

# Nytte- kostnadsanalyse av gang- og sykkelveger i Skaun kommune

Bacheloroppgave  
Edvard Kaldhusdal og Jan Olav Løveseter  
Trondheim, vår 2022

**KANDIDATER:**

Kaldhusdal, Edvard

Løveseter, Jan Olav

DATO:	FAGKODE:	GRUPPE:	SIDER/BILAG:	BIBL. NR:
20.05.22	BYGT2900	36	35 / 8	N/A

**VEILEDER:**

Alex Klein-Paste

**TITTEL:**

Nytte- kostnadsanalyse av gang- og sykkelveger i Skaun kommune

**TITLE:**

Cost- benefit analysis: Shared use paths in Skaun municipality

## Forord

Denne bacheloroppgaven avslutter vår tid som byggingeniørstudenter. Vi har på vegne av Skaun kommune utarbeidet en nytte- kostnadsanalyse om sikker skoleveg kontra sikker skoleskyss. Formålet med oppgaven var å undersøke om det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å etablere sikker skoleveg for 10 elever i området rundt Venn. Dette var en gyllen mulighet til å lære mer om planlegging og prosjektering av veganlegg og hvordan man utfører en nytte- kostnadsanalyse av et prosjekt.

Det siste halvåret har vært en lærerik tid hvor vi hovedsakelig har lært mye om hvordan man kan utføre en nytte- kostnadsanalyse med både prissatte og ikke prissatte virkninger, samtidig har vi fått god bruk for kunnskapen om planlegging og prosjektering som vi har tilegnet oss i løpet av studietiden.

Vi ønsker å takke veilederen vår Alex Klein-Paste for god veiledning gjennom denne perioden. Med hans veiledning fikk vi avgrenset oppgaven og holdt stø kurs gjennom hele perioden. Vi vil også takke Plan og miljø avdelingen i Skaun kommune for deres engasjement i prosjektet og nødvendig informasjon for å kunne utarbeide en god nytte- kostnadsanalyse.

God lesing!

---

Jan Olav Løveseter

---

Dato

---

Edvard Kaldhusdal

---

Dato

## Sammendrag

I forbindelse med bygging av snarveger i Skaun kommune er det utarbeidet en nytte-kostnadsanalyse av prosjektet. Analysen tar for seg de fleste prissatte virkningene, med unntak av klimagass-utslipp, og er sentrert rundt avviklingen av sikker skoleskyssordning for 10 elever i området rundt Venn. Statens vegvesen sin nytte- kostnadskalkulator for gang- og sykkelveger ble brukt i selve utregningen av nytte- kostnaden, med unntak av den reduserte kostnaden for sikringsskyss som ble regnet ut for hånd i Microsoft Excel. Snarvegene fikk en nytte- kostnadsbrøk på 2.15, som betyr at man får igjen 2.15 kroner for hver krone investert. Dette vil si at utbyggingen av snarvegene vil være samfunnsøkonomisk lønnsomt.

## Abstract

In relation with construction of shortcuts in Skaun municipality, a cost- benefit analysis of the project has been made. The analysis addresses most of the priced effects, with the exception of greenhouse gas emissions, and is centered around abolition of the safe school transportation plan for ten pupils in an area around Venn. The Norwegian Public Roads Administration's cost- benefit calculator for pedestrian and cycle paths was used in the actual calculation of the cost- benefit, with the exception of the reduced cost for safe school transport, which was calculated in Microsoft Excel. The shortcuts ended up with a cost- benefit fraction of 2.15, which means that Skaun will receive 2.15 NOK per NOK invested in the project. This means that the development of the shortcuts will be socio-economically profitable.

# Innhold

<b>Figurer</b>	<b>ii</b>
<b>Tabeller</b>	<b>ii</b>
<b>1 Terminologier</b>	<b>1</b>
<b>2 Innledning - Problemstilling</b>	<b>2</b>
2.1 Bakgrunn . . . . .	2
2.2 Problemstilling og avgrensing . . . . .	3
2.3 Disposisjon . . . . .	3
<b>3 Bakgrunn - Teoretisk Grunnlag</b>	<b>4</b>
3.1 Drift og vedlikehold . . . . .	4
3.1.1 Vinterdriftsklasser . . . . .	4
3.1.1.1 GsA . . . . .	4
3.1.1.2 GsB . . . . .	6
3.1.1.3 GsC . . . . .	6
3.1.2 Sikkerhet . . . . .	7
3.2 Overvannshåndtering . . . . .	7
3.3 Universell utforming . . . . .	8
3.4 Om nytte-kostnadsanalysen . . . . .	9
3.4.1 De prissatte virkningene . . . . .	9
3.4.1.1 Trafikanter og transportbrukere . . . . .	9
3.4.1.2 Det offentlige . . . . .	10
3.4.1.3 Samfunnet . . . . .	10
3.4.2 Ikke prissatte virkninger . . . . .	10
3.4.3 Beregningsmetode . . . . .	10
3.4.4 Om følsomhetsanalysen . . . . .	11
<b>4 Metode - Fremgangsmåte</b>	<b>12</b>
4.1 Litteratursøk . . . . .	12
4.2 Vegprosjektering . . . . .	12
4.2.1 Materialvalg og overbygning . . . . .	12
4.2.2 Overvannshåndtering . . . . .	13
4.2.3 Sikkerhet på gang- og sykkelvegene . . . . .	14
4.2.4 Universell utforming av gang- og sykkelvegene . . . . .	14
4.2.5 Drift- og vedlikeholdskostnader . . . . .	15
4.2.5.1 Opprettholde vegdekkestandard . . . . .	15
4.2.5.2 Vinterdrift . . . . .	16
4.2.5.3 Belysning . . . . .	17
4.3 Nytte- kostnadsanalyse . . . . .	18
4.3.1 Nåværende situasjon . . . . .	18
4.3.2 Fremtidig situasjon . . . . .	19
4.3.3 Følsomhetsanalyse . . . . .	21

<b>5</b>	<b>Bearbeiding og resultater</b>	<b>22</b>
5.0.1	Overvannshåndtering . . . . .	22
5.1	Nytte- kostnadsanalyse . . . . .	22
5.1.1	Følsomhetsanalyse . . . . .	25
<b>6</b>	<b>Drøfting</b>	<b>28</b>
6.1	Drift og vedlikehold . . . . .	28
6.2	Nytte- kostnadsanalyse . . . . .	29
6.2.1	Følsomhetsanalyse . . . . .	30
6.2.2	Ikke prissatte virkninger . . . . .	31
<b>7</b>	<b>Konklusjon - Erfaring</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>Vedleggsliste</b>	<b>35</b>
8.1	Artikkel . . . . .	35
8.2	Poster . . . . .	35
8.3	Overvannshåndtering . . . . .	35
8.4	Lønnsomhetsanalyse . . . . .	35
8.5	Snarveg 1 plan og profil . . . . .	35
8.6	Snarveg 2 plan og profil . . . . .	35
8.7	Snarveger oversikt . . . . .	35
8.8	Tverrprofil 7.86, snarveg 1 . . . . .	35
8.9	Tverrprofil 70, snarveg 2 . . . . .	35

## Figurer

1	Oversikt snarvegenes plassering i forhold til Venn sentrum. . . . .	2
2	Barvegsstandard GsA. Foto: Knut Opeide, Statens vegvesen[9] . . . . .	5
3	Blandingsstandard GsB. Foto: Knut Opeide, Statens vegvesen[9] . . . . .	6
4	Illustrasjon av universelt utformet turveg. Fotograf Svein Grønvold. Scan- pix.no[2] . . . . .	8
5	Utklipp fra Novapoint av tverrprofil for snarveg 1. . . . .	12
6	Utklipp fra Novapoint av tverrprofil for snarveg 2. . . . .	12
7	Årlig kostnad for å opprettholde generell vegdekkestandard, inndelt etter ulike nivåer.[13] . . . . .	16
8	Oversikt over de ulike vinterdriftskostnadene for Gang- og sykkelveg (GSV)[13].	16
9	Kostnadsfordeling for etablering av belysning langs GSV[13]. . . . .	17

## Tabeller

1	Overbygning prosjektert for begge snarvegene. . . . .	13
2	Forutsetninger i beregningsopplegget . . . . .	18
3	Oversikt over alle drift- og vedlikeholdskostnader for snarveg 1 gjennom analyseperioden. . . . .	19
4	Nytteverdien til de ulike tiltakene innen Forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) gjennom hele analyseperioden for snarveg 1. . . . .	20

5	Oversikt over alle drift- og vedlikeholdskostnader for snarveg 2 gjennom analyseperioden. . . . .	20
6	Nytteverdien fra de ulike tiltakene innen FDV gjennom hele analyseperioden. . . . .	20
7	Utrekning av dimensjonerende vannmengde. . . . .	22
8	Nytte- kostnadsbrøk for bygging av snarveg 1. . . . .	23
9	Nytte- kostnadsbrøk for bygging av snarveg 2. . . . .	24
10	Nytte- kostnadsbrøk ved bygging av begge snarvegene i området rundt Venn sentrum i Skaun kommune. . . . .	25
11	Følsomhetsanalyse av snarveg 1 . . . . .	26
12	Følsomhetsanalyse av snarveg 2 . . . . .	27

# 1 Terminologier

**FDV** Forvaltning, drift og vedlikehold.

**Fk** Knust berg.

**Gk** Knust grus.

**GsA** Vinterdriftsklasse A.

**GsB** Vinterdriftsklasse B.

**GsC** Vinterdriftsklasse C.

**GSV** Gang- og sykkelveg.

**NKA** Nytte- kostnadsanalyse.

**SJA** Sikker jobbanalyse.

**SVV** Statens Vegvesen.

**TØI** Transportøkonomisk institutt.

**UU** Universell utforming.



## 2 Innledning - Problemstilling

### 2.1 Bakgrunn

Skaun kommune betaler årlig over 800 000 kroner for sikker skoleskyss til ti av sine skoleelever. Dette er en stor kostnad med tanke på kommunens størrelse og det er derfor ønskelig å utarbeide en Nytte- kostnadsanalyse (NKA) for utbygging av gang- og sykkelveger/snarveger i området rundt Venn i Skaun. Hensikten med utbyggingen er å redusere eller fjerne behovet for sikker skoleskyss til elevene. Dette er en fin mulighet til å løse et reelt problem som Skaun kommune har og lære mer om både prosjektering og samfunnsøkonomi.

