

# Standardisering veiprofilene H3 og smal 4-felts vei

## Optimalisering av tekniske løsninger



# Arbeidsnotat

**VERSJON**  
 1.00

**DATO**  
 2019-09-17

---

**FORFATTER(E)**

Søren Underlien Jensen / Einar Rønnes

---

**OPPDRAKSGIVER**

Nye Veier AS

---

**OPPDRAKSGIVERS REF.**

Ordrenr. 12 000 899

Optimalisering av veiprofil

---

**PROSJEKTNR**

201804

---

**ANTALL SIDER EKSKL. VEDLEGG**

145

---

**SAMMENDRAG**

Nye Veier AS (NV) har engasjert NIRAS Norge AS med underleverandører Trafitec ApS fra Danmark og Rønnes Rådgivning as som rådgivere for å gjøre vurderinger knyttet til optimalisering av veiprofiler for 4-felts motorveier med fartsgrense 110 km/t. Dette gjelder dimensjoneringsklasse H3 i veinormal N100 Vei- og gateutforming samt mulig ny dimensjoneringsklasse for smalere 4-felts motorvei beregnet på lavere trafikkvolumer. Vurderingene er gjort for trafikkvolum ÅDT lik 15.000 og fartsgrense 110 km/t. For to optimaliserte profiler for smal 4-felts vei samt referansealternativ er det kjørt gjentakende beregninger for ÅDT i intervallet 10.000 - 60.000.

I rapporten vurderes marginale utbyggings-, ulykkes-, drifts- og vedlikeholdskostnader samt trafikanthytte for en lang rekke profiler. Det ses på en beregningsperiode på 75 år i tråd med føringer i NTP-arbeidet. Utbyggings- og vedlikeholdskostnader angis som prosjektkostnader. Ulykkeskostnader og trafikanthytte uttrykkes som samfunnskostnader. Alle kostnader uttrykkes i mill. kr pr. km.

I tillegg beregnes marginale utslipp av klimagasser uttrykt som CO<sub>2</sub>-ekvivalenter for både utbyggingsfasen og hele beregningsperioden. Basert på beregningene og kvalitative vurderinger gjøres anbefalinger for både H3 og smal 4-felts vei.

Det beregnes marginale utbyggings og vedlikeholdskostnader for hvert alternativ. Hensikten er å identifisere kostnadsforskjeller mellom alternativer mer enn totale kostnader. De viktigste kostnadsdriverne i modellen vil være:

- Planering/bru/tunnel
- Drenering
- Overbygning
- Oppbygging midtdeler
- Rekkverk og lys

Siden kostnader er avhengig av grunnforhold og topografi anvendes forskjellige «topografiprofiler» i kostnadsmodellen; lett, middels og tungt terreng, der høyder på skjæringer og fyllinger varierer. Fordeling jordskjæring/fjellskjæring/fylling/bru/tunnel og dermed overbygning for vei vil også variere mellom topografiprofilene.

Det beregnes vektet marginal løpemeterkostnad (investeringskostnad) for hhv. lett, middels og tungt terreng der andel tunnel og bru samt fordeling av fyllinger og jord- og fjellskjæringer påvirker denne. Når det er beregnet vektet løpemeterkostnad for de respektive topografiprofilene, gjøres en avsluttende vektning mellom hhv. lett, middels og tungt terreng og man ender opp med én marginal løpemeterkostnad pr. alternativ.

Det er i tillegg utført forenklete klimagassberegninger for alle profilalternativer. Klimagassberegningene er basert på livsløpstankegang og LCA-metodikk og er i tråd med metodikken og beregningsfaktorene benyttet i verktøy som klimamodulen i EFFEKT, VegLCA og NIRAS' tidligfaseverktøy. Mindre materialer og aktiviteter som anses å ha liten påvirkning på resultatene, er utelatt fra beregningene. Utslippsfaktoren for elektrisiteten forbrukt i driftsperioden er et antatt gjennomsnitt for norsk miks over en periode på 40 år i tråd med NS3720 «Metode for klimagassberegninger for bygninger». Transportavstanden for materialer er antatt å være lik for alle materialene og er satt til 400 km i tråd med VegLCA. Utslippsfaktorene for de ulike materialene dekker vugge til port, altså fra råvareuttak til et ferdig produkt i fabrikk, som tilsvarer A1-A3 i en EPD. Disse er basert på gjennomsnitt fra norske EPD'er eller Ecoinvent, og er i tråd med tidligere nevnte klimagassverktøy.

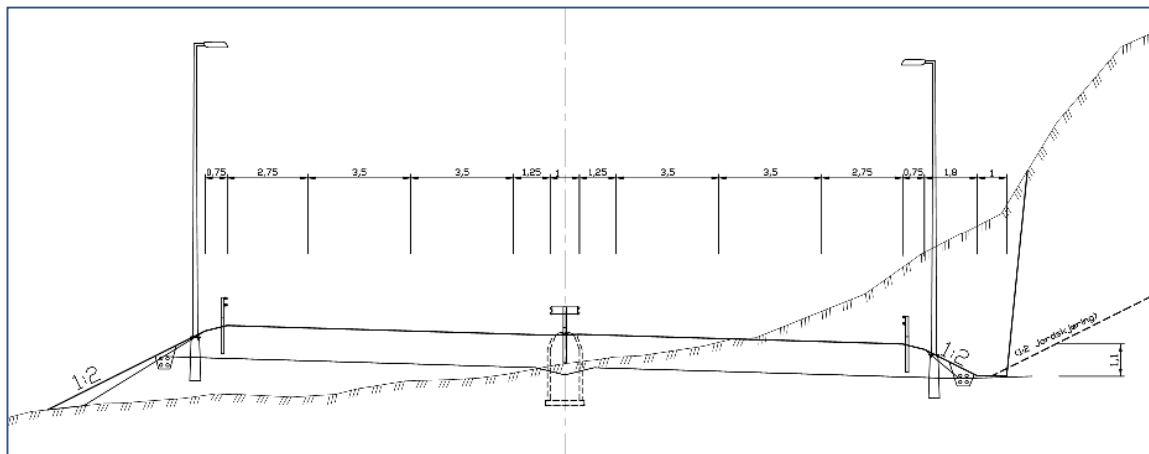
Som grunnlag for anbefaling av alternativer anvendes følgende vurderingskriter (vekt pr. kriterium i parentes) iht. Nye Veiers styringssystem:

- Trafikksikkerhet (4)
- Trafikantnytte (3)
- Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø (3)
- Ytre miljø (2)
- Utbyggings- og vedlikeholdskostnader (2)
- Driftskostnad (2)

### Anbefalinger

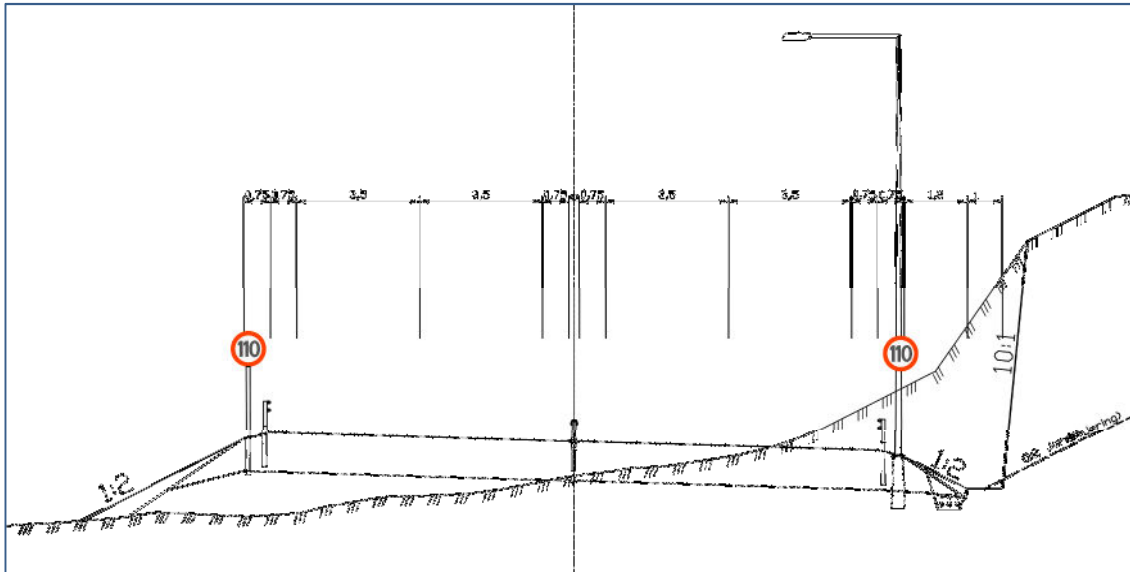
For H3-veier, som iht. N100 skal ha veibredde 23,0 m foreslås følgende optimaliserte profil:

- Veibredde 23,0 m
- Tosidig belysning
- 1 rekkverkslinje i midtdeler
- Midtdelerbredde 2,0 m (asfaltert)
- Bredde indre skulder 1,25 m, asfaltert
- Oppsamling av overvann i midtdeler
- Skilt i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 2,75 m asfaltert (2,0 m)
- Gjennomgående siderekverk begge sider
- Skråningstopp 0,75 m (1:4) bak siderekverk
- Åpen drenering i sidegrøfter: Indre grøfteskråning 1,80 m (1:2), bunn grøft 0,50 m
- Bredde bunn grøft øker i fjellskjæringer, avhengig av skjæringshøyde, for å ivareta krav til fanggrøft i veinormal N200
- Fyllingsskråning 1:2



