wiki/GitHub>).

I prosessen med å utvikle brukergrensesnittet har vi involvert to ulike typer ekspertise. Et fagfelleseminar i regi av Kodesamskipnaden i februar 2021 vurderte løsningsdesign for videreutvikling av sykkelkalkulator, kombinerer av tiltak for gang og sykkel og test deployment. I tillegg, mot slutten av utviklingsarbeidet, ble en tilnærmet ferdig versjon av web-verktøyet sirkulert til potensielle brukere i nettverket til oppdragsgiver Statens vegvesen. Her ble det fokusert på brukervennlighet (hvordan er den å navigere, om det er enkelt eller vanskelig å skjønne hvordan det skal brukes), fremstilling av resultater og følsomhetsberegninger og kommentarer på brukerveiledningen. Innspillene som kom frem der, er i all hovedsak innarbeidet i det endelige verktøyet.

Referanser

- Bosina, E. & Weidmann, U. (2017). Estimating pedestrian speed using aggregated literature data. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 468, 1-29
- DFØ (2018). Veileder i samfunnsøkonomiske analyser. Oslo: Direktoratet for økonomistyring (DFØ).
- Fearnley, N. (2016). Sykkelkalkulatoren: Web-basert sykkelverktøy. TØI-arbeidsdokument 50908/2016.
- Fearnley, N. & Minken, H. (2015). Dokumentasjon av 2015-oppdatering av NKA-verktøy for enklere kollektivtransporttiltak. TØI-arbeidsdokument 50768/2015.
- Fearnley, N. & Veisten, K. (2020). Dokumentasjon av 2020-oppdatering av NKA-verktøy for enklere kollektivtransporttiltak. TØI-arbeidsdokument 51690/2020.
- Finansdepartementet (2017). Perspektivmeldingen 2017. Meld. St. 29 (2016–2017), Oslo: Finansdepartementet.
- Flügel, S., Halse, A.H., Hulleberg, N., Jordbakke, G.N., Veisten, K., Sundfør, H.B. & Kouwenhoven, M. (2020). Verdssetting av reisetid og tidsavhengige faktorer. Dokumentasjonsrapport til Verdssettingsstudien 2018-2020. TØI-rapport 1762-2020.
- Flügel, S., Hulleberg, N., Fyhri, A., Weber, C., Ævarsson, G. & Skartland, E.-G. (2017). Fartsmodell for sykkel og elsykkel. TØI-rapport 1557/2017.
- Flügel, S., Ramjerdi, F., Veisten, K., Killi, M. & Elvik, R. (2015). Valuation of cycling facilities with and without controlling for casualty risk. *International Journal of Sustainable Transportation*, 9(5), 364-376.
- Fossum, M., & Ryeng, E. O. (kommende). The walking speed of pedestrians on various pavement surface conditions during winter. Manuskriptutkast delt av forfatter.
- Hagen, K.P., Berntsen, S., Bye, B., Hultkrantz, L., Nyborg, K., Pedersen, K.R., Sandsmark, M., Volden, G.H. & Åvitsland, G. (2012). Samfunnsøkonomiske analyser. NOU 2012-16, Norges offentlige utredninger (NOU), Finansdepartementet, Oslo.
- Hauge, K.E. (2010). Dokumentasjon av revideringen av "Virkningsberegning av enklere kollektivtransporttiltak" (Rapport 857). TØI-arbeidsdokument ØL-2272/2010.
- Heide, J.A.-R. (2011). LED for vei- og gatebelysning. Masteroppgave, juni 2011, Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Institutt for elkraftteknikk.

- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø. & Uteng, T.P. (2014). Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 - nøkkelrapport. TØI-rapport 1383/2014.
- Iversen, A. (2016). Datasystem for styring og oppfølging av driftskontrakter på veg. Master i veg og jernbane, mai 2016, Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Institutt for bygg, anlegg og transport.
- Kasnatscheew, A., Schönebeck, S., Heinl, 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, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt).
- Liang, S., Leng, H., Yuan, Q., Wang, B. & Yuan, C. (2020). How does weather and climate affect pedestrian walking speed during cool and cold seasons in severely cold areas? *Building and Environment*, 175, 106811, 12 p.
(<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106811>).
- Lund, J. (2019). Helsevesenbasert skaderegistrering som verktøy for å forebygge trafikkulykker – Status på feltet og forslag til hvordan trafikkulykkesdata kan registreres. Rapport, mai 2019, Oslo: Trygg Trafikk.
- Melhuus, K., Siverts, H., Enger, M. & Schmidt, M. (2015). Sykkelskader i Oslo 2014 – Oslo Skadelegevakt. Oslo: Oslo universitetssykehus, Helsedirektoratet og Statens vegvesen.
- Melhuus, K., Siverts, H., Enger, M. & Schmidt, M. (2017). «Snøen som falt i fjør» – Fotgjengerskader i Oslo 2016 – Oslo skadelegevakt. Oslo: Oslo universitetssykehus, Helsedirektoratet og Statens vegvesen.
- Minken, H., Meyer, S.F., Veisten, K. & Bai, Y. (2011). Samfunnsøkonomisk analyse av vedlikehold – hva trengs i etatene? TØI-rapport 1185/2011.
- 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, Lund: IHE - Institutet för Hälso- och Sjukvårdsekonomi.
- Rødseth, K.L., Wangsness, P.B., Veisten, K., Høye, A.K., Elvik, R., Klæboe, R., Thune-Larsen, H., Fridstrøm, L., Lindstad, E., Rialland, A., Odolinski, K. & Nilsson, J.-E. (2019). Eksterne kostnader ved transport i Norge – Estimer av marginale skadekostnader for person- og godstransport. TØI-rapport 1704/2019.
- Sandven, Ø. (2019). Syklistars hastighet ved vinterforhold. Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk, Juni 2019, Trondheim: Noregs teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Fakultet for ingeniørvitenskap, Institutt for bygg- og miljøteknikk.
- Skartland, E.-G., Veisten, K. & Fearnley, N. (2021). Om syklisters og fotgjengeres hastighet, og hva som påvirker denne. TØI-arbeidsdokument 51728/2021.
- Statens vegvesen, 2021. Konsekvensanalyser. Veiledning. Håndbok V712. Vegdirektoratet, 2018, oppdatert 2021. ISBN: 978-82-7207-718-0
- Sælensminde, K. (2002). Gang- og sykkelvegnett i norske byer. Nytte- kostnadsanalyser inkludert helseeffekter og eksterne kostnader av motorisert vegtrafikk. TØI-rapport 567/2002.
- Sælensminde, K. & Bryde-Erichsen, K.D. (2017). Verdi på et kvalitetsjustert leveår (QALY) for sektorovergripende anvendelse i nytte-kostnadsanalyser – Eksempler på anvendelse for ulike skadegrader ved ulykker, luftforurensning, støy og fysisk aktivitet. Notat, 04.05.2017, Oslo: Helsedirektoratet.
- Tähkämö, L., Räsänen, R.-S. & Halonen, L. (2016) Life cycle cost comparison of high-pressure sodium and light-emitting diode luminaires in street lighting. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21, 137-145.
- Veisten, K. (2016). Utrygghet som prissatt effekt i nytte-kostnadsanalyser av veg- og trafikktiltak: Et drøftingsnotat. TØI-arbeidsdokument SM-50931/2016.
- Veisten, K., Fearnley, N. & Elvik, R. (2019). Samfunnsøkonomisk analyse av drifts- og vedlikeholdstiltak for syklende og gående – Effekter av forbedret drift/vedlikehold og eksempelberegnings. TØI-rapport 1690/2019.