Samtlige innfartsårer til Venn har en andel tungtrafikk på minst 25%, noe som er et usedvanlig høyt tall. Dette i kombinasjon med smale veger og liten vegskulder er grunn til at de kategoriseres som farlige skoleveger. På bakgrunn av dette er det i dag behov for sikker skoleskyss til 10 elever som bor i områdene Solstad og Rekstad rundt Venn sentrum.

Det prosjekteres to snarveger i området rundt Venn sentrum, hvor snarveg 1 går til Solstad i sør og snarveg 2 til Rekstad i nord-øst. Disse to snarvegene skal dekke behovet for sikker skoleveg for de ti elevene i områdene. Før disse snarvegene kan opparbeides må det inngås avtaler med grunneiere vedrørende eierforhold/leie og drift. Plasseringen av snarvegene er vist på figur 1.



Figur 1: Oversikt snarvegens plassering i forhold til Venn sentrum.

## 2.2 Problemstilling og avgrensing

Målet med oppgaven er å presentere en analyse hvor kostnaden av sikringsskyssordningen sammenlignes med kostnad for utbygging og vedlikehold av gang- og sykkelvegene samt de samfunnsøkonomiske fordelene ved en eventuell utbygging. Resultatet vil til slutt presenteres i en nytte- kostnadsbrøk som sier noe om hvor samfunnsøkonomisk lønnsomt prosjektet er. Analysen vil være med på å danne et beslutningsgrunnlag for Skaun kommune i forbindelse med avskaffingen av sikker skoleskyss.

Analysen tar ikke for seg de reduserte klimagassutslippene ved utviklingen av skoleskyssordningen. Opprinnelig var en gang- og sykkelveg mot Eggkleiva en del av prosjektet, men det ble bestemt at det ikke var behov for den da snarvegene dekker behovet for de 10 elevene som i dag er avhengig av sikringskyss.

Snarvegene vil bli omtalt som både gang- og sykkelveg og snarveg videre i oppgaven.

## 2.3 Disposisjon

Opgaven vil først presentere relevant teori for oppgaven og gi et grunnlag for resten av analysen. Etter teorien er presentert kommer metodekapittelet som viser hvordan analysen er utført og bygger videre på teorien. Dette kapittelet forklarer også hvordan data er samlet inn og hvilke avveininger som er tatt. Videre blir resultatet fra utregningene presentert, analysert og tolket.

I neste kapittel vil resultatene bli drøftet og diskutert. Her vil også de ikke prissatte virkningene fremlegges og diskuteres. Avslutningsvis vil det fremkomme en konklusjon hvor problemstillingen besvares. Konklusjonen vil ikke være et endelig svar på om prosjektet skal gjennomføres eller ikke, men gi Skaun kommune et så godt beslutningsgrunnlag som mulig.

## 3 Bakgrunn - Teoretisk Grunnlag

### 3.1 Drift og vedlikehold

Forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) av gang- og sykkelveg (GSV) skal sikre at strekningene og objektene beholder sin tiltenkte funksjon gjennom hele året og fungerer i henhold til prinsippene til Universell utforming (UU). FDV er nødvendig for å opprettholde gode forhold på anlegget som også bidrar til at det blir flere gående og syklende[9].

For trafikanter på hjul er underlaget vesentlig for fremkommeligheten, og det er derfor viktig at det er få ujevnheter, terskler og vanndammer på anlegget. Dette gjelder for alt med hjul, som sykkel, rullator, koffert, barnevogn eller lignende. Underlaget er også viktig for gående, spesielt for eldre og personer med gangvansker[9].

Opplevelsen av trygghet på anlegget er særlig viktig siden det skal brukes som skoleveg. Dårlig eller manglende belysning og vegetasjon som hindrer sikt bidrar til utrygghet som gjør at barn og eldre ikke bruker anlegget[9].

På vinterstid vil økt rullemotstand på grunn av snø eller issørpe påvirke framkommeligheten og valg av reisemiddel. Ved glatt vegbane kan flere syklist velge å sette bort sykkelen, mens gående får en mer strevsom og anspent tur. Glatt vegbane er den viktigste årsaken til fallulykker. De fleste fallulykkene skjer på normale vintersdager der det oppstår uforutsigbare glatte partier, derfor er det viktig å oppnå jevne friksjonsforhold for anleggene[9].

Det er god samfunnsøkonomi å se på planlegging og bygging av gang- og sykkelanlegg i sammenheng med FDV. Dimensjonering og utforming av anlegget er en viktig del for gjennomføringen av FDV. Et grep som kan tas i planprosessen er å inkludere personell med kunnskap om og ansvar for FDV[9].

#### 3.1.1 Vinterdriftsklasser

Vinterdrift deles inn i tre ulike klasser basert på parametre som anleggetsfunksjon, omfang av trafikanter, klimatiske forhold og kvaliteten på dekke. Informasjon om de nye vinterdriftsklassene er hentet fra kapittelet "Drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger" i "Lærebok Drift og vedlikehold av veger (Statens vegvesens rapport nr. 365)" og artikkel om "Nye krav til brøyting av gang- og sykkelarealer".[9][10]

##### 3.1.1.1 GsA

Høyeste vinterdriftsklasse for gang- og sykkelanlegg med bruk av salt som preventivt tiltak samt for å opprettholde og gjenopprette bar vei. Ved snøvær skal brøyting og/eller kosting

nyttes før salting for å oppnå bar vei. Sand benyttes kun når vær- og temperaturforhold innebærer at bar vei ikke kan oppnås med salting, brøyting og kosting.[9] Figur 2 viser Vinterdriftsklasse A (GsA).

#### Anbefalte kriterier for valg av vinterdriftsklasse [9]

- Hovednett for gang- og sykkeltrafikk
- Prioriterte strekninger i bymessige strøk med høy gang- og sykkeltrafikk
- Ferdselsareal hvor store deler av arealet eller strekingen har indikatorer som skal være bare hele året
- Mildt klima med vekslende værforhold gjennom hele vintersesongen
- God dekkekvalitet og tilstrekkelig bæreevne



Figur 2: Barvegsstandard GsA. Foto: Knut Opeide, Statens vegvesen[9]

### 3.1.1.2 GsB

En god vinterdriftsstandard for vinterføre. «Blandingsstandard» hvor det skal brukes sand som friksjonsforbedrende tiltak, men det tillates bruk av salt preventivt for å opprettholde bar vei og forhindre glatt vei forårsaket av rimfrost, fuktig eller våt veibane som fryser til is og lett snøfall. Så lenge det er snø-/isdekke på deler av veibanen, skal salt kun benyttes når dekketemperaturen er over  $-3^{\circ}\text{C}$ , ellers skal sand brukes som strømiddel[9].

#### Anbefalte kriterier for valg av vinterdriftsklasse [9]

- Hovednett for gang- og sykkeltrafikk
- Egnet til alle klima- og værforhold
- Byggherre har mulighet til å beskrive i kontrakt om salt kan, skal, eller ikke skal benyttes
- Kan brukes i områder hvor salt ikke tillates etter spesiell beskrivelse



Figur 3: Blandingsstandard GsB. Foto: Knut Opeide, Statens vegvesen[9]

### 3.1.1.3 GsC

"GsC er en ny vinterdriftsklasse som bruker sand som strømiddel, men med reduserte krav til friksjon, snødybde, syklistid på brøyting og strøing, jevnhet og tidsperiode disse



gjelder (kl. 06-21). I snøvær kan det samle seg opp litt mer snø, før det er forventet at brøytebilen tar det"[11]. Vinterdriftsklasse C (GsC) er en vinterdriftsklasse med lavere krav til brøyting og som bare bruker sand til friksjonsforbedring.