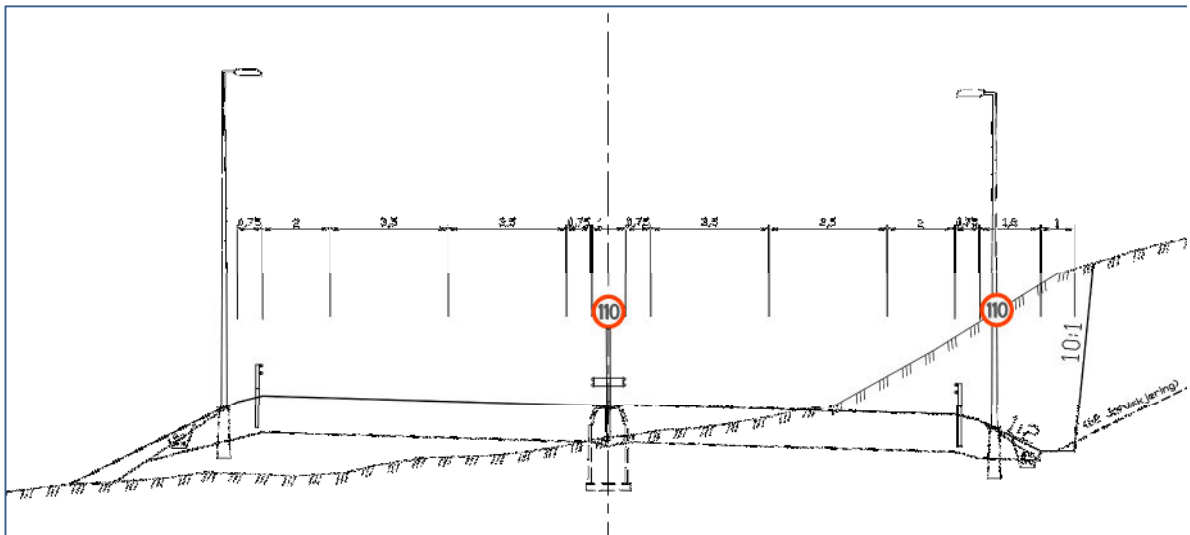
Som smal 4-felts motorvei med ÅDT under 15.000 foreslås følgende optimaliserte profil:

- Veibredde 17,3 m
- Sideplassert belysning, énsidig
- 1 rekkverkslinje i midtdeler
- Midtdelerbredde 0,3 m (asfaltert)
- Bredde indre skulder 0,75 m, asfaltert
- Ikke oppsamling av overvann i midtdeler
- Ikke skilt i midtdeler (krever regelendring i veinormal N300)
- Ytre skulderbredde (bru): 0,75 m asfaltert (0,75 m)
- Gjennomgående siderekverk begge sider
- Åpen drenering i begge sidegrøfter: Indre grøfteskråning 0,75 m (1:4) + 1,8 m (1:2), bunn grøft 0,50 m i jordskjæring, bredde bunn grøft i fjellskjæring styres bl.a. av krav til fanggrøft i veinormal N200
- Fyllingsskråning 0,75 m (1:4) + øvrig del (1:2)



Som smal 4-felts motorvei med ÅDT mellom 15.000 og 30.000 foreslås følgende optimaliserte profil:

- Veibredde 20,5 m
- Sideplassert belysning, tosidig (eller énsidig)
- 1 rekkverkslinjer i midtdeler
- Midtdelerbredde 1,0 m (asfaltert)
- Bredder indre skulder 0,75 m, asfaltert
- Oppsamling av overvann i midtdeler
- Skilt i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 2,00 m asfaltert (2,00 m)
- Gjennomgående siderekverk begge sider
- Åpen drenering i begge sidegrøfter: Indre grøfteskråning 0,75 m (1:4) + 1,8 m (1:2), bunn grøft 0,50 m i jordskjæring, bredde bunn grøft i fjellskjæring styres bl.a. av krav til fanggrøft i veinormal N200
- Fyllingsskråning 0,75 m (1:4) + øvrig del (1:2)



I beregningsmodellen blir referanseprofilen (tilnærmet H3-profil-22,5 m bredde) først lønnsomt ved trafikkmengder over 25.000 – 30.000.

---

**UTARBEIDET AV**

Søren Underlien Jensen /  
Einar Rønnes

**SIGNATUR**

---

**KONTROLLERT AV**

Søren Underlien Jensen

**SIGNATUR**

---

**GODKJENT AV**

Theis Tarp Rasmussen

**SIGNATUR**

---

**FILNAVN**

Rapport\_standardisering\_H3\_og\_smal\_4-felt.docx

## **Innholdsfortegnelse**

|       |                                                                                               |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Innledning .....                                                                              | 8  |
| 2     | Forespørsel fra Nye Veier AS .....                                                            | 9  |
| 2.1   | Oppdrag 1: Standardisering av veiprofilet for en firefelts motorvei (H3) .....                | 9  |
| 2.2   | Oppdrag 2: Standardisering av veiprofilet for en smal firefelts motorvei .....                | 9  |
| 2.3   | Kort om metodikk .....                                                                        | 9  |
| 3     | Metodebeskrivelse til vurdering av alternativer .....                                         | 11 |
| 3.1   | Opplegget fra Nye Veier AS .....                                                              | 11 |
| 3.2   | Mulige utfordringer ved vurderingsmetode .....                                                | 12 |
| 3.3   | Valg av vurderingsmetodikk .....                                                              | 12 |
| 3.4   | Mer om analysemetoder .....                                                                   | 13 |
| 3.4.1 | Investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader samt spart reisetidskostnad .....            | 13 |
| 3.4.2 | Drifts- og vedlikeholdskostnader .....                                                        | 17 |
| 3.4.3 | Miljøregnskap .....                                                                           | 18 |
| 4     | Alternativsvurderinger Standardisering av veiprofilet for normert 4-felts motorvei (H3) ..... | 19 |
| 4.1   | Belysning plassering .....                                                                    | 19 |
| 4.1.1 | Beskrivelse av alternativer .....                                                             | 19 |
| 4.1.2 | Vurdering .....                                                                               | 23 |
| 4.1.3 | Poenggiving .....                                                                             | 27 |
| 4.1.4 | Oppsummering .....                                                                            | 28 |
| 4.1.5 | Forslag til videre oppfølging .....                                                           | 28 |
| 4.2   | Midtrekkverk .....                                                                            | 29 |
| 4.2.1 | Beskrivelse av alternativer .....                                                             | 29 |
| 4.2.2 | Vurdering .....                                                                               | 34 |
| 4.2.3 | Poenggiving .....                                                                             | 40 |
| 4.2.4 | Oppsummering .....                                                                            | 41 |
| 4.2.5 | Forslag til videre oppfølging .....                                                           | 41 |
| 4.3   | Oppsamling overvann i midtdeler .....                                                         | 42 |
| 4.3.1 | Beskrivelse av alternativer .....                                                             | 42 |
| 4.3.2 | Vurdering .....                                                                               | 45 |
| 4.3.3 | Poenggiving .....                                                                             | 48 |
| 4.3.4 | Oppsummering .....                                                                            | 49 |
| 4.3.5 | Forslag til videre oppfølging .....                                                           | 49 |
| 4.4   | Kabelgrøft plassering .....                                                                   | 50 |

|       |                                                                                       |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.5   | Toppdekke i midtdeler.....                                                            | 51 |
| 4.5.1 | Beskrivelse av alternativer.....                                                      | 51 |
| 4.5.2 | Vurdering .....                                                                       | 53 |
| 4.5.3 | Poenggiving.....                                                                      | 56 |
| 4.5.4 | Oppsummering .....                                                                    | 56 |
| 4.5.5 | Forslag til videre oppfølging .....                                                   | 56 |
| 4.6   | Siderekkverk eller tilgivende sideterreng.....                                        | 57 |
| 4.6.1 | Beskrivelse av alternativer.....                                                      | 57 |
| 4.6.2 | Vurdering .....                                                                       | 60 |
| 4.6.3 | Poenggiving.....                                                                      | 63 |
| 4.6.4 | Oppsummering .....                                                                    | 63 |
| 4.6.5 | Forslag til videre oppfølging .....                                                   | 64 |
| 4.7   | Åpen eller lukket drenering i sidegrøfter .....                                       | 65 |
| 4.7.1 | Beskrivelse av alternativer.....                                                      | 65 |
| 4.7.2 | Vurdering .....                                                                       | 68 |
| 4.7.3 | Poenggiving.....                                                                      | 71 |
| 4.7.4 | Oppsummering .....                                                                    | 72 |
| 4.7.5 | Forslag til videre oppfølging .....                                                   | 72 |
| 4.8   | Optimalisering av H3-profil.....                                                      | 73 |
| 4.8.1 | Beskrivelse av alternativer.....                                                      | 73 |
| 4.8.2 | Vurdering .....                                                                       | 78 |
| 4.8.3 | Poenggiving.....                                                                      | 82 |
| 4.8.4 | Oppsummering .....                                                                    | 83 |
| 4.8.5 | Forslag til videre oppfølging .....                                                   | 83 |
| 5     | Alternativsvurderinger Standardisering av veiprofilet for smal 4-felts motorvei ..... | 84 |
| 5.1   | Belysning plassering.....                                                             | 84 |
| 5.1.1 | Beskrivelse av alternativer.....                                                      | 84 |
| 5.1.2 | Vurdering .....                                                                       | 89 |
| 5.1.3 | Poenggiving.....                                                                      | 94 |
| 5.1.4 | Oppsummering .....                                                                    | 95 |
| 5.1.5 | Forslag til videre oppfølging .....                                                   | 95 |
| 5.2   | Bredde av midtdeler .....                                                             | 96 |
| 5.2.1 | Beskrivelse av alternativer.....                                                      | 96 |
| 5.2.2 | Vurdering .....                                                                       | 99 |