- Veisten, K., Flügel, S., Halse, A.H., Fearnley, N., Sundfør, H.B., Hulleberg, N. & Jordbakke, G.N. (2020). Kollektivtrafikanterers verdsetting av universell utforming og komfort. TØI-rapport 1757/2020.
- Veisten, K., Flügel, S., Ramjerdi, F. & Minken, H. (2011). Cycling and walking for transport: estimating net health effects from comparison of different transport mode users' self-reported physical activity. *Health Economics Review*, 1:3, 9 p.
(<https://doi.org/10.1186/2191-1991-1-3>).
- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø., Uteng, T.P., 2014. *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 – nøkkelrapport*. TØI-rapport [1383/2014](#)

Vedlegg 1: Forutsetninger i beregningsopplegget

Nytte-kostnads kalkulator for drift og vedlikehold av gang- og sykkelanlegg

Forutsetninger i beregningsopplegget

Forutsetninger	
Skyggepris offentlige midler	20%
Diskonteringsrente	4,00%
Vekstrate: Årlig vekst i trafikantnytte utover gen. prisstigning	1,30%
Analysesperiode, år (standard analysesperiode i NKA er 40 år)	40
Diskonteringsrente justert for vekstrate	2,67%
Annuitetsfaktor	19,7928
Annuitetsfaktor justert for vekstrate	24,4180

Anbefalte verdsettninger	Måleenhet	Verdi 2019-kr	Kilde/kommentar
Reisetid kollektivtransport	kr pr. min pr. pass	1,28	Nasjonal verdsettingsstudie
Reisetid bil	kr pr. min pr. bil	2,87	Nasjonal verdsettingsstudie
Gangtid	kr pr. min pr. pass	2,88	Nasjonal verdsettingsstudie, TØI-rapport 1053/2010 tabell 5, justert til 2016-verdier
Reisetid sykkel	kr pr min pr syklist	1,93	Nasjonal verdsettingsstudie, TØI-rapport 1053/2010 tabell 5, justert til 2016-verdier
Helsegevinst Sykkel i forhold til bil, kollektiv og ikke reise	kr pr pkm syklet	14,78	SVV v712 i 2019-verdier
Helsegevinst Gange i forhold til bil, kollektiv og ikke reise	kr pr pkm gange	23,43	SVV v712 i 2019-verdier
TS-kostnader sykkel	kr pr pkm	1,39	Kap 3.2 i TØI-rapport 1690/2019
TS-kostnader gange	kr pr pkm	0,98	Kap 3.2 i TØI-rapport 1690/2019