### Anbefalte kriterier for valg av vinterdriftsklasse [9]

- Øvrig ferdselsareal for gående og syklende
- Særlig egnet i områder med stabile og kalde vinterforhold
- Kan brukes i områder hvor salt ikke tillates etter spesiell beskrivelse

#### 3.1.2 Sikkerhet

For å sikre at gang og sykkelvegene er trygge å bruke må det gjøres noen tiltak. Noen av tiltakene som kan hjelpe med å øke sikkerheten kan være fartsdempende tiltak, skilting, belysning og god drift og vedlikehold. Tiltakene som er nevnt er de mest relevante tiltakene for dette prosjektet.

Det er allerede fartsdempende tiltak i Venn sentrum i form av fartshumper. I tillegg til dette tiltaket i sentrum kan det være lurt å skilte om barn og skole i området som gjør at trafikken blir oppmerksom på at det er barn i området. I sentrum må man også være flinke til å opprettholde god sikt ved fotgjengerovergangen. God vinterdrift er nødvendig for å gjøre det tryggere for både gående og syklende og bilister.

På selve gang og sykkelvegen er det viktig med belysning for på øke opplevelsen av trygghet samt å øke sikten for alle trafikanter som vil bruke strekningen. Siden gang og sykkelanleggene også kommer til å bli brukt av traktor vil det være viktig med god sikt der det skal være traktoroverganger, dette krever god FDV av strekningen. Det er også viktig med god friksjonsevne på begge strekningene og i sentrum for å unngå fallskader på vinterstid.

## 3.2 Overvannshåndtering

På grunn av faren for at grusveger kan gå i oppløsning ved snøsmelting og kraftig regnvær, er det viktig å sikre god avrenning med et tverrfall på minst 3%. Grusveger har også lav motstand mot erosjon og kan lett påvirkes av snørydding. God overvannshåndtering er derfor viktig for å unngå at grusvegen går i oppløsning[9].

For å beregne dimensjonerende vannføring brukes den rasjonelle metode[8]:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A \cdot kf$$

$Q$  = dimensjonerende vannføring (l/s)

$\phi$  = avrenningskoeffisienten

$i$  = nedbørintensitet (l/s·ha)

$A$  = areal av nedslagsfeltet i (ha)

$K_f$  = klimafaktor = 1,4

Gruppen har også et egenprodusert exceldokument som regner ut vannføring og hastighet i grøfta. Dette blir brukt for å finne konsentrasjonstid og nedbørsmengde, samt vurdering av dimensjonerende vannmengde i forhold til vannføring. Dette dokumentet vil bli lagt til som et vedlegg.

### 3.3 Universell utforming

UU er en strategi som brukes for at flest mulig skal kunne bruke transportsystemet vårt på en likestilt måte. På denne måten øker man likestillingen i bruken, og kvalitetene som legges inn i transportsystemene tilfaller flest mulig slik at flest mulig blir ivaretatt.



Figur 4: Illustrasjon av universelt utformet turveg. Fotograf Svein Grønvold. Scanpix.no[2]

For å kunne ivareta disse behovene er det viktig med nok kunnskap om hvilke hindringer transportsystemet kan skape for disse gruppene. Det er viktig å ta utgangspunkt i de

med størst behov, for å kunne dekke behovene til flest mulig. Dette går på blant annet lengder, bredder, stigning og lesbarhet i transportsystemet, og en vurdering må tas på hvor langt man skal strekke seg for å dekke disse behovene.

En person med nedsatt funksjonsevne vil ha tap av eller skade på en kroppsdel eller i en av kroppens funksjoner, men dette gjør ikke nødvendigvis personen funksjonshemmet. Dersom noe fører til redusert samfunnsmessig deltagelse, vil personen betraktes som funksjonshemmet. Dette oppstår når det er et stort avvik mellom individets forutsetninger og omgivelsens utforming eller krav til funksjon[4].

### 3.4 Om nytte-kostnadsanalysen

I en NKA skal det komme fram om et prosjekt er samfunnsøkonomisk lønnsomt eller ikke. Tiltaket vil være lønnsomt dersom løsningen har en positiv netto nåverdi, gitt de forutsetninger som er lagt til grunn ved beregningen. Prosjektets nytte summeres og deles på summen av kostnadene og det regnes ut en nytte- kostnadsbrøk. Alle verdier over 1 betyr at tiltaket er samfunnsøkonomisk lønnsomt.[6][14][1]

$$\text{Nytte- kostnadsbrøk} = \frac{\text{Nåverdien av nytte generert av prosjektet}}{\text{Nåverdien av kostnader knyttet til prosjektet}}$$

#### 3.4.1 De prissatte virkningene

NKA tar for seg virkningene gruppert etter hvilke aktører som berøres. I denne analysen vil aktørene være trafikanter og transportbrukere, det offentlige og samfunnet forøvrig[14].

##### 3.4.1.1 Trafikanter og transportbrukere

NKA vil ta for seg trafikanter og transportbrukere som inndeles etter reisemåte og reisehensikt. Reisemåtene er gående og syklende, mens reisehensikten vil være reise til/fra skole og fritidsreiser. Det vil nok forekomme reise til/fra arbeid for enkelte individer. Følgende virkninger i NKA beregnes for denne gruppen:

- Tidskostnader: Her menes verdsetting av tidsforbruket til trafikantene som beregnes etter antall personer som reiser og deres reisehensikter.
- Reduserte kostnader for sykefravær: Helsevirkninger for GSV-trafikk, i form av redusert sykdom og sykefravær/uførhet.
- Reduserte utrygghetskostnader på grunn av bedre GSV[6][14].



### 3.4.1.2 Det offentlige

Ved utbygging av GSV vil det være det offentlige som pådrar seg de største kostnadene. Tiltaket vil også kunne føre til en redusert kostnad eller økt inntekt for det offentlige, for eksempel ved avvikling av en dyr skoleskyssordning. De viktigste virkningene her vil være:[14]

- Investeringskostnader: Anleggskostnadene relatert til utbyggingen av GSV.
- Drift- og vedlikeholdskostnader: Summen av kostnadene for drift og vedlikehold av GSV.
- Reduserte kjøretøykostnader: Dette punktet står vanligvis under "[Trafikanter og transportbrukere](#)", men ettersom det er kommunen som står for transport til og fra skolen plasseres den under "Det offentlige".

### 3.4.1.3 Samfunnet

Samfunnet er en betegnelse som brukes om en generell aktørgruppe som blir påvirket av tiltaket gjennom ulykker. Skattekostnad vil også tilskrives denne gruppen.[14]

- Ulykker: Summen av kostnadene for materiell- og personskadeulykker. Ulykkene kategoriseres etter skadegrad og ulykkestype.
- Skattekostnad: Det regnes med en skattekostnad på 20 øre per krone. Skattekostnad beregnes av anleggskostnad og drift- og vedlikeholdskostnader.

### 3.4.2 Ikke prissatte virkninger

I tillegg til de prissatte virkningene er det viktig å gjøre en vurdering av de ikke prissatte virkningene i en fullstendig samfunnsøkonomisk analyse. Dette kan være virkninger for landskapsbilde/bybilde, nærmiljø og friluftsliv, naturmiljø, kulturmiljø og naturressurser. Dette er faktorer som mangler en god metodikk for verdsetting og virkning i kroner. Det er likevel viktig å presentere virkningene av de ikke prissatte konsekvensene for Skaun kommune, slik at man får et bedre beslutningsgrunnlag.[14]

### 3.4.3 Beregningsmetode

Statens Vegvesen (SVV) har i samarbeid med Transportøkonomisk institutt (TØI) utviklet en nyttekostnadsberegningsverktøy for gang- og sykkelanlegg knyttet til vinterdrift, belysning, opprettholding av vegdekkestandard og renhold. Kalkulatoren baserer seg på gjeldende

tilnærming og metodikk for nyttekostnadsanalyser fra SVV håndbok v712. Det benyttes derfor en 40 års analyseperiode i utregningen.[\[13\]](#)

#### **3.4.4 Om følsomhetsanalysen**

En følsomhetsanalyse viser hvordan prosjektets lønnsomhet påvirkes av endringer i prosjektetskostnader. Dette kan for eksempel være endring i byggekostnader, FDV-kostnader eller reduserte skysskostnader. En følsomhetsanalyse tester bare en variabel om gangen og vil derfor ikke vise hva som skjer hvis to forskjellige avvik skjer på en gang. Målet med følsomhetsanalysen er å se hvilken virkning avvikene har. Analysen vil ikke si noe om hvor sannsynlig det er for at et avvik inntreffer.