|        |                                                      |     |
|--------|------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.3  | Poenggiving.....                                     | 103 |
| 5.2.4  | Oppsummering .....                                   | 104 |
| 5.2.5  | Forslag til videre oppfølging .....                  | 104 |
| 5.3    | Midtrekkverk .....                                   | 105 |
| 5.4    | Oppsamling overvann i midtdeler .....                | 106 |
| 5.5    | Kabelgrøft plassering .....                          | 107 |
| 5.6    | Toppdekke i midtdeler.....                           | 108 |
| 5.7    | Skilt i midtdeler.....                               | 109 |
| 5.7.1  | Beskrivelse av alternativer.....                     | 109 |
| 5.7.2  | Vurdering .....                                      | 110 |
| 5.7.3  | Poenggiving.....                                     | 111 |
| 5.7.4  | Oppsummering .....                                   | 111 |
| 5.7.5  | Forslag til videre oppfølging .....                  | 111 |
| 5.8    | Bredde av ytre skulder.....                          | 112 |
| 5.8.1  | Beskrivelse av alternativer.....                     | 112 |
| 5.8.2  | Vurdering .....                                      | 114 |
| 5.8.3  | Poenggiving.....                                     | 120 |
| 5.8.4  | Oppsummering .....                                   | 121 |
| 5.8.5  | Forslag til videre oppfølging .....                  | 122 |
| 5.9    | Siderekkverk eller tilgivende sideterreng .....      | 123 |
| 5.10   | Åpen eller lukket drenering i sidegrøfter .....      | 124 |
| 5.11   | Optimalisering av smalt 4-felts profil .....         | 126 |
| 5.11.1 | Beskrivelse av alternativer.....                     | 126 |
| 5.11.2 | Vurdering .....                                      | 130 |
| 5.11.3 | Poenggiving.....                                     | 134 |
| 5.11.4 | Oppsummering .....                                   | 135 |
| 5.11.5 | Følsomhet for variasjoner i trafikkvolum (ÅDT) ..... | 136 |



## **1 Innledning**

Nye Veier AS (NV) har engasjert NIRAS Norge AS med underleverandører Trafitec ApS fra Danmark og Rønnes Rådgivning as som rådgivere for å gjøre vurderinger knyttet til optimalisering av veiprofiler.

Det pågår to parallelle aktiviteter som omhandler veiprofilet. Den første aktiviteten omhandler standardisering av veiprofilet for en firefelts motorvei (dimensjoneringsklasse H3). Her fokuseres det spesielt på plassering av utstyr som lysmaster, rekkverk, drenering osv., samt utforming av sideterreng. Bør dette standardiseres på Nye Veiers strekninger, og hvordan bør det i så fall standardiseres?

Den andre aktiviteten er et oppdrag for å se detaljert på design av på en smal firefelts vei, i første omgang innrettet mot prosjektet E6 Ulsberg-Vindåslie.

Dette notatet omhandler rådgivers vurderinger i disse spørsmålene.

## **2 Forespørsel fra Nye Veier AS**

### **Det var definert 2 deloppdrag i forespørselen**

- Oppdrag 1: Standardisering av veiprofilet for en firefelts motorvei, H3
- Oppdrag 2: Se videre på en smal firefelts vei for strekningen E6 Ulsberg-Vindåsliene

#### **2.1 Oppdrag 1: Standardisering av veiprofilet for en firefelts motorvei (H3)**

Det skal ifølge oppdragsbeskrivelsen fokuseres spesielt på plassering av utstyr som lysstolper, rekkverk, drenering osv., samt utforming av sideterreng. Bør dette standardiseres på Nye Veiers strekninger, og hvordan bør det i så fall standardiseres?

Følgene detaljer bør inngå i vurderinger knyttet til forslag til standardisering av dimensjoneringsklasse H3 i Håndbok N100:

- a. Drenering
- b. Belysning,
- c. Skiltplassering
- d. Rekkverk
- e. Grøft
- f. Sideterreng
- g. Overgangsbruer, plassering av søyler og landkar

#### **2.2 Oppdrag 2: Standardisering av veiprofilet for en smal firefelts motorvei**

Det foreligger pr. i dag ingen dimensjoneringsklasse for smal 4-felts vei i veinormalene. Det foreslås en generell standard for smal 4-felts vei.

Her bes det om at følgende vurderes:

- a. Midtdeler, bredde og utforming
- b. Ytre skulder, bredde og utforming
- c. Drenering
- d. Belysning
- e. Skiltplassering
- f. Rekkverk
- g. Grøft
- h. Sideterreng
- i. Overgangsbruer, plassering av søyler og landkar

#### **2.3 Kort om metodikk**

NV har satt følgende krav til metodikk som leder fram til anbefalte normalprofiler med beskrevne detaljer for hhv. H3 og smal 4-felt:

- Alternative løsninger skal sammenlignes

- Nye Veiers mal for beslutningsunderlag skal benyttes.
- Følgende tema skal inngå i vurderingene som leder fram til anbefalinger:
  - Trafikksikkerhet skal vurderes
  - Kostnadsvurderinger i både bygge- og driftsfase
  - Klimavurderinger i både bygge- og driftsfase
  - YM - Ytre Miljø skal vurderes
  - SHA - Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø skal vurderes
  - Trafikantnytte skal vurderes

Det henvises til kapittel 3 for nærmere beskrivelse av forslag til metode.

### 3 Metodebeskrivelse til vurdering av alternativer

#### 3.1 Opplegget fra Nye Veier AS

For å skille løsninger og finne foretrukket alternativ brukes vurderingskriterier som gis poeng med forskjellig prioritet/vekt iht. tabell nedenfor.

| Vurderingskriterier                       | Vekting | Poeng                             |
|-------------------------------------------|---------|-----------------------------------|
| Trafikksikkerhet (TS)                     | 4       | 0-3, 3 gir høyest TS              |
| Trafikantnytte (TN)                       | 3       | 0-3, 3 gir høyest trafikantnytte  |
| Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø (SHA)    | 3       | 0-3, 3 er best på SHA             |
| Ytre miljø (YM)                           | 2       | 0-3, 3 gir lavest miljøpåvirkning |
| Utbyggings- og vedlikeholdskostnader (UK) | 2       | 0-3, 3 gir lavest kostnad         |
| Driftskostnad (DK)                        | 2       | 0-3, 3 gir lavest kostnad         |

Tabell 1 – oversikt over vurderingskriterier

#### Definisjoner:

TS: Trafikksikker vei – null-mål for alvorlige skader og drepte

TN: Høyest mulig utnyttelse av veianlegget – både oppetid og brukeropplevelse

YM: Lavest mulig miljøpåvirkning i utbyggings- og driftsfase

SHA: Best SHA for utførende personell i utbyggings- og driftsfase

UK: Vurdering av en løsnings påvirkning for utbyggings- og vedlikeholdskostnadene

DK: Vurdering av en løsnings påvirkning på kostnader i driftsfasen

#### Poenggiving:

N/A - Dersom ett eller flere kriterier ikke er relevant for aktuell problemstilling

0 - Dersom en løsning vurderes som diskvalifisert/ubrukelig.

1 – En dårligere løsning

2 – En nøytral løsning

3 – En bedre løsning

Høyest poeng i sammenligningen antyder foretrukket løsning.

### 3.2 Mulige utfordringer ved vurderingsmetode

En grunnleggende utfordring i oppstilling av en «marginal vurderingsmetode» er at valget/vurderingen av et alternativ om et forhold, f.eks. belysning kan påvirke valget/vurderingen av et annet alternativ om et annet forhold, eksempelvis antall rekkverkslinjer i midtdeler. Det viktige begrepet «alt annet likt», som er et sentralt utgangspunkt i en marginal vurdering, er dermed utfordringen her.

Oppgaven her går reelt ut på at finne standarder for utforming av **midten av veien** inklusiv indre skuldrer, midtdeler, rekkverk, belysning, drenering, skilt, kabelgrøft, mv., og standarder for utforming av **veisider** inklusiv ytre skuldrer, rekkverk, belysning, sideterreng, drenering, mv. Det er dermed adskillige forhold, som påvirker hverandre.

Her ønskes en poenggivning med en gitt vektning av forskjellige vurderingskriterier. Da valg av alternativ for et forhold skal kombineres med valg av alternativ for et annet forhold, er det viktig, at poeng kan kombineres. Poeng må derfor gis med noenlunde samme absolutte betydning på tvers av forholdene (midtdeler, rekkverk, belysning, mv.), så forskjellige kombinasjoner av forhold kan vurderes opp mot hverandre. For øvrig er det viktig, at poeng gis hensiktsmessig på tvers av vurderingskriterier.