			Etterspørsel og overført				Eksterne effekter				WTP		Hastighet								
Tiltak	Fra små til små	Stedstype	Arbeidserte (drifts)kostn kr/km	Etterspørsels- effekt	Overført fra bil	Overført fra koll	Gen-erert	Risikoredu- ksjon før- etter S	Risikoredu- ksjon før- etter S	TS-koen bil koll	TS-koen koll	Kø koll	Kø bil	Øvrige eksterne kostn bil	Øvrige eksterne kostn koll	Bet villighet før S	km/t før S	km/t etter S	km/t før etter G	km/t før etter G	
1 Vegdekkstandard	Lav	Middels	Storby	4 500	1,9%	30%	50%	20%	0,023	0,018	0,164	0,020	0,07	1,20	0,6012	0,251	1,23	16,7	17,0	4,9	5,0
	Lav	Middels	Uten by	4 500	1,9%	50%	30%	20%	0,023	0,018	0,161	0,024	0,01	0,17	0,3536	0,139	1,23	16,7	17,0	4,9	5,0
	Lav	Middels	Spredtbygd	4 500	1,9%	70%	20%	10%	0,023	0,018	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	1,23	16,7	17,0	4,9	5,0
	Lav	Hey	Storby	23 200	2,5%	30%	50%	20%	0,073	0,041	0,164	0,020	0,07	1,20	0,6012	0,251	1,59	16,7	17,3	4,9	5,1
Nivåer:	Lav	Hey	Uten by	23 200	2,5%	50%	30%	20%	0,073	0,041	0,161	0,024	0,01	0,17	0,3536	0,139	1,59	16,7	17,3	4,9	5,1
	Lav	Hey	Spredtbygd	23 200	2,5%	70%	20%	10%	0,073	0,041	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	1,59	16,7	17,3	4,9	5,1
	Lav	Hey	Storby	18 700	0,6%	30%	50%	20%	0,051	0,023	0,164	0,020	0,07	1,20	0,6012	0,251	0,36	17,0	17,3	5,0	5,1
	Lav	Hey	Uten by	18 700	0,6%	50%	30%	20%	0,051	0,023	0,161	0,024	0,01	0,17	0,3536	0,139	0,36	17,0	17,3	5,0	5,1
2 Renhold inkl. grus/stroesand	Lav	Middels	Storby	22 470	1,4%	30%	50%	20%	0,041	0,008	0,164	0,020	0,07	1,20	0,6012	0,251	0,86	16,7	17,0	4,9	5,0
	Lav	Middels	Uten by	22 470	1,4%	50%	30%	20%	0,041	0,008	0,161	0,024	0,01	0,17	0,3536	0,139	0,86	16,7	17,0	4,9	5,0
	Lav	Middels	Spredtbygd	22 470	1,4%	70%	20%	10%	0,041	0,008	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	0,86	16,7	17,0	4,9	5,0
	Lav	Hey	Storby	76 965	1,8%	30%	50%	20%	0,087	0,012	0,164	0,020	0,07	1,20	0,6012	0,251	1,16	16,7	17,3	4,9	5,1
Nivåer:	Lav	Hey	Uten by	76 965	1,8%	50%	30%	20%	0,087	0,012	0,161	0,024	0,01	0,17	0,3536	0,139	1,16	16,7	17,3	4,9	5,1
	Lav	Hey	Spredtbygd	76 965	1,8%	70%	20%	10%	0,087	0,012	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	1,16	16,7	17,3	4,9	5,1
	Lav	Hey	Storby	54 495	0,4%	30%	50%	20%	0,048	0,004	0,164	0,020	0,07	1,20	0,6012	0,251	0,30	17,0	17,3	5,0	5,1
	Lav	Hey	Uten by	54 495	0,4%	50%	30%	20%	0,048	0,004	0,161	0,024	0,01	0,17	0,3536	0,139	0,30	17,0	17,3	5,0	5,1
3 Fritisjon GSA-GSB	Lav	Middels	Storby	37 000	4,0%	30%	50%	20%	0,048	0,004	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	0,30	17,0	17,3	5,0	5,1
	Lav	Middels	Uten by	37 000	4,0%	50%	30%	20%	0,048	0,004	0,164	0,020	0,07	1,20	0,6012	0,251	0,30	17,0	17,3	5,0	5,1
	Lav	Middels	Spredtbygd	37 000	4,0%	70%	20%	10%	0,048	0,004	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	0,30	17,0	17,3	5,0	5,1
	Lav	Hey	Storby	195 000	5,0%	30%	50%	20%	0,028	0,334	0,164	0,020	0,07	1,20	0,6012	0,251	3,16	13,1	17,0	4,4	5,3
Nivåer:	Lav	Hey	Uten by	195 000	5,0%	50%	30%	20%	0,028	0,334	0,161	0,024	0,01	0,17	0,3536	0,139	3,16	13,1	17,0	4,4	5,3
	Lav	Hey	Spredtbygd	195 000	5,0%	70%	20%	10%	0,028	0,334	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	3,16	13,1	17,0	4,4	5,3
	Lav	Hey	Storby	158 000	1,0%	30%	50%	20%	0,014	0,225	0,164	0,020	0,07	1,20	0,6012	0,251	0,65	15,7	17,0	4,9	5,3
	Lav	Hey	Uten by	158 000	1,0%	50%	30%	20%	0,014	0,225	0,161	0,024	0,01	0,17	0,3536	0,139	0,65	15,7	17,0	4,9	5,3
4 Belysning	Lav	Middels	Storby	89 316	3,9%	30%	50%	20%	0,108	0,014	0,164	0,020	0,07	1,20	0,6012	0,251	2,49	16,7	17,0	4,9	5,0
	Lav	Middels	Uten by	89 316	3,9%	50%	30%	20%	0,108	0,014	0,161	0,024	0,01	0,17	0,3536	0,139	2,49	16,7	17,0	4,9	5,0
	Lav	Middels	Spredtbygd	89 316	3,9%	70%	20%	10%	0,108	0,014	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	2,49	16,7	17,0	4,9	5,0
	Lav	Hey	Storby	99 309	4,3%	30%	50%	20%	0,109	0,014	0,164	0,020	0,07	1,20	0,6012	0,251	2,71	16,7	17,3	4,9	5,1
Nivåer:	Lav	Hey	Uten by	99 309	4,3%	50%	30%	20%	0,109	0,014	0,161	0,024	0,01	0,17	0,3536	0,139	2,71	16,7	17,3	4,9	5,1
	Lav	Hey	Spredtbygd	99 309	4,3%	70%	20%	10%	0,109	0,014	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	2,71	16,7	17,3	4,9	5,1
	Lav	Hey	Storby	9 993	0,4%	30%	50%	20%	0,001	0,001	0,164	0,020	0,07	1,20	0,6012	0,251	0,21	17,0	17,3	5,0	5,1
	Lav	Hey	Uten by	9 993	0,4%	50%	30%	20%	0,001	0,001	0,161	0,024	0,01	0,17	0,3536	0,139	0,21	17,0	17,3	5,0	5,1
LED-lys	Middels	Hey	Storby	9 993	0,4%	70%	20%	10%	0,001	0,001	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	0,21	17,0	17,3	5,0	5,1
	Middels	Hey	Uten by	9 993	0,4%	50%	30%	20%	0,001	0,001	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	0,21	17,0	17,3	5,0	5,1
	Middels	Hey	Spredtbygd	9 993	0,4%	70%	20%	10%	0,001	0,001	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	0,21	17,0	17,3	5,0	5,1
	Middels	Hey	Storby	9 993	0,4%	50%	30%	20%	0,001	0,001	0,155	0,043	0,00	0,00	0,1000	0,072	0,21	17,0	17,3	5,0	5,1