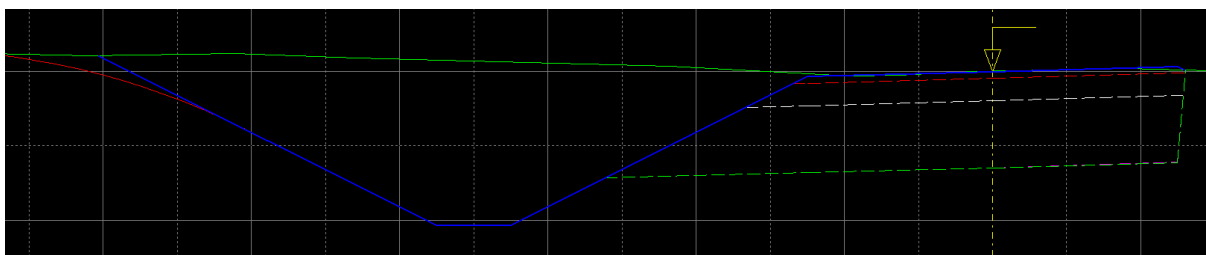
## 4 Metode - Fremgangsmåte

### 4.1 Litteratursøk

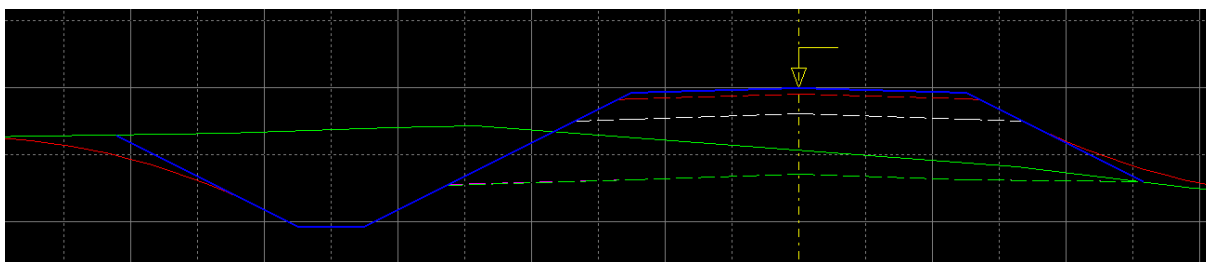
Hensikten med litteratursøket er å tilegne seg kunnskap som vil være relevant til oppgaven. Dette gjøres hovedsaklig ved å bruke nøkkelordene "nytte- kostnadsanalyse" og "drift- og vedlikehold" i søkemotoren Google Scholar. I tillegg til dette benyttes også håndbøker og kalkulatorer fra SVV samt forelesningsnotater fra aktuelle fag ved NTNU.

### 4.2 Vegprosjektering

Prosjekteringen av gang- og sykkelvegene ble gjort for å gi en visuell fremstilling av hvordan et slikt prosjekt kan se ut. Kartunderlag ble oversendt fra Skaun kommune og importert inn i Novapoint. AutoCAD ble brukt for å tegne inn horisontal- og vertikalkurvaturen til gang- og sykkelvegene, mens overbygning, vegbredde, tverrfall og grøft bestemmes i Novapoint. Figurene nedenfor viser tverrprofilene og overbygningen til snarvegene.



Figur 5: Utklipp fra Novapoint av tverrprofil for snarveg 1.



Figur 6: Utklipp fra Novapoint av tverrprofil for snarveg 2.

#### 4.2.1 Materialvalg og overbygning

Tabell 1 viser oppbyggingen av overbygningen for prosjektert GSV i analysen. Ifølge krav 3.74 i N200 skal dekketykkelsen til grusdekker være 5 cm. Materiale i grusdekket består

av Knust berg (Fk) eller Knust grus (Gk). Krav til korngradering er gitt i tabell 4.99 under krav 4.324 i N200. Ut ifra dette ble det valgt å bruke Gk 0/16 i grusdekket[12]. Vegfundamentet blir dimensjonert etter tabell 3.34 som er vist i krav 3.75 i Håndbok N200 fra Statens Vegvesen.

Vegfundamentet skal i følge tabell 3.34 i N200 være 50+10 cm tykt, og må på grunn av krav 3.77 i N200 splittes inn i bærelag og forsterkningslag siden fundamentet er tykkere enn 40 cm. Krav 3.77 sier videre: "Bærelaget skal ha en tykkelse på minimum 15 cm og bestå av Gk eller Fk i sorteringene 0/22 eller 0/32 mm." Derfor ble det valgt å prosjektere bærelaget med tykkelse 15 cm og Gk 0/22[12].

Siden bærelaget skal være 15 cm av vegfundamentet, det betyr at det gjenstår 45 cm til forsterkningslaget. Det brukes Gk 0/63 som forsterkningslag som skal oppfylle kravet til korngraderingen i tabell 4.20 under krav 4.95 i håndbok N200[12]. Tabell 1 viser prosjektert overbygning for begge snarvegene.

Tabell 1: Overbygning prosjektert for begge snarvegene.

Overbygningslag	Tykkelse	Materiale og sortering
Grusdekke	5 cm	Gk 0/16
Bærelag	15 cm	Gk 0/22
Forsterkningslag	45 cm	Gk 0/63

#### 4.2.2 Overvannshåndtering

Det ble utført overslagsberegninger for å se om grøftene har tilstrekkelig kapasitet. Beregningene er ikke helt nøyaktige og det bør utføres en detaljert beregning av overvannet og håndteringen av dette.

Overvannet fra snarvegene føres med selvføll nedover mot sentrum i åpen drenering og videre til elver med stikkrenner. I tabell 2.12 i håndbok N200 er det anbefalt å bruke åpen drenering[12], den åpne dreneringen består av dype sidegrøfter. Siden GSV ikke er frostsikret skal grøftebunnen skal ligge minst 0.35 m under forsterkningslaget. Ifølge krav 2.56 i N200[12] skal helningen på grøftekant utformes med 1:2 - 1:5, derfor blir det prosjektert med en helning på 1:2.

For å finne nedbørsintensitet er det brukt IVF-kurve fra målestasjon Saupstad, denne målestasjonen ble brukt siden det er den nærmeste målestasjonen. Det regnes med gjen-taksintervall = 10 år. Konsentrasjonstiden ( $T_k$ ) er regnet ut ved hjelp av tilrenningstiden ( $T_t$ ) og strømmingstid ( $T_s$ ) i grøftene. Tilrenningstiden antas og skal ikke være mindre enn 3 minutter, det blir derfor brukt en tilrenningstid på 3 minutter. Strømmingstiden

regnes ut ved hjelp av følgende formel:

$$T_s = \frac{L}{v}$$

For beregning av hastighet og kapasitet i grøftene brukes et egenprodusert exceldokument, dette exceldokumentet ligger vedlagt og følgende faktorer føres inn manuelt:

- Mannings tall
- Vanndybde
- Bunnbredde
- Fall
- Helning på grøfteskråning

#### 4.2.3 Sikkerhet på gang- og sykkelvegene

Det er allerede gjort noen fartsdempende tiltak i Venn i form av fartshumper. For å gjøre bilister mer oppmerksomme på barna kan det være lurt å sette opp skilt 142 Barn og underskilt 808.161 Skole i Venn sentrum. Disse tiltakene sammen med god FDV vil gjøre det trygt for barn å bevege seg rundt Venn oppvekstsenter og Venn sentrum.

Det er viktig med god sikt i områdene det skal bli traktorovergang for å unngå ulykker. På vinterstid er det viktig med belysning med tanke på både sikt og følelsen av trygghet på strekningen. God friksjonsevne bidrar til at det blir færre fallulykker og gjør det bedre for trafikanter å fare i området

#### 4.2.4 Universell utforming av gang- og sykkelvegene

Det finnes en rekke tiltak som kan settes i gang for å sikre at gang- og sykkelvegene blir universelt utformet, men det vil ikke være gjennomførbart å dekke alle menneskers behov. Flere av punktene nedenfor vil også bidra til økt trygghet blant de syklende og gående[4]. Blant tiltakene som anbefales i dette prosjektet er:

- Plassering av benker langs gang- og sykkelvegene.
- Ingen store nivåsprang/kanter.
- Belysning langs gang- og sykkelvegene.
- Opprettholdelse av god dekkfriksjon gjennom hele året.

Ved å plassere benker i jevne intervaller langs gang- og sykkelvegene har brukerne mulighet til å ta seg pauser, dersom de skulle ha behov for det. I tillegg til dette ligger "endene" på gang- og sykkelvegene en del høyere enn Venn sentrum, som kan føre til at benkene også kan fungere som plasser man kan ferdes for å nyte utsikten over nærområdet.

Gang- og sykkelvegene utformes med dekke av grus, som gjør at behovet for nivåsprang og kanter er minimalt. Dersom det skulle være behov for dette, vil disse utformes med kanthøyde  $\leq 2\text{cm}$  for å oppfylle krav til universell utforming[4].

Belysning av gang- og sykkelvegene er viktig for at brukerne skal oppleve det som sikkert å bruke vegen, både med tanke på trygghet og fremkommelighet. Det kan være hensiktsmessig å plassere lave lyktestolper langs gang- og sykkelvegene for å gjøre det lettere for svaksynte å ferdes der.

God vinterdrift vil være essensielt for å opprettholde høy nok dekkefriksjon gjennom vintermånedene. På grunn av dette er det valgt å bruke Vinterdriftsklasse B (GsB) på gang- og sykkelvegene, til tross for at denne standarden som regel brukes på noe mer trafikkerte gang- og sykkelveger. Sammen med jevnlig vedlikehold av vegdekket vil dette være med på å sikre god fremkommelighet og sikkerhet hele året.