Alternativt må det ved siden av poeng opereres med den absolutte betydning, som alternativet har fx x,x m bred midtdeler er xx % sikrere enn y,y m bred midtdeler og x,x m bred midtdeler koster xx.xxx NOK i driftskostnad pr. år, mens y,y m bred midtdeler koster yy.yyy NOK i driftskostnad pr. år. Derved kan forholdene kombineres – og forskjellige kombinasjoner av forhold kan vurderes opp mot hverandre.

Problemet er å klassifisere alternativer på poengskalaen. Et konkret problem er, hva er «En nøytral løsning»? Er det den eksisterende gjennomsnittlige standarden ute på veiene? Et annet konkret problem er, hvor mye bedre er «En bedre løsning» enn «En nøytral løsning».

For øvrig er det viktig, at poeng gis hensiktsmessig på tvers av vurderingskriterier, og har en rimelig ensartet «verdi» gitt den aktuelle vektingen.

### 3.3 Valg av vurderingsmetodikk

«En nøytral løsning» settes til å være den «eksisterende gjennomsnittlige utforming på veiene».

Den absolutte betydning av et alternativ beskrives så detaljert som mulig for alle vurderingskriterier.

Et poeng settes til følgende verdi for vurderingskriteriene:

- For trafiksikkerhet (TS) tilsvarer et poeng ca. 2 % sikkerhet.
- For trafikantnytte (TN) tilsvarer et poeng ca. 24 timers stenging pr. år av ett kjørefelt eller en endring på 0,5 km/t i reisehastighet. Endringer i veiestetikk og andre brukeropplevelser kan påvirke hva et poeng er verd med hensyn til stengning av kjørefelt og endret reisehastighet.
- For sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø (SHA) tilsvarer et poeng 25 % bedre eller dårligere sikkerhet for utførende personell. Endringer i helse eller arbeidsmiljø kan påvirke hva et

poeng er verdt med hensyn til sikkerhet for personell. Det bemerkes at SHA er krevende å vurdere på et generelt grunnlag.

- For ytre miljø (YM) tilsvarer et poeng 10 tonn CO<sub>2</sub> per km per år. CO<sub>2</sub> ved utbygging fordeles over levetid f.eks. 40 år. Verdien av CO<sub>2</sub> er her satt høyt, og det skyldes en høy fokus for å redusere CO<sub>2</sub>-utslipp. (I transportsektoren i Norge i dag brukes rundt 1.000-2.500 kroner for at unngå utslipp av 1 tonn CO<sub>2</sub>).
- For Utbyggings- og vedlikeholdskostnader (UK) tilsvarer et poeng 500.000 kr pr. km.
- For driftskostnad (DK) tilsvarer et poeng 30.000 NOK per km.

0 poeng gis dersom en løsning er betydelig dårligere, f.eks. 10 % dårligere trafiksikkerhet, eller eventuelt vurderes som diskvalifisert/ ubrukelig.

Ved valg av denne vurderingsmetoden vil alternativer for flere forhold sannsynligvis ikke gi stor forskjell i antall poeng. Eksempelvis vil «plassering av kabelgrøft» neppe påvirke antallet av poeng vesentligst, og det er dermed for slikt et forhold særlig viktig å angi den absolutte betydning, så man får mere tilstrekkelig grunnlag for å kunne ta beslutning om standardisering.

### 3.4 Mer om analysemetoder

#### 3.4.1 *Investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader samt spart reisetidskostnad*

##### **Investeringskostnader**

Det beregnes marginale anleggskostnader (som prosjektkostnader) for hvert alternativ. Hensikten er å identifisere kostnadsforskjeller mellom alternativer mer enn totale kostnader. De viktigste kostnadsdriverne i modellen vil være:

- Planering/bru/tunnel
- Drenering
- Overbygning
- Oppbygging midtdeler
- Rekkverk og lys

Siden kostnader er avhengig av grunnforhold og topografi anvendes forskjellige «topografiprofiler» i kostnadsmodellen; lett, middels og tungt terreng, der høyder på skjæringer og fyllinger varierer. Fordeling jordskjæring/fjellskjæring/fylling/bru/tunnel og dermed overbygning for vei vil også variere mellom topografiprofilene.

Det beregnes vektet marginal løpemeterkostnad (investeringskostnad) for hhv. lett, middels og tungt terreng der andel tunnel og bru samt fordeling av fyllinger og jord- og fjellskjæringer påvirker denne. Når det er beregnet vektet løpemeterkostnad for de respektive topografiprofilene, gjøres en avsluttende vektning mellom hhv. lett, middels og tungt terreng og man ender opp med én marginal løpemeterkostnad pr. alternativ.

I mange tilfeller der man eksempelvis vurderer plassering av veibelysning, vil man se at valg her isolert sett utgjør veldig lite på en total vektet løpemeterkostnad. Sammensatte profiler der man

kombinerer forskjellige løsninger som bredder, antall rekkverkslinjer, type drenering osv. kan imidlertid gi betydelige utslag.

#### ***Vedlikeholdskostnader***

Marginale vedlikeholdskostnader pr. løpemeter er også innarbeidet i modellen der beregningsperiode (75 år), levetid på det enkelte element og hvor stor andel av elementet som byttes ut pr. vedlikeholdssyklus inngår som parametere.

#### ***Ulykkeskostnader***

I tillegg beregnes marginale ulykkeskostnader pr. løpemeter pr. alternativ. Først fastsettes prosentvis marginal ulykkeskostnad pr. alternativ. Kombinert med valgt analyseperiode (75 år) og ÅDT (15.000) beregnes ulykkeskostnad pr. løpemeter. Utgangspunktet er en ulykkeskostnad for nøytral løsning på 0,14 NOK pr. kjørt km, hvilket svarer til 750.000 NOK pr. år pr. km ved en ÅDT på 15.000.

#### ***Spart reisetidskostnad***

I tillegg beregnes spart reisetidskostnad pr. løpemeter pr. alternativ. Den marginale påvirkning som alternativet har på gjennomsnittlig reisehastighet i forhold til en nøytral løsning fastlegges. Kombinert med valgt analyseperiode (75 år) og ÅDT (15.000) beregnes spart reisetidskostnad pr. løpemeter. Utgangspunktet er en reisehastighet for nøytral løsning på 107 km/t og en tidsverdi på 130 NOK pr. time. En økning av gjennomsnittlig reisehastighet med 1 km/t vil spare reisende for 61.600 NOK pr. km vei pr. år.»

Tidsverdi er funnet på følgende måte:

Tidsverdi for bilførere ved reiser under 70 km var i år 2009 på 85 NOK pr. time mens tilsvarende tidsverdi for reiser over 70 km var på 171 NOK pr. time (TØI rapport 1389/2015). Det antas at 30 % av kjøretøyer på motorvei utfører en reise over 70 km. Det antas videre at tidsverdi følger utvikling i BNI pr. innbygger. Vi får derved en tidsverdi i 2019 på:  $(85 \times 0,7 + 171 \times 0,3) \times 1,17 = 130$  NOK pr. time.

#### ***Summering av kostnader***

På denne måten kan vektete marginale investerings-, vedlikeholds-, ulykkes- og reisetidskostnader summeres pr. alternativ og gi et beslutningsgrunnlag. Her ses det bort fra neddiskontering av fremtidige effekter og utvikling i vedlikeholds-, ulykkes- og reisetidskostnader. Summerte kostnader gir dermed ikke eksakte tallverdier, men vurderes likevel å være et godt egnet virkemiddel til å velge et optimalt veiprofil.

#### ***Beregning av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter***

Omtale av klimagassberegninger er gitt i kapittel 3.4.3. Det er beregnet utslipp som tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. enhet (volum) og pr. km for alle kostnadselementer. Disse verdiene inngår også i regnemodellen slik at det beregnes marginale utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter for hvert enkelt profilalternativ for hhv. bygging og vedlikeholdsfase.

### **Prisbank**

Regnemodellen inneholder et eget 'Prisbank-ark' der diverse kostnader og andre sentrale parametere fastsettes. Endringer i dette arket påvirker beregningsresultatene i alle alternativ.

Følgende input gis i Prisbank-arket :

- Enhetskostnader for bygging (entreprisekostnad ekskl. rigg og mva)
- Påslag for rigg, mva og byggherrekostnader
- Levetid pr. element
- Andel av elementet som byttes ut pr. vedlikeholdssyklus
- Fordeling jord- og fjellskjæring, fylling, bru i linja og tunnel pr. topografiprofil
- Høyde på skjæringer og fyllinger pr. topografiprofil
- Fordeling mellom topografiprofiler, dvs. fordeling mellom hhv. lett, middels og tungt terreng
- Tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. enhet (volum) og pr. km
- Ulykkeskostnad pr. kjøretøy, kilometer og år
- Reisetidskostnad pr. kjøretøy pr. time
- ÅDT
- Beregningsperiode