Vedlegg 2: Kort brukerveiledning

Brukerveiledning: Nytte-kostnadskalkulator for drift og vedlikehold av gang- og sykkelanlegg

5 Komme i gang

Du finner nyttekostnadskalkulatoren på <https://www.toi.no/GS-driftskalkulator>. Her finner du lenke til dokumentasjon, denne veiledningen og kontaktinformasjon for tilbakemeldinger.

Velg «Alle tiltak» for å komme til beregningsopplegg for følgende drifts- og vedlikeholdstiltak:

- Vinterdrift - brøyting, strøing, kosting og salting
- Belysning
- Vegdekkestandard og reasfaltering
- Renhold - feiing og vask

For hvert tiltak må du som bruker skrive inn informasjon om tiltaket. Denne informasjonen, sammen med et antall faste forutsetninger som er beskrevet i dokumentasjonen, benyttes til nyttekostnadsberegningen.

6 Utfylling av input-data

6.1 Nivå

Tiltaket beskrives ved å velge ett av alternativene for beskrivelse av førsituasjon og ettersituasjon. Hvis alternativene ikke passer helt, må du bruke skjønn og velge det som passer best. For alle tiltak har vi tatt utgangspunkt i lavt, middels og høyt nivå. Tiltaket vil bidra til overgang fra lav til middels eller høy, eller fra middels til høyt nivå.

6.2 Sted

Stedstype er sentralt for å beregne samfunnsøkonomiske effekter av overført trafikk. For eksempel vil køkostnader og samfunnskostnadene ved lokale utslipp være større i storbyområder enn i spredtbygde områder. Overgang fra bil til gange/sykling i storbyområder vil derfor gi større nytte, alt annet likt. Ved valg av stedstype kan det være greit å utøve skjønn. Hvis tiltaket gjøres i en perifer utkant av et storbyområde, for eksempel, kan det være riktig å velge «større tettstedsområde».