På grunn av utfordrende terreng vil det ikke være mulig å prosjektere gang- og sykkelvegene med en stigning under 10%. Dersom kravet om universell utforming skal overholdes, må det gjøres betydelige inngrep i terrenget i form av store fyllinger og jordskjæringer. Dette ville medført høye kostnader og produsert ruvende konstruerte gang- og sykkelveger som skjærer gjennom jordene[4].

#### 4.2.5 Drift- og vedlikeholdskostnader

FDV skal gjøres med minst mulig ulempe for trafikanter og skal påvirke det ytre miljøet i minst mulig grad. Det er viktig at sikkerheten ivaretas under hele driftsgjennomføringen og det er derfor viktig at en instruks for gjennomføringen blir laget. En Sikker jobbanalyse (SJA) skal skrives, da det kan oppstå faremomenter i utførelsen som ikke er nevnt i instruksene.[3] FDV skal utføres i de tidene elevene ikke bruker skolevegen for å sikre god fremkommelighet og trygg skoleveg når elevene skal bruke anlegget.

##### 4.2.5.1 Opprettholde vegdekkestandard

På en GSV vil det vanligvis innebære asfaltering/reasfaltering av vegdekket for å opprettholde god vegdekkestandard, men på gang- og sykkelvegene i denne analysen vil vegdekket bestå av grus. [13] For grusdekke er det nødvendig å høvle og legge på et nytt lag med grus når det oppstår hull og ujevnheter i dekket. Ved utregning av nytte-kostnad for opprettholdelse av vegdekkestandard ble det regnet fra sjelden reasfaltering og lapping til middels hyppig (hvert 12. år) reasfaltering og tetting, ettersom det ikke var et

alternativ å regne ut nytte-kostnaden når man går fra ingen opprettholdelse til laveste nivå.

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 dekkefornytelse (80 kg/m <sup>2</sup> )	90	kr/m <sup>2</sup>	90	kr/m <sup>2</sup>	90	kr/m <sup>2</sup>
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
<b>SUM – investering og drift per år</b>	<b>19 785</b>	<b>kr</b>	<b>24 284</b>	<b>kr</b>	<b>42 984</b>	<b>kr</b>

Figur 7: Årlig kostnad for å opprettholde generell vegdekkestandard, inndelt etter ulike nivåer.[13]

#### 4.2.5.2 Vinterdrift

Vinterdriften på snarvegene vil omfatte standard vinterdrift med brøyting av snø og strøing med sand/grus, noe som tilsvarer GsB. På grunn av nærliggende jordbruksområder skal ikke vegdekket saltes, da dette kan ha skadelig effekt på omkringliggende jorder. Opetiden på vinterdriften skal ligge på omtrent 90%.[13][5]

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

Figur 8: Oversikt over de ulike vinterdriftskostnadene for GSV[13].

Figur 8 viser tre ulike nivåer av vinterdrift for gang- og sykkelvegene, hvor nivåene tilsvarer følgende vinterdriftsklasser:

$$GsA = \text{Høyeste nivå}$$

$$GsB = \text{Middels nivå}$$

Figur 8 viser forskjellige nivå i vinterdrift fra dokumentasjonen til GS-driftskalkulatoren fra TØI. Disse nivåene tilsvarer de gamle vinterdriftsklassene. Vinterdriftsklasse GsA som er omtalt som høyeste nivå i dokumentasjonen er uendret i de nye kravene. Vinterdriftsklasse GsB har blitt endret litt i de nye kravene om vinterdrift på gang- og sykkelarealer. I dette prosjektet skal det være "standard" brøyting og det skal bare brukes sand for friksjonsforbedring. På grunn av disse kravene som er satt til vinterdrift vurderer vi at å bruke kostnaden tilsvarende middels nivå videre i analysen er nøyaktig nok til å få et godt bilde av kostnadene av driften av GSV

#### 4.2.5.3 Belysning

For belysning langs GSV vil det settes opp lyspunkter med LED (lysdiode). Kostnaden er omtrent 10% høyere enn for HPS (natrium-høytrykkbelysning), men dette kan variere avhengig av strømpriser og kostnad for nye lyspærer/dioder. I denne analysen er det regnet med en strømpris på 0.85 kr/kwh inkl. nettleie.[13]

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
<b>SUM – investering og drift u/etablerings-kostnad, per år</b>	<b>0</b>	<b>kr</b>	<b>31 152</b>	<b>kr</b>	<b>40 323</b>	<b>kr</b>
<b>SUM – investering og drift m/etablerings-kostnad, per år</b>	<b>0</b>	<b>kr</b>	<b>91 780</b>	<b>kr</b>	<b>100 951</b>	<b>kr</b>

Figur 9: Kostnadsfordeling for etablering av belysning langs GSV[13].



### 4.3 Nytte- kostnadsanalyse

Følgende forutsetninger er gitt for beregning av nytte-kostnaden til de to prosjekterte gang- og sykkelvegene:

Tabell 2: Forutsetninger i beregningsopplegget

Forutsetninger	
Skyggepris offentlige midler	20 %
Diskonteringsrente	4 %
Vekstrate: Årlig vekst i trafikantnytte	1,30 %
Analyseperiode i år	40
Antall syklende per år	1000
Antall gående per år	3000
Pris per løpometer GSV i kr	5000

Tallene i tabell 2 er hentet fra arbeidsdokumentet "Kalkulator for nyttekostnadsberegninger av drifts- og vedlikeholdstiltak for gående og syklende" utgitt av TØI og fra rapporten "Gang- og sykkelvegnett i norske byer: Nytte- kostnadsanalyser inkludert helseeffekter og eksterne kostnader av motorisert vegtrafikk".<sup>[6][13]</sup>

#### 4.3.1 Nåværende situasjon

Det er i dag 10 elever i området rundt Venn i Skaun kommune som har behov for sikringsskyss. Av disse 10 bor 4 av elevene på Solstadsiden, mens 6 av dem bor på Rekstadsiden. Kostnadene per elev per tur er 227,74 kroner og det er omtrent 190 skoledager i året. Elevene blir kjørt både til og fra skolen.

Den årlige kostnaden for sikker skoleskyssordning blir da:

$$\begin{aligned}
 \text{Kostnad} &= 227.74 \text{ kr/tur} \cdot 190 \text{ dager/år} \cdot 2 \text{ turer/dag} \cdot 10 \text{ elever} \\
 \text{Kostnad} &= \underline{\underline{865412 \text{ kr/år}}}
 \end{aligned}$$

Skaun kommune betaler til sammen 865 412 kroner i året for sikringsskyss til 10 elever i Rekstad- og Solstadområdet rundt Venn. Denne kostnaden vil være med på å øke nytten av gang- og sykkelvegene i form av redusert kostnad for sikker skoleskyss. Tallene for sikker skoleskyssordning er hentet fra Skaun kommune.

### 4.3.2 Fremtidig situasjon

For å regne ut anleggskostnadene knyttet til bygging av gang- og sykkelvegene ble det i utgangspunktet valgt en kostnad på 7500 kr per løpometer. Dette er et gjennomsnitt gitt av SVV og er gjeldende for gang- og sykkelveger med asfalterte dekker, men ettersom gang- og sykkelvegene i denne analysen skal dekket med grus ble det valgt en lavere anleggskostnad på 5000 kr per løpometer.[6]

Kostnader relatert til drift og vedlikehold regnes ut ved hjelp av [Statens vegvesen sin nyttekostnadskalkulator for gang- og sykkelveger](#) og er presentert for hver av snarvegene i tabell 3 og 5. Den samme kalkulatoren ble også brukt for å finne nytten fra driften- og vedlikeholdet, og resultatet er vist i tabell 4 og 6. Redusert kostnad for sikringsskyss bidrar til å øke nytteverdien på begge snarvegene.

#### Snarveg 1

For snarveg 1 er det regnet med et årlig antall gående og syklende på henholdsvis

$$\begin{aligned} \text{Anleggskostnad snarveg 1} &= 5000 \text{ kr/meter} \cdot 360 \text{ meter} \\ \text{Anleggskostnad snarveg 1} &= \underline{1800000 \text{ kr}} \end{aligned}$$

Tabell 3: Oversikt over alle drift- og vedlikeholdskostnader for snarveg 1 gjennom analyseperioden.

Tiltak	Nivå	Kostnad
Opprettholde vegdekkestandard	Lavest	kr 32 064
Vinterdrift	Middels	kr 263 640
Belysning - Investering og drift	Høyest	kr 707 616
<b>SUM</b>		<b>kr 1 003 320</b>

Tabell 4: Nytteverdien til de ulike tiltakene innen FDV gjennom hele analyseperioden for snarveg 1.

Tiltak	Nytteverdi
Vegdekkestandard	kr 63 540
Vinterdrift	kr 157 120
Belysning	kr 140 999
Redusert kostnad: Sikringsskyss	kr 6 829 298
<b>SUM</b>	<b>kr 7 190 957</b>

## Snarveg 2

$$\text{Anleggskostnad snarveg 2} = 5000 \text{ kr/meter} \cdot 539 \text{ meter}$$

$$\text{Anleggskostnad snarveg 2} = \underline{2695000kr}$$

Tabell 5: Oversikt over alle drift- og vedlikeholdskostnader for snarveg 2 gjennom analyseperioden.