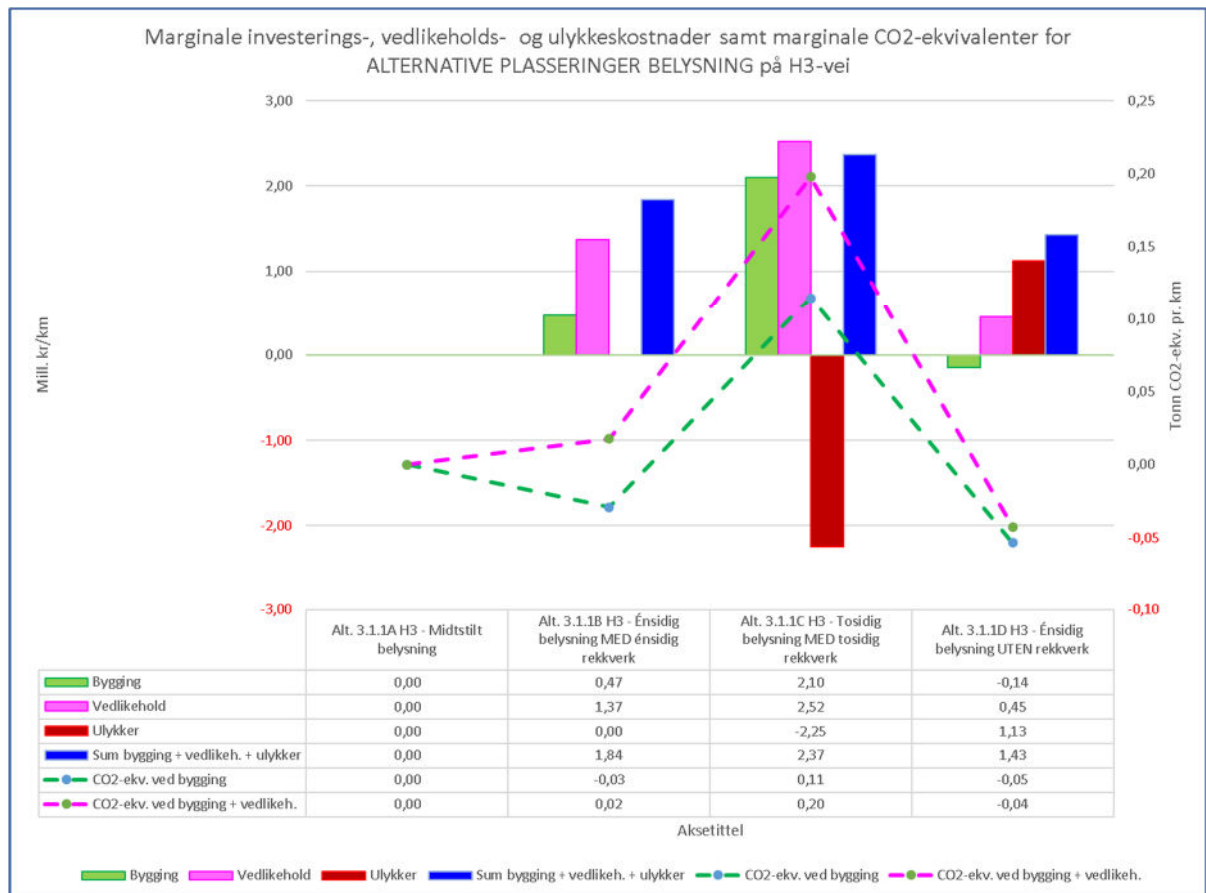
### **Beregningsresultater**

Eksempel på beregningsresultater er gitt i Figur 1. Her fremstilles marginale bygge-, investerings- og ulykkeskostnader (mill. kr/km) som differanser i forhold til alternativ A grafisk. Figuren viser også en blå søyle der bygge-, investerings- og ulykkeskostnader er summert. I eksemplet er der ikke forskjeller på reisetidskostnader og de er derfor ikke vist

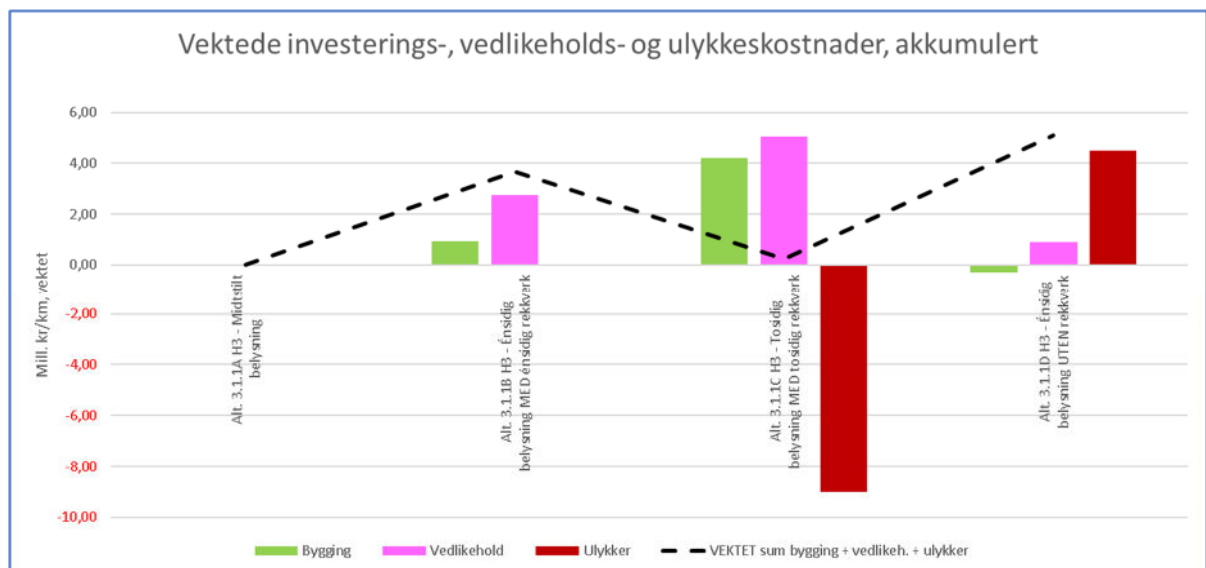
På samme måte vises endringer i CO<sub>2</sub>-utslipp for øvrige alternativer sammenlignet med alternativ A. Her vises både verdier for byggefasen og summert bygge- og vedlikeholdsfasen over beregningsperioden (75 år).

I og med at NV i sin beslutningsmodell ikke vekter bygge-, investerings- og ulykkeskostnader like høyt, beregnes også nevnte kostnader med vektning. Bygge- og vedlikeholdskostnader er gitt vekt 2 mens ulykkeskostnader er gitt vekt 4, kfr. Kap. 3.1. Dette er fremstilt i Figur 2.





Figur 1. Eksempel på beregningsresultat fra kostnadsmodellen.



Figur 2. Eksempel på vekting mellom investerings- vedlikeholds- og ulykkeskostnader, akkumulert.

Kostnadsmodell vises i vedlegg A.

### **3.4.2 Drifts- og vedlikeholdskostnader**

I NS 3454:2013 kostnadsføres arbeider med intervaller som normalt er kortere enn ett år under post 31 Drift, mens intervaller som er lengre enn ett år føres under post 32 Vedlikehold. Overført til veganlegg vil driftstiltak typisk være inspeksjon, kantslått slamtømming og friksjonsfremmende tiltak. Mens vedlikehold vil være utskifting av objekter som har vært utsatt for skade eller har nådd tiltenkt levealder som brufuge og lysarmatur i løpet av vegens levetid. I tillegg vil utgifter til strøm inngå i driftskostnadene.

Dersom en sammenholder de ulike kostnadsbærere for utbygging og drift, ser en direkte korrelasjon mellom disse kostnadene. Det samme gjelder også for bidraget til klimagassutslipp. Eksemplifisert så vil areal av veg gi samme påvirkning på utbyggingskostnadene som driftskostnadene relativt sett. Det samme kan påvises ved antall lyskilder, kummer etc.

#### **Spesielt for belysning:**

Her vil en såkalt TCO-modell (Total Cost of Ownership) benyttes til å sammenligne de totalomkostningene over anleggets levetid som er forbundet med forskjellige løsningsmuligheter. En TCO-modell tar høyde for både anleggs- og driftskostnader i løpet av hele belysningsanleggets levetid, som typisk fastsettes til 20-25 år, ifølge SVV rapport nr. 646.

I beregning av TCO inngår:

- Anleggspris pr. km belysningsanlegg
- Drift og vedlikeholdelsesomkostninger pr. km belysningsanlegg i 20 år
- Energikostnader pr. km belysningsanlegg i 20 år

For å kunne sammenligne forskjellige anlegg må faktorer for energipris, antall årlige driftstimer samt utgifter til drift- og vedlikehold pr. armatur settes konstante (tar ikke hensyn til styring<sup>1</sup>). Selv om den relativt enkle modellen ikke medregner finansieringsomkostninger og fremtidige prisendringer, er den et godt redskap til sammenligning av totaløkonomien i alternative belysningsløsninger.

#### **D/V kostnader forøvrig:**

Tankegangen og prinsippene fra TOC-metoden overføres også til øvrige elementer. Enkelte parametere vil være konstante uavhengig av løsningsvalg og disse fremkommer ikke, e.g. beredskap, vintervedlikehold og liknende. Energiforbruk vil heller ikke være en egen post under de øvrige driftskostnadene. For 4-feltsveg vil ofte sperre- og arbeidsvarslingstiltakene være en stor del av D/V-kostnadene. Disse vil kunne fordeles ved samtidige tiltak etter god planlegging. For å få det beste sammenlikningsgrunnlaget for valg av løsning vil denne optimaliseringen ikke utføres, da dette vil gi for mange usikre parametere. Tiltakene vil derfor klassifiseres utfra omfanget av behov for sperring (eller ikke). Kostnadene hentes fra inngåtte D/V-kontrakter og fra kalkulasjons-ansvarlige hos en større driftsentreprenør.

<sup>1</sup> Styringen kan være enkel eller avansert og valg av styringssystem må foretas med utgangspunkt i en grundig behovsanalyse for den spesifikke vegstrekning. Det kan ligge mer potensiale for energibesparelse ved styring av tosidig vs. ensidig anlegg på flerfeltsveger.