6.3 Veilengde i kilometer

Her skriver du inn veilengden i kilometer som tiltaket dekker, med én desimal. Hvis det er en veistrekning på fem kilometer, men tiltaket bare gjelder halvparten av strekningen, skriver du inn 2,5 her. Dersom strekningen består av delstrekninger med veldig ulik trafikkbelastning/bruk, kan det være aktuelt å gjøre separate beregninger for hver delstrekning og summere effektene. Nettonytte og nettonytte per budsjettkrone må da summeres manuelt.

6.4 Antall gangturer / sykkelturner per år som får nytte av tiltaket

Her er det viktig å understreke at det kun er det antallet turer *som får nytte av tiltaket* som legges inn. Hvis tiltaket er belysning, må det bare legges inn de turene som foregår når belysningen har funksjon, altså når det er mørkt. Tilsvarende er det antallet turer i

vinterperioder som skal legges inn i vinterdrift-tiltakene. Dette tallet er erfaringsmessig vanskelig å vite eksakt. Skjønnt må utøves.

6.5 Tiltakets oppetid, prosent (gjelder kun vinterdrift)

Erfaringsmessig er det nødvendigvis noe forsinkelse mellom snøfall og brøyting, strøing, kosting og salting. Det innebærer at det ikke til enhver tid er ønsket standard. Feltet er forhåndsutfyllt med 90 (prosent) som et løst forhåndsanslag. Dette tallet kan overskrives.

7 Tolkning av resultater

Nyttekostnadskalkulatoren beregner nytte- og kostnadselementer over en analyseperiode på 40 år, i tråd med gjeldende håndbøker. Det vil si at både kostnader og nytte summeres og diskonteres over 40 år. Dersom du mangler data for den aktuelle strekningen, kan du benytte grafen (se nedenfor) som indikasjon. Beregningene bygger på noen faste forutsetninger. De viktigste gjelder kostnadene for ulike tiltakene og etterspørselsvirkningene. Disse er beskrevet i dokumentasjonen som følger kalkulatoren.

Syklistenes og fotgjengernes nytte består av tidsbesparelser som følge av høyere gang-/sykkelfart, samt konsumentoverskudd/betalingsvilje for oppgraderingen.

Øvrige trafikanters nytte består av reduserte køkostnader som følge av overført trafikk fra kollektivtransport og bil.

Helsegevinst gjelder overført trafikk fra motoriserte transportmidler til aktiv transport (gange og sykling). Dette er summen av kortvarig sykefravær og alvorlig sykdom, og baserer seg på satsene i Statens vegvesen håndbok v712 Konsekvensanalyser.

TS-gevinst, altså trafiksikkerhetsgevinst. Beregningen inkluderer redusert ulykkesrisiko for eksisterende brukere, samt differansen i risiko for overført trafikk. I de tilfellene overført trafikk skjer fra transportmidler med lavere ulykkesrisiko enn gange/sykling, vil det gi negativ TS-gevinst.

Øvrige eksterne effekter knytter seg til overført trafikk fra motoriserte transportmidler. Effektene inkluderer reduserte klimagassutslipp, lokale utslipp (primært PM₁₀ og NO_x), støy og slitasje.

Sum kostnader: Her henviser vi til vedlagte dokumentasjon for hvordan dette er beregnet.

Skyggepris offentlige midler er samfunnets effektivitetstap ved skattefinansiering.

Tiltakets nettonåverdi er summen av nytteelementene fratrukket kostnadene. Dersom tallet er positivt, er tiltaket lønnsomt.

Nettonytte per budsjettkrone (nyttekostnadsbrøk) kalles i dagligtale gjerne nyttekostnadsbrøk og uttrykker verdien av hva samfunnet får igjen for hver budsjettkrone brukt, i tillegg til selve kronen. Dersom tallet er positivt, er tiltaket lønnsomt.

Grafisk illustrasjon er ment som hjelp for å vurdere hvor robust konklusjonen er. La oss si at man ikke vet eksakt hvor mange syklende som har nytte av tiltaket. Da kan grafen brukes til å vise hvor mange syklister som skal til for at tiltaket blir samfunnsøkonomisk lønnsomt. Grafen kan også ses på som følsomhetsanalyse for hvor mye endrede forutsetninger/inputdata påvirker konklusjonen.