Tiltak	Nivå	Kostnad
Opprettholde vegdekkestandard	Lavest	kr 48 007
Vinterdrift	Middels	kr 395 460
Belysning - Investering og drift	Høyest	kr 1 061 424
<b>SUM</b>		<b>kr 1 504 891</b>

Tabell 6: Nytteverdien fra de ulike tiltakene innen FDV gjennom hele analyseperioden.

Tiltak	Nytteverdi
Vegdekkestandard	kr 114 485
Vinterdrift	kr 293 786
Belysning	kr 253 035
Redusert kostnad: Sikringsskyss	kr 10 243 948
<b>SUM</b>	<b>kr 10 905 254</b>

### 4.3.3 Følsomhetsanalyse

I denne følsomhetsanalysen ble det valgt tre faktorer som skulle testes. Faktorene ble testet ved å øke og senke verdiene med 20% og regne ut nåverdien for med de nye verdiene for faktoren. De nye nåverdiene ble deretter sammenlignet med de originale nåverdiene for å se hvor stor effekt faktorene har på lønnsomheten.

Faktorer som blir testet i denne følsomhetsanalysen er:

- Anleggskostnader
- FDV-kostnader
- Reduserte skysskostnader

Det er 10 elever fordelt på de to grusvegene, der den ene grusvegen dekker 6 elever og den andre 4 elever. De reduserte skysskostnadene deles på de to grusvegene basert på antall elever som grusvegen dekker.

## 5 Bearbeiding og resultater

### 5.0.1 Overvannshåndtering

Tabell 7 viser beregnet dimensjonerende vannmengde ( $Q_{dim}$ ) og prosentandel vannføring i grøftene. Snarveg 2 er den lengste snarvegen, nesten 200m lengre enn snarveg 1, og har derfor noe større  $Q_{dim}$ . Vannføringen ved snarveg 2 er rundt 5% av den totale vannføringskapasiteten til grøfta, som betyr at begge grøftene mest sannsynlig vil tåle dager med unormalt mye nedbør.

Tabell 7: Utregning av dimensjonerende vannmengde.

	Snarveg 1	Snarveg 2
$T_t$	3.00 min	3.00 min
$T_s$	1.83 min	2.74 min
$T_k$	4.83 min	5.74 min
IVF-verdier	186.10 l/s*ha	178.45 l/s*ha
$Q_{dim}$	0.05 l/s	0.07 l/s
Vannføring	3.57%	5.14%

### 5.1 Nytte- kostnadsanalyse

I denne delen av analysen presenteres alle de prissatte virkningene for snarvegene i tabeller og det regnes til slutt ut en nytte- kostnadsbrøk for hver av dem. På denne måten kommer det tydelig frem hvilket prosjekt man bør gå for om det kun er mulig å gjennomføre ett av dem.

## Snarveg 1

Tabell 8: Nytte- kostnadsbrøk for bygging av snarveg 1.

Nytte- og kostnadskomponenter	NOK
<b>Nytte av snarveg 1</b>	
Sum nytte vegdekkestandard	63 540
Sum nytte vinterdrift	157 120
Sum nytte belysning	140 999
Redusert kostnad for skoleskyss	6 829 298
<b>SUM NYTTE</b>	<b>7 190 957</b>
<b>Kostnad snarveg 1</b>	
Anleggskostnader	1 800 000
Drift- og vedlikeholdskostnader	1 003 320
Skattekostnadsfaktor	560 664
<b>SUM KOSTNAD</b>	<b>3 363 984</b>
<b>Nytte- kostnadsbrøk</b>	<b>2.14</b>

## Snarveg 2

Tabell 9: Nytte- kostnadsbrøk for bygging av snarveg 2.

Nytte- og kostnadskomponenter	NOK
<b>Nytte av snarveg 2</b>	
Sum nytte vegdekkestandard	114 485
Sum nytte vinterdrift	293 786
Sum nytte belysning	253 035
Redusert kostnad for skoleskyss	10 243 948
SUM NYTTE	10 905 254
<b>Kostnad snarveg 2</b>	
Anleggskostnader	2 695 000
Drift- og vedlikeholdskostnader	1 504 891
Skattekostnadsfaktor	839 978
SUM KOSTNAD	5 039 869
<b>Nytte- kostnadsbrøk</b>	<b>2.16</b>

Tabellene ovenfor viser at snarveg 1 på Solstad-siden av Venn vil få en nytte- kostnadsbrøk på 2.14, mens snarveg 2 på Rekstad-siden vil få en marginalt større nytte- kostnadsbrøk på 2.16. Dette betyr at en utbygging av snarveg 2 vil gi en minimalt høyere samfunnsøkonomisk gevinst enn snarveg 1.

Tabell 10: Nytte- kostnadsbrøk ved bygging av begge snarvegene i området rundt Venn sentrum i Skaun kommune.

Nytte- og kostnadskomponenter	NOK
<b>Nytte av snarveger (Nåverdi)</b>	
Sum nytte FDV	1 022 965
Redusert kostnad for skoleskyss	17 073 246
<b>SUM NYTTE</b>	<b>18 096 211</b>
<b>Kostnad nye snarveger</b>	
Anleggskostnader	4 950 000
Drift- og vedlikeholdskostnader	2 508 211
Skattekostnadsfaktor	1 400 642
<b>SUM KOSTNAD</b>	<b>8 403 853</b>
<b>Nytte- kostnadsbrøk</b>	<b>2.15</b>

Skattekostnadsfaktor er definert i avsnittet "Samfunnet" som 20% av anleggskostnaden addert med drift- og vedlikeholdskostnadene.

For hver krone man bruker på bygging av begge snarvegene vil man få igjen 2.15 kr og utbyggingen vil dermed være samfunnsøkonomisk lønnsomt.

### 5.1.1 Følsomhetsanalyse

Følsomhetsanalysene viser at en endring i reduserte skysskostnader har størst innvirkning for lønnsomheten til begge snarvegene. Dette skyldes at disse reduserte kostnadene er relativt store i forhold til de andre kostnadene som analyseres. Følsomhetsanalysen viser også at dette prosjektet er avhengig av de reduserte skysskostnadene for å være samfunnsøkonomisk lønnsomme.

Følsomhetsanalysene for snarveg 1 og snarveg 2 presenteres i tabell 11 og 12. Her vises hvor mye de ulike faktorene påvirker nåverdien i prosjektet ved en økning eller reduksjon i pris på 20%. Redusert skysskostnad er det kommunen sparer i skysskostnader om de velger å bygge snarvegene og dette er oppgitt som kr/år i tabellene.

Snarveg 2 vil koste mer å bygge, men kommer til å bli mer lønnsom enn snarveg 1. Dette er på grunn av at de reduserte skysskostnadene er høyere siden snarveg 2 dekker 6 av 10 elever.



**Snarveg 1**

Tabell 11: Følsomhetsanalyse av snarveg 1

<b>Redusert skysskostnad</b>		<b>Nåverdi</b>
-20%	kr/år 276 032	kr 2 461 113
0	kr/år 345 040	kr 3 826 973
+20%	kr/år 414 048	kr 5 192 833
0 → -20%	- kr 69 008	- kr 1 365 860
0 → +20%	kr 69 008	kr 1 365 860
<b>Anleggskostnad</b>		<b>Nåverdi</b>
-20%	kr 1 440 000	kr 4 186 973
0	kr 1 800 000	kr 3 826 973
+20%	kr 2 160 000	kr 3 466 973
0 → -20%	- kr 360 000	kr 360 000
0 → +20%	kr 360 000	kr 360 000
<b>FDV</b>		<b>Nåverdi</b>
-20%	kr 802 656	kr 4 027 637
0	kr 1 003 320	kr 3 826 973
+20%	kr 1 203 984	kr 3 626 309
0 → -20%	- kr 200 664	kr 200 664
0 → +20%	kr 200 664	kr 200 664

**Snarveg 2**

Tabell 12: Følsomhetsanalyse av snarveg 2

<b>Redusert skysskostnad</b>		<b>Nåverdi</b>
-20%	kr/år 414 048	kr 3 816 595
0	kr/år 517 560	kr 5 865 385
+20%	kr/år 621 072	kr 7 914 175
0 → -20%	- kr 103 512	- kr 2 048 790
0 → +20%	kr 103 512	kr 2 048 790
<b>Anleggskostnad</b>		<b>Nåverdi</b>
-20%	kr 2 156 000	kr 6 404 385
0	kr 2 695 000	kr 5 865 385
+20%	kr 3 234 000	kr 5 326 385
0 → -20%	- kr 539 000	- kr 539 000
0 → +20%	kr 539 000	kr 539 000
<b>FDV</b>		<b>Nåverdi</b>
-20%	kr 1 203 913	kr 6 166 363
0	kr 1 504 891	kr 5 865 385
+20%	kr 1 805 869	kr 5 564 407
0 → -20%	- kr 300 978	- kr 300 978
0 → +20%	kr 300 978	kr 300 978

## 6 Drøfting

### 6.1 Drift og vedlikehold

I denne analysen er det brukt en blanding av drift- og vedlikeholds nivåer for gang- og sykkelvegene, hovedsakelig på grunn av snarvegenes utforming og brukere. Gang- og sykkelvegene skal fungere som enkle snarveger som kan erstatte dagens sikker skoleskysordning. På bakgrunn av dette vil det være behov for godt opplyste snarveger slik at brukerne føler seg trygge og en god vinterdrift som bidrar med å sikre fremkommelighet i vinterhalvåret. Opprettholdelse av vegdekkestandarden vil ikke kreve et like høyt drift- og vedlikeholdsnivå, ettersom overbygningen på snarvegene vil bestå av flere lag med ulik sortering av Gk.