D/V kostnadene beregnes ut fra perioder for tiltak og ettersyn gitt enten i håndbok eller fra erfaringstall. Erfaringstallene knyttes opp mot hyppigheter til tilgrensende elementer der det er formålstjenlig.

For eksempel:

**Fra håndbok R610**

*Stikkrenner:*

*Slam eller annet materiale skal ikke fylle opp mer enn 20 % av stikkrennens innvendige høyde.*

.....

*Rørssystem:*

*Rørssystem skal gjennomspyles minst hvert 3. år.*

- Dette gir en gjennomspyling av stikkrenner hvert 3. år ved lukket drensytstem

### **3.4.3 Miljøregnskap**

Det er utført forenklete klimagassberegninger for alle profilalternativer. Klimagassberegningene er basert på livløpstankegang og LCA-metodikk og er i tråd med metodikken og beregningsfaktorene benyttet i verktøy som klimamodulen i EFFEKT, VegLCA og NIRAS' tidligfaseverktøy. Mindre materialer og aktiviteter som anses å ha liten påvirkning på resultatene, er utelatt fra beregningene.

Utslippsfaktoren for elektrisiteten forbrukt i driftsperioden er et antatt gjennomsnitt for norsk miks over en periode på 40 år i tråd med NS3720 «Metode for klimagassberegninger for bygninger».

Transportavstanden for materialer er antatt å være lik for alle materialene og er satt til 400 km i tråd med VegLCA. Utslippsfaktorene for de ulike materialene dekker vugge til port, altså fra råvareuttak til et ferdig produkt i fabrikk, som tilsvarer A1-A3 i en EPD. Disse er basert på gjennomsnitt fra norske EPD'er eller Ecoinvent, og er i tråd med tidligere nevnte klimagassverktøy.

## **4 Alternativsvurderinger Standardisering av veiprofilet for normert 4-felts motorvei (H3)**

I dette kapitlet presenteres alternativsvurderinger knyttet til plassering av elementer i et fast H3-profil med 23 m bredde. Alternativene er konsekvensvurdert iht. tema nevnt i kap. 2.3.

### **4.1 Belysning plassering**

*Problemstilling: Hvor bør veibelysning plasseres i et H3-profil?*

#### **4.1.1 Beskrivelse av alternativer**

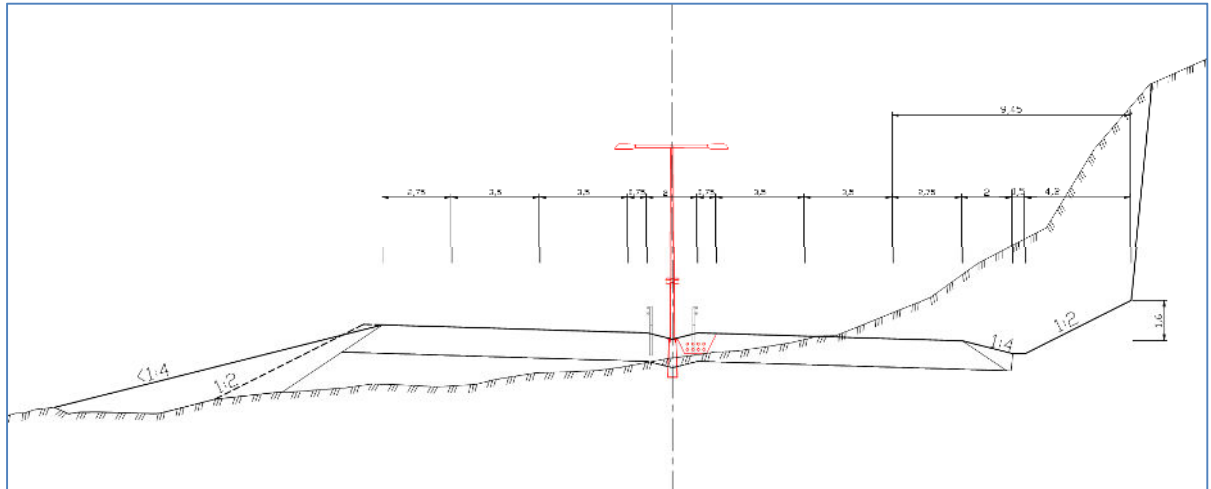
For de fire presenterte alternativer forutsettes at reduksjon av belysning i bestemte perioder (f.eks. midt om natten) for å spare energi utføres i samme omfang for alternativene. Det forutsettes videre at midtdeler er 2,0 m bred, indre skuldre er 0,75 m brede og ytre skuldre er 2,75 m brede.

Følgende velges felles for alle alternativer slik at dette ikke utgjør en variabel i denne sammenligningen:

- To rekkverkslinjer i midtdeler
- Lukket drenering både i midtdeler og sidegrøfter
- Sideterreng endres ikke i denne konkrete vurderingen til tross for mulighetene sideplassert rekkverk gir med tanke på avstand til fjellskjæring (kun tilfredsstillende krav til fanggrøft), rekkverksrom og brattere grøfte- og fyllingsskråning.

**Alternativ 3.1.1A, midtplasserte veilys**

Veilys plassert i midtdeler. Lysmaster er typisk 10 m høye og utligger er typisk 0,3 m bred.



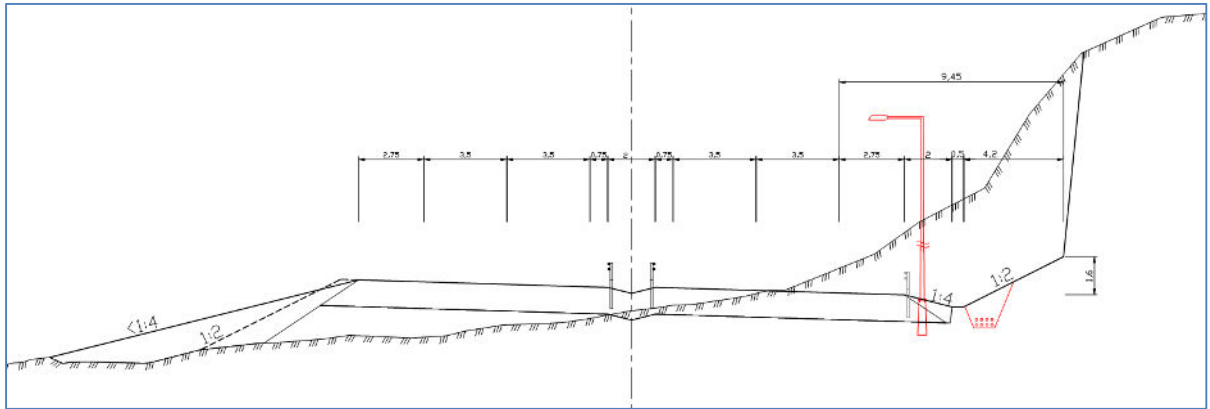
**Figur 3 - Alternativ 3.1.1A, Midtplasserte veilys**

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det skal være to rekkverkslinjer i midtdeler.
- 2) Midtrekkverk skal ha stivhetsklasse W2 på strekning uten brusøyler o. lign. og stivhetsklasse W1 ved brusøyler. Rekkverk skal ha styrkeklasse H1, H2 eller H4.
- 3) Kabelgrøft plasseres i midtdeler.

**Alternativ 3.1.1B, énsidig belysning med sideplasserte veilys og gjennomgående sideplassert rekkverk på én side**

Veilys plassert kun på én side. Lysmaster er typisk 12 m høye og utligger er typisk 2,5 m bred. Ved bred midtdeler over 4 m bred blir master uforholdsmessig høye og løsningen vurderes som ikke aktuell.



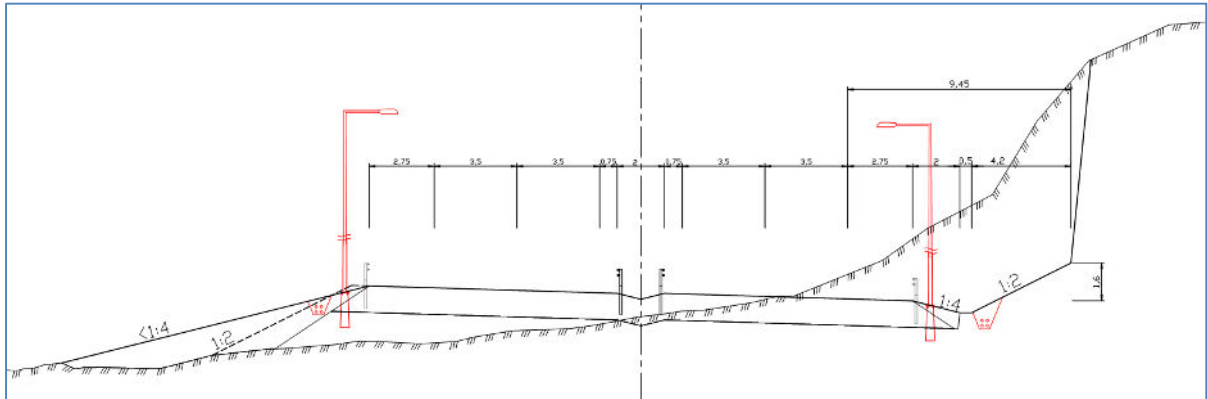
**Figur 4 - Alternativ 3.1.1B, énsidig belysning med sideplasserte veilys**

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det velges her to rekkverkslinjer i midtdeler.
- 2) Det settes gjennomgående sideplassert rekkverk i side med lysmaster. Avhengig av plassering av lysmaster i forhold til siderekkerk velges stivhetsklasse for siderekkerk (styrkeklasse N2 eller sterkere).
- 3) Kabelgrøft plasseres i side med lysmaster.

**Alternativ 3.1.1C, tosidig belysning med sideplasserte veilys gjennomgående sideplassert rekkverk på begge sider**

Veilys plassert på begge sider. Lysmaster er typisk 10 m høy og utligger er typisk 0,3 m bred.



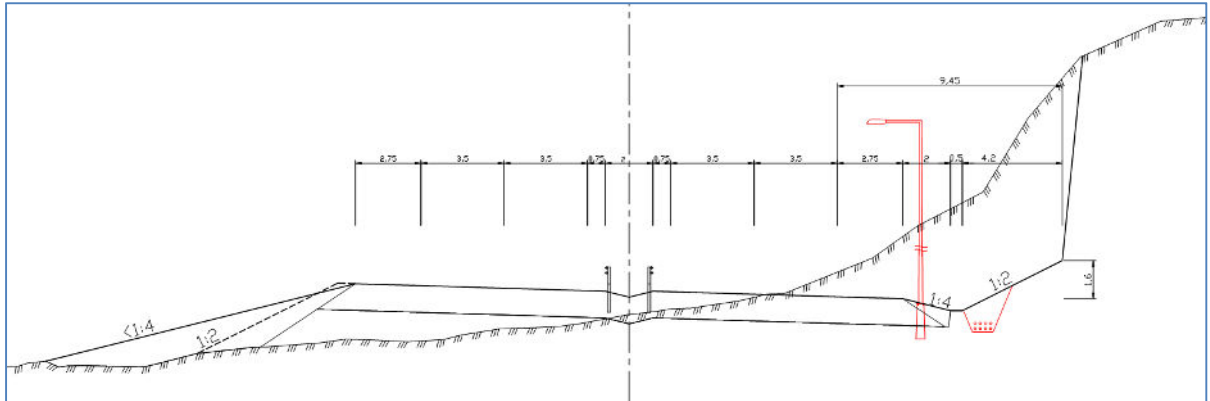
**Figur 5 - Alternativ 3.1.1C, Tosidig belysning med sideplasserte veilys**

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det velges her to rekkverkslinjer i midtdeler.
- 2) Det settes gjennomgående sideplassert rekkverk i begge sider. Avhengig av plassering av lysmaster i forhold til siderekkverk velges stivhetsklasse for siderekkverk (styrkeklasse N2 eller sterkere).
- 3) Kabelgrøft plasseres i begge sider.

**Alternativ 3.1.1D, énsidig belysning med sideplasserte veilys UTEN gjennomgående sideplassert rekkverk**

Veilys plassert kun på én side. Lysmaster er typisk 12 m høye og utligger er typisk 2,5 m bred. Ved bred midtdeler over 4 m bred blir master uforholdsmessig høye og løsningen vurderes som ikke aktuell. I alt. 3.1.1B anbefales gjennomgående sideplassert rekkverk foran lysmaster. I dette alternativet kuttes gjennomgående sideplassert rekkverk ut.



Figur 6 - Alternativ 3.1.1D, énsidig belysning med sideplasserte veilys, men UTEN gjennomgående sideplassert rekkverk.

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det velges her to rekkverkslinjer i midtdeler.
- 2) Det settes ikke gjennomgående sideplassert rekkverk foran belysning.
- 3) Kabelgrøft plasseres i side med lysmaster.

#### 4.1.2 Vurdering

Midtplasserte veilys anses som den mest alminnelige løsning på de nåværende motorveier og andre 4-felts veger med midtdeler i åpent land, og betraktes derfor som en nøytral løsning. I vurderingene inngår alene forskjeller som følge av forskjeller i antall og plassering av veilys samt for alternativ 3.1.1D valget ved å ikke ha gjennomgående sideplassert rekkverk på siden som lysmaster står. Bredde av midtdeler, rekkverk i midtdeler, rekkverkets stivhetsklasse, drenering i side samt plassering av kabelgrøft inngår dermed ikke i akkurat denne vurderinger.

#### Trafikksikkerhet

Veilys på motorveier reduserer antallet av drepte og skadede i mørket med ca. 25 %, dog med en betydelig større reduksjon for drepte enn for lette skader. Omkring 30 % av trafikkulykkene på motorveier skjer i mørket. Veilys på motorveier reduserer ulykkeskostnad med 8-12 %. Effekten avhenger av belysningsnivå.

Alternativ 3.1.1A, midtplasserte veilys: Nøytral løsning. Reduserer ulykkeskostnad med ca. 10 %.

Alternativ 3.1.1B, énsidig belysning med sideplasserte veilys: Litt dårligere optisk ledning og lavere belysningsnivå på motsatt side av veilys enn alternativ 3.1.1A. Selve belysning i en veiside reduserer ulykkeskostnad med ca. 8 %. Imidlertid vil oppsetting av gjennomgående sideplassert rekkverk



redusere ulykkeskostnadene med ca. 2 %, se avsnitt 4.6.2. Samlet ulykkeskostnad blir dermed likt alternativ A, dvs. ca. 10 % reduksjon.

Alternativ 3.1.1C, tosidig belysning med sideplasserte veilys: Nøytral løsning. Selve belysning i begge veisider reduserer ulykkeskostnad med ca. 10 %. Imidlertid vil oppsetting av gjennomgående rekkverk i begge veisider redusere ulykkeskostnadene med ca. 4 %. Samlet ulykkeskostnad reduseres dermed ca. 14 %.

Alternativ 3.1.1D, énsidig belysning med sideplasserte veilys, men uten gjennomgående sideplassert rekkverk: Redusere ulykkeskostnad med ca. 8 %, dvs. ca. 2 % lavere enn alternativ 3.1.1B.

#### **Trafikantnytte**

Veilys på motorveier forbedrer trafikantenes mulighet for å se veien i mørket. Veilys på motorveier øker person- og varebilers hastighet med ca. 3 km/t i mørket. Selv om veilys kan blende trafikanter, særlig ved starten av rekken av veilys, blendes trafikanter mindre med veilys, da langt færre benytter fjernlys på bilen.

Alternativ 3.1.1A, midtplasserte veilys: Nøytral løsning. Lite blending, symmetrisk, jevn belysning og flott estetisk løsning. Grunnet vedlikehold med støtputebil i tillegg til liftbil en gang årlig forventes et kjørefelt inn mot midtdeler stengt i alt ca. 4 timer per år.

Alternativ 3.1.1B og alternativ 3.1.1D, énsidig belysning med sideplasserte veilys: Mer blending, usymmetrisk, mindre jevnhet i belysning og estetisk dårligere løsning enn alternativ 3.1.1A. Vedlikehold vil normalt ikke stenge kjørefelt. Litt dårligere løsning for de fleste trafikanter, men trolig bedre løsning for trafikanter ved vedlikeholdsarbeider.

Alternativ 3.1.1C, tosidig belysning med sideplasserte veilys: Lite blending, symmetrisk, jevn belysning og flott estetisk løsning. Vedlikehold vil trolig ikke stenge kjørefelt.

Jo mer trafikk som kjører på motorveien, desto dårligere vil alternativ B og D fremstå overfor alternativ A og C. Her er vurderingen utført med 15.000 i årsdøgntrafikk.

#### **Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø**

Veilys på motorveier vil øke omfanget av vedlikehold og krever arbeid med/fra liftbil.

Alternativ 3.1.1A og alternativ 3.1.1E, midtplasserte veilys: Nøytral løsning. Lave master gir god sikkerhet. Arbeid fra liftbil er vindfølsomt. Tilgang fra kjørefelt ved bruk av støtputebiler og liftbil. Stenging av kjørefelt (med støtputebil) forverrer sikkerheten for arbeidere. Mange utligger å etterse.

Alternativ 3.1.1B og alternativ 3.1.1D, énsidig belysning med sideplasserte veilys: Høyere master gir noe lavere sikkerhet. Arbeid fra liftbil blir mer vindfølsomt. Kjørefelt skal ikke stenges, da arbeid foregår fra ytre skulder med liftbil, hvilket gir bedre sikkerhet. Færre utligger å etterse.

Alternativ 3.1.1C, tosidig belysning med sideplasserte veilys: Lave master gir god sikkerhet. Arbeid fra liftbil er vindfølsomt. Kjørefelt skal ikke stenges, da arbeid foregår fra skulder med liftbil, hvilket gir bedre sikkerhet. Mange utligger å etterse.

### **Ytre miljø**

Omfang av lysmaster, tilhørende kabelgrøfter og rekkverksløsninger varierer mellom alternativene. Alternativ 3.1.1A med midtstilt belysning har lavere utslipp over livsløpet enn alternativ 3.1.1B og 3.1.1C, mens alternativ 3.1.1D med sideplassert belysning uten rekkverk genererer minst utslipp. Differansen i klimagassutslipp mellom høyeste og laveste utgjør imidlertid kun 240 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. kilometer, noe som må betraktes som marginalt.

### **Utbyggings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader**

Resultatene fra beregningene, se Figur 7 og Figur 8, viser at endring i byggekostnader varierer med inntil 2 mill. kr pr. km. Vedlikeholds- og ulykkeskostnader varierer i samme størrelsesorden.