I denne analysen er det regnet med en kostnad på omtrent 4500 kr/km/år, som tilsvarer å gå fra *Lav* → *Middels* nivå av opprettholdelse av vegdekkestandarden. Denne utregningen vil ikke gi helt korrekt verdi av nytten og kostaden for det reelle vedlikeholdet av snarvegene, men det gir et godt estimat av nytte- kostnaden for å opprettholde vegdekkestandarden. Statens vegvesen sin kalkulator ble brukt for å regne ut dette, men ettersom det ikke var et alternativ å regne ut nytte- kostnaden for *Ingen* → *Lav*, ble det bestemt å bruke *Lav* → *Middels*. Dette er en usikkerhet i analysen, men ettersom utgiften er relativt lav vil ikke en endring i kostnaden ha stor innvirkning på resultatet fremstilt i nytte- kostnadsbrøken.

Høsten 2022 publiseres endringer i SVV sine krav om vinterdrift. Endringene innebærer opprettelse av den nye vinterdriftsklassen GsC, GsB endres noe, mens GsA forblir uendret. GsA har ikke vært aktuell i dette prosjektet da det ikke er behov for barvegsstandard på disse gang- og sykkelvegene. Gruppen har valgt å ta utgangspunkt i GsB for gang- og sykkelvegene, da dette er en blandingsstandard med lavere friksjonskrav enn GsA og byggherre kan velge om det skal saltes eller ikke. Det anbefales å ikke bruke salt ettersom snarvegene plasseres i jordbruksområder som kan ta skade av saltet. Det er mulig at GsC er en god nok vinterdriftsklasse for gang- og sykkelvegene, men dette må vurderes nærmere ved en utbygging.

For utregning av FDV-kostnader har det, som nevnt tidligere, blitt brukt en GSV-driftskalkulator utarbeidet av SVV og TØI, hvor kostnadene for vinterdrift tilsvarer GsB-standarden, se 4.2.5.2. Dokumentasjon til kalkulatoren viser at det kun er tatt høyde for GsA og den gamle GsB-standarden. Det er derfor vanskelig å si hvor nøyaktig denne utgiften er, med tanke på de reelle kostnadene for den nye GsB-standarden som publiseres til høsten. Dette er en usikkerhet i NKA som testes i følsomhetsanalysen for å se konsekvensen av en økning eller reduksjon i kostnad.

### Overvannshåndtering

I 5.0.1 ble det presentert et overslag av nedbørsmengde og hvor stor prosentandel dette

var av vannføringskapasiteten til grøfta. Her ble det brukt nedbørsintensitetsverdier fra Saupstad da denne målestasjonen er den nærmeste i luftlinje. Problemet med å bruke denne målestasjonen for å finne ut nedbørsintensiteten i Venn er at målestasjonen er ganske langt unna og har i tillegg kvalitetsklasse 3 (Svært usikker). Verdiene som er brukt for å regne vannmengden er usikre, som betyr at vannmengden som er beregnet kan være større eller mindre.

Overvannshåndteringa er ikke fokuset av oppgaven og det er derfor ikke gjort en detaljert beregning, men det er uansett en faktor som man må tenke på i et prosjekt som dette.

Det er planlagt å lage traktorovergang noen steder på grusvegene som traktorene kan benytte seg av. Det blir da nødvendig å føre overvannet i grøftene gjennom traktorovergangene med rør.

## 6.2 Nytte- kostnadsanalyse

I denne nytte- kostnadsanalysen er det brukt kalkulatorer fra SVV i utregning av samtlige nytte- og kostnadsfaktorer, med unntak av redusert kostnad fra avviklet skoleskyssordning. Utregningen av denne faktoren ble utført i excel med parametrene oppgitt i kapittel 4.

Det er ikke regnet med kostnader for grunnoverflaten av arealene snarvegene skal plasseres på. Kommunen har mulighet til å skille ut tomter og kjøpe disse av grunneier, eller det kan utarbeides en tinglyst avtale om opparbeidelse og bruk av arealene. Dersom det blir avtalt å kjøpe eiendommen vil dette være en engangskostnad, som enkelt kan legges til i [nytte- kostnadsbrøken](#). Avtales det å leie arealene, må nåverdien av avtalen regnes ut på samme måte som den reduserte kostnaden for skoleskyss. Dette er kostnader som kommunen må ta høyde for når beslutningen skal tas.

Den største bidragsyteren til nytte- kostnadsbrøken er utvilsomt den reduserte kostnaden fra avviklingen av sikker skoleskyssordning. Hadde det ikke vært for denne eksisterende utgiften ville det ikke vært samfunnsøkonomisk lønnsomt å bygge noen av snarvegene. Det er sannsynlig at denne kostnaden vil holde seg relativt stabil, så usikkerheten rundt utgiften vil være lav. Opprettholdelse av vegdekkestandard bidrar som forventet med minst nytte og kostnad i analysen, og skyldes nok den lave kostnaden ved *Lav*  $\rightarrow$  *Middels* nivåøkning. Denne utgiften er mer usikker enn de andre, ettersom den reelle kostnaden mest sannsynlig vil bli ulik den brukt i analysen.

Analysen antar at samtlige elever vil ta i bruk snarvegene. Det er derfor viktig at det legges til rette for dette, ved å utbedre vegene som leder til snarvegene. På denne måten vil elevene kunne bevege seg trygt fra hjemmene sine og helt fram til skolen. Dersom elever ikke kan bevege seg trygt til snarvegene, vil nytten av snarvegene reduseres betraktelig.

I kapittel 4 er det oppgitt et årlig antall syklende og gående på henholdsvis 1000 og 3000 for begge snarvegene. Dette er et beskjedent estimat basert på antall skoleelever som vil

bruke snarvegene til og fra skolen. Det reelle antallet gående og syklende i løpet av et år vil sannsynligvis bli høyere enn antatt i analysen, noe som vil øke snarvegernes nytteverdi.

Resultatene i kapittel 5 viser at begge snarvegene vil bli samfunnsøkonomisk lønnsomme. Snarveg 1 viser en nytte- kostnadsbrøk på 2.14, mens snarveg 2 ligger på 2.16. Til tross for at snarveg 2 er lengre enn snarveg 1 vil det være mest samfunnsøkonomisk lønnsomt å velge snarveg 2, om man måtte valgt en over den andre. Dette er nok på grunn av de 6 elevene som bor på Rekstad- siden (snarveg 2), mot de 4 elevene på Solstad- sida (snarveg 1). Den reduserte kostnaden fra sikringsskyss er en stor faktor i nytte- kostnadsanalysen og på grunn av dette vil de 2 elevene i differanse utgjøre en betydelig forskjell.

I analysen er det estimert en anleggskostnad på 5000kr per løpemeter, basert på tall fra [TØI rapport 567/2002](#). Som en konsekvens av dette vil anleggskostnaden være en usikkerhet i analysen og en økning i kostnad kan ha en negativ effekt på nytte- kostnadsbrøken. Kostnadene for opparbeidelse av snarveg 1 kan bli billigere enn antatt i analysen, etter som det allerede eksisterer en slags tursti mellom jordene. For sikkerhets skyld er det antatt lik løpemeterpris for begge snarvegene i denne nytte- kostnadsanalysen.[6]

### 6.2.1 Følsomhetsanalyse

I følsomhetsanalysen blir anleggskostnader, FDV-kostnader og reduserte skysskostnader testet for å se hva slags innvirkning de har på lønnsomheten hvis de øker eller minker med 20%. Denne analysen viser bare hvordan lønnsomheten påvirkes hvis en av faktorene øker eller minker, den sier ikke noe om sannsynligheten for at hendelsen inntreffer. Analysen tar for seg en faktor om gangen og viser kun konsekvensen av endringen.

Følsomhetsanalysen viser at det er endring i reduserte skysskostnader som utgjør den største endringen av lønnsomheten i prosjektet. Dette er fordi denne posten er relativt stor i forhold til utgiftene knyttet til bygging og drift av gang- og sykkelanleggene. Dette er en avtale som kommunen har og det er derfor sannsynlig at denne posten ikke endrer seg drastisk. Antall elever som får nytte av gang- og sykkelvegene kan imidlertid endre seg gjennom årene, men det vil uansett være bruk for gang- og sykkelvegene i noen år fremover. I første omgang er dette en sikker innsparing, men det er en sjanse at om noen år kan denne innsparingen minskes på grunn av elever som starter på ungdomsskole eller flytter.