**Midtstilt veibelysning** kommer kostnadmessig totalt sett kommer best ut for H3-vei, gitt at ikke andre forhold varierer.

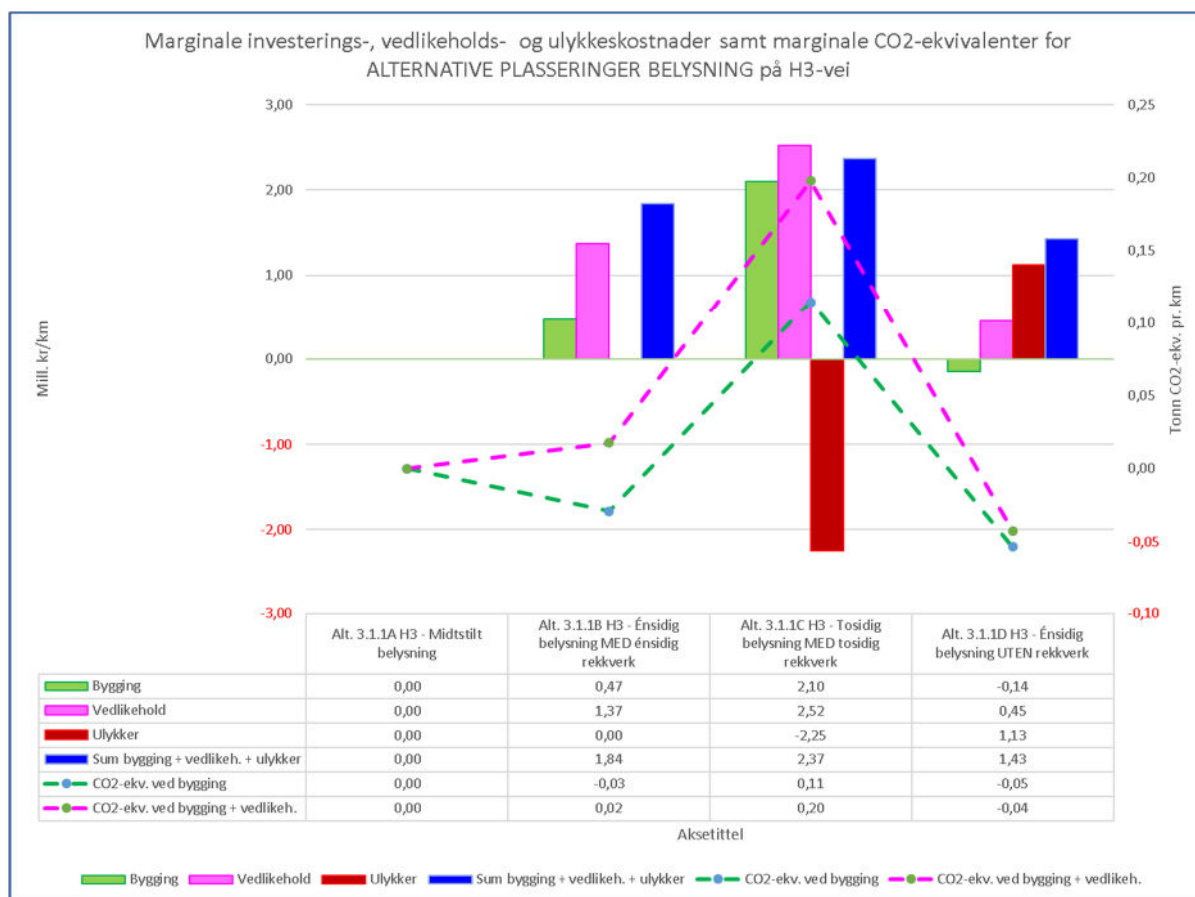
Det kan her nevnes at redusert midtdelerbredde ved sideplassert belysning og endringer i sideterreng bak sideplassert rekkverk vil kunne påvirke dette bildet vesentlig. Dette forholdet vurderes under smal 4-felts vei, se kapittel 5.1. Jo mer trafikk somkjører på motorveien, desto bedre vil alternativ C være fremfor andre alternativer.

### **Driftskostnad**

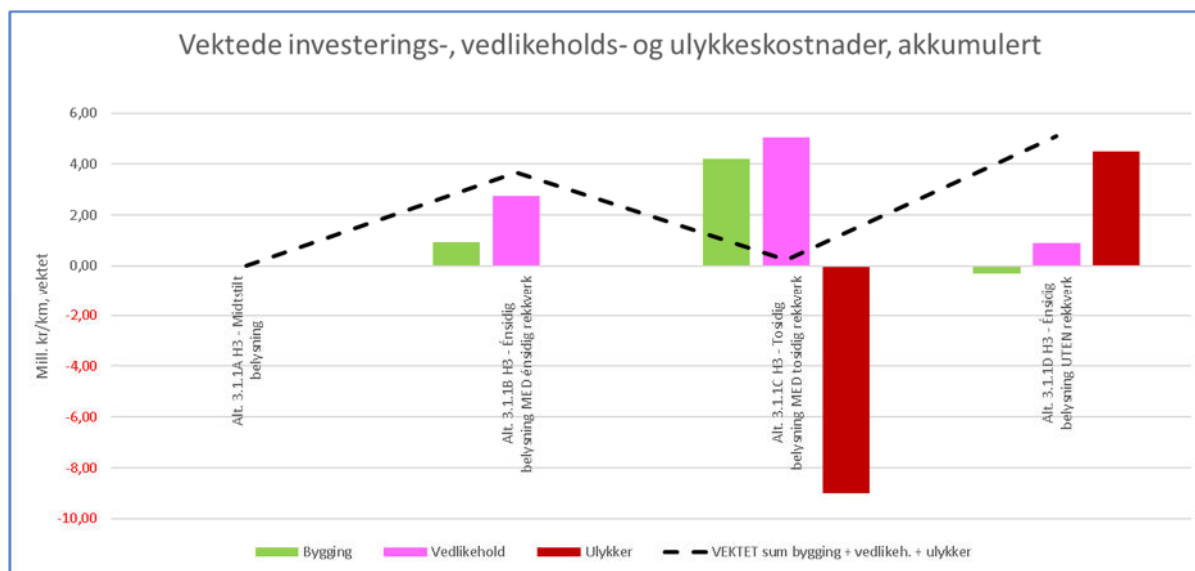
Driftskostnadene for veilys er kun strøm. SVV anbefaler gruppeskift av lyspærer hvert 4.år i sine håndbøker og for LED etter 50.000 timer. Mellom dette omfatter drift kun visuell inspeksjon og skifte av enkelt kilder.

Kostnad til årlig ettersyn estimeres til:

3 km i skiftet, liftbil, putebil mannskap,  $((3000+1500)*8)/4 \sim 9.000 \text{ kr/km*år}$ , dvs. i denne sammenheng en marginal kostnad.



Figur 7. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader samt klimagassutslipp ved alternative belysningsløsninger for H3-vei.



Figur 8. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader ved alternative belysningsløsninger for H3-vei der kostnadene er vektet iht. Nye Veiers beslutningsmodell.

#### 4.1.3 Poenggiving

##### Alternativ 3.1.1A, midtplasserte veilys

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

##### Alternativ 3.1.1B, énsidig belysning med gjennomgående sideplasserte rekkverk på én side

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 1     | 2       | 2         |            |
|     |       |         | <b>32</b> |            |

##### Alternativ 3.1.1C, tosidig belysning med gjennomgående sideplasserte rekkverk på begge sider

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 1     | 2       | 2         |            |
| DK  | 1     | 2       | 2         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

##### Alternativ 3.1.1D, énsidig belysning med sideplasserte veilys UTEN gjennomgående sideplassert rekkverk

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 1     | 4       | 4         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>30</b> |            |

#### **4.1.4 Oppsummering**

Denne isolerte analysen av plassering av veibelysning langs H3-vei viser at alternativene med **midtstilt belysning og tosidig gjennomgående belysning med gjennomgående sideplassert rekkverk** kommer best ut, kfr. poenggivningen samt Figur 8. Utslipp CO<sub>2</sub>-ekvivalenter er 200 kg/km høyrrere ved tosidig belysning over beregningsperioden på 75 år, noe som må anses å være marginalt.

Det gjøres oppmerksom på at evt. redusert midtdelerbredde ved sideplassert belysning og endringer i sideterreng bak sideplassert rekkverk vil kunne påvirke dette bildet vesentlig. Disse forholdene vurderes under smal 4-felts vei og kan overføres til H3-profilet.

Endelig valg av plassering av belysning bør derfor ses i sammenheng med utforming av midtdeler og sideterreng i forbindelse med rekkverksbruk samt de endringer i trafiksikkerhet dette medfører.

#### **4.1.5 Forslag til videre oppfølging**

Sideplassert veilys medfører at det oppstår gunstige muligheter for å etablere tosidig midtrekkverk, smalere midtdeler, asfaltert midtdeler, bredere indre skuldre mv. Etablering av gjennomgående siderekkverk medfører at det oppstår gunstige muligheter for at endre sideterreng, herunder smalere sidegrøfter. Disse nye gunstige muligheter vil, hvis de anvendes, ha konsekvenser for utbyggings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader og bør derfor følges opp videre.

## 4.2 Midtrekkverk

**Problemstilling:** Hvilken løsning for rekkverk i midtdeler er å foretrekke i et H3-profil?

### 4.2.1 Beskrivelse av alternativer