Endringer i anleggskostnader og FDV-kostnader har langt ifra like stor konsekvens som reduserte skysskostnader, men det er større sannsynlighet for at disse faktorerene endres. Begge faktorene er usikre, da det er brukt estimer ut ifra erfaringsbaserte priser, dette betyr at det er viktig å foreta en følsomhetsanalyse for å kunne se innvirkningene av potensielle endringer i anleggs- og FDV-kostnader. Det vil være viktig å inkludere grunneiere fra starten av prosjektet, og mulig få på plass en avtale om drift av snarvegene.

### 6.2.2 Ikke prissatte virkninger

Som nevnt i kapittel 3 er dette virkninger som mangler en god metodikk for verdsetting av virkningene i kroner og øre. Selve analysen har tatt for seg de fleste prissatte virkningene, men nedenfor presenteres også de "Ikke prissatte virkningene" for å gi Skaun kommune et så godt beslutningsgrunnlag som mulig.[14]

Det er ikke registrert noen kulturminner i nærheten av snarvegene og ettersom det ikke skal graves dypt er det liten sannsynlighet for å møte på begravde kulturminner. Dersom dette mot formodning skulle skje er det viktig å stanse arbeidet og varsle korrekte instanser så fort som mulig.

Enhver utbygging medfører en viss risiko for ødeleggelse av naturmangfoldet. Det må derfor vurderes om det er behov for en grundigere undersøkelse av området før en eventuell utbygging. Eksempelvis ble det i 2017 observert en gulspurv i Solstad-området ved snarveg 1. Dette er en sårbar fugleart som vanligvis hekker på bakken og vil derfor være veldig utsatt i jordbruksområder, hvor den paradoksalt trives godt[7].

Opparbeidelse av snarvegene kan gjøre det lettere for innbyggere i nærområde å bruke sin fritid i naturen. Snarvegene gjør det enklere å bevege seg fra en side av Venn til den andre, uten å måtte gå langs en fylkesveg med mye tungtrafikk. Et slikt tiltak kan øke både turlysten og turgleden til innbyggerne.

En utbygging av snarvegene, og følgelig avvikling av sikker skoleskyssordning, vil bidra til vesentlig positive miljøeffekter, i form av mindre bilkjøring både til/fra skole og diverse fritidsaktiviteter samt små handleturer. Dette er egentlig prissatte virkninger, men har ikke blitt hensyntatt i analysen og er derfor nevnt i dette avsnittet.

For at snarvegene skal bli helt universelt utformet må det utføres store endringer i terrenget. Snarveg 1 må få plassert fyllinger på flere meter mot nord, og jordskjæring mot sør. Dette vil være store inngrep i terrenget som krever at man tar i bruk store deler av jordbruksarealet. For å unngå forringelse av landskapsbildet og naturressurser anbefales det å ikke prosjektere snarvegene universelt utformet med tanke på stigning.

## 7 Konklusjon - Erfaring

Følsomhetsanalysen viser at det er endring i redusert skysskostnad som er den faktoren som har størst konsekvens, med stor margin, når det kommer til den samfunnsøkonomiske lønnsomheten. Etter en vurdering av følsomhetsanalysen kan man se at endringer i reduserte skysskostnader er mindre sannsynlig enn endringer i anleggskostnader og FDV-kostnader. Endringer i anleggskostnader og FDV-kostnader er nesten garantert til å skje, men disse endringene utgjør betydelig mindre enn reduserte skysskostnader og vil dermed ikke endre den samfunnsøkonomiske lønnsomheten i særlig stor grad. Det er viktig å påpeke at det bare er testet en faktor om gangen og i realiteten vil det mest sannsynlig bli endringer i flere faktorer om gangen, det er da sannsynlig at endringer kan påvirke i større grad i realiteten.

Nytte- kostnadsanalysen konkluderer med at utbyggingen av de to snarvegene prosjektert i denne analysen vil være samfunnsøkonomisk lønnsomt for Skaun kommune, ettersom de vil få igjen 2.15 kr for hver krone de investerer i utbyggingen.

## Referanser

- [1] Finansdepartementet. *Nytte-kostnadsanalyser - Prinsipper for lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor*. 006005-020014. Publisher: regjeringen.no. Sept. 16, 1997. URL: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-1997-27/id116359/> (visited on 04/27/2022).
- [2] Gro Grønliid and Guri Bente Hårberg. *Hva er universell utforming? - Helsefremmende arbeid (HS-HEA vg2) (LK06)* - NDLA. ndla.no. Sept. 15, 2017. URL: <https://ndla.no/subject:1:992c86f7-8cae-45ef-aab3-a40cdc5e99d9/topic:2:173266/topic:2:174875/resource:1:50254> (visited on 05/03/2022).
- [3] Dagfin Gryteselv, Bård Nonstad, and Kai Rune Lysbakken. *Opplæring i vinterdrift for operatører : Driftskontrakter med oppstart 2018*. 673. Accepted: 2018-09-07T12:18:10Z ISSN: 1893-1162 Journal Abbreviation: Textbook for Winter Maintenance Staff : Road Maintenance Contracts starting in 2018 Publication Title: 445. Statens vegvesen, July 2018. URL: <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2561504> (visited on 04/26/2022).
- [4] *Håndbok V129 - Universell utforming av veger og gater*. June 2014. URL: [https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v129-universell-utforming-av-veger-og-gater\\_2011.pdf](https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v129-universell-utforming-av-veger-og-gater_2011.pdf) (visited on 03/24/2022).
- [5] Jens Ove Kristiansen. *Frykter at matjorda blir ødelagt*. Nationen. July 30, 2010. URL: <https://www.nationen.no/article/frykter-at-matjorda-blir-odelagt/> (visited on 03/16/2022).
- [6] Kjartan Sælensminde. *Gang- og sykkelvegnett i norske byer*. Transportøkonomisk Institutt, 2002. URL: <https://www.toi.no/getfile.php/132388-1141026407/Publikasjoner/T%5C%C3%5C%98I%5C%20rapporter/2002/567-2002/sam-567-02.pdf> (visited on 03/08/2022).
- [7] Bård Gunnar Stokke. *Gulspurv*. In: *Store norske leksikon*. Dec. 21, 2021. URL: <http://snl.no/gulspurv> (visited on 05/02/2022).
- [8] *Vedlegg 5 - VA norm*. Mar. 2, 2020.
- [9] Statens Vegvesen. *Her finner du samlet kunnskap om drift og vedlikehold av gang- og sykkelvei*. URL: <https://www.vegvesen.no/fag/veg-og-gate/gang--og-sykkelanlegg/samlet-kunnskap/> (visited on 03/10/2022).
- [10] Statens Vegvesen. *Nye krav til brøyting av gang- og sykkelarealer*. Statens vegvesen. Jan. 19, 2022. URL: <https://www.vegvesen.no/om-oss/presse/aktuelt/2022/01/nye-krav-til-broyting-av-gang--og-sykkelarealer/> (visited on 03/25/2022).
- [11] Statens Vegvesen. *Nye krav til brøyting av gang- og sykkelarealer*. Statens vegvesen. Jan. 19, 2022. URL: <https://www.vegvesen.no/om-oss/presse/aktuelt/2022/01/nye-krav-til-broyting-av-gang--og-sykkelarealer/> (visited on 03/25/2022).



- [12] Statens Vegvesen. *Standards Viewer*. June 22, 2021. URL: <https://svv-cm-sv-apppublic-prod.azurewebsites.net/product/859924/nb#id-d483719c-1fbe-4aaa-82f0-01852d039f7f> (visited on 04/27/2022).
- [13] Knut Veisten et al. *Kalkulator for nyttekostnadsberegninger av drifts- og vedlikeholdstiltak for gående og syklende*. TØI. Sept. 21, 2021. URL: [https://www.toi.no/GS-driftskalkulator/Arbeidsdokument\\_51766\\_Gang-\\_og\\_sykkelskalkulator-f1fbcda01d6c050fed09af4ab2197770.pdf](https://www.toi.no/GS-driftskalkulator/Arbeidsdokument_51766_Gang-_og_sykkelskalkulator-f1fbcda01d6c050fed09af4ab2197770.pdf) (visited on 03/17/2022).
- [14] Morten Welde and Sigrid Bøckman. *Hva er nytten av nye veger? Viktige variabler i nytte- kostnadsanalysen*. Statens vegvesen. Jan. 10, 2008. URL: [https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/190139/Hva\\_er\\_nytten\\_av\\_nye\\_veger.pdf?sequence=1](https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/190139/Hva_er_nytten_av_nye_veger.pdf?sequence=1) (visited on 03/08/2022).

## 8 Vedleggsliste

### 8.1 Artikkel

### 8.2 Poster

### 8.3 Overvannshåndtering

### 8.4 Lønnsomhetsanalyse

### 8.5 Snarveg 1 plan og profil

### 8.6 Snarveg 2 plan og profil

### 8.7 Snarveger oversikt

### 8.8 Tverrprofil 7.86, snarveg 1

### 8.9 Tverrprofil 70, snarveg 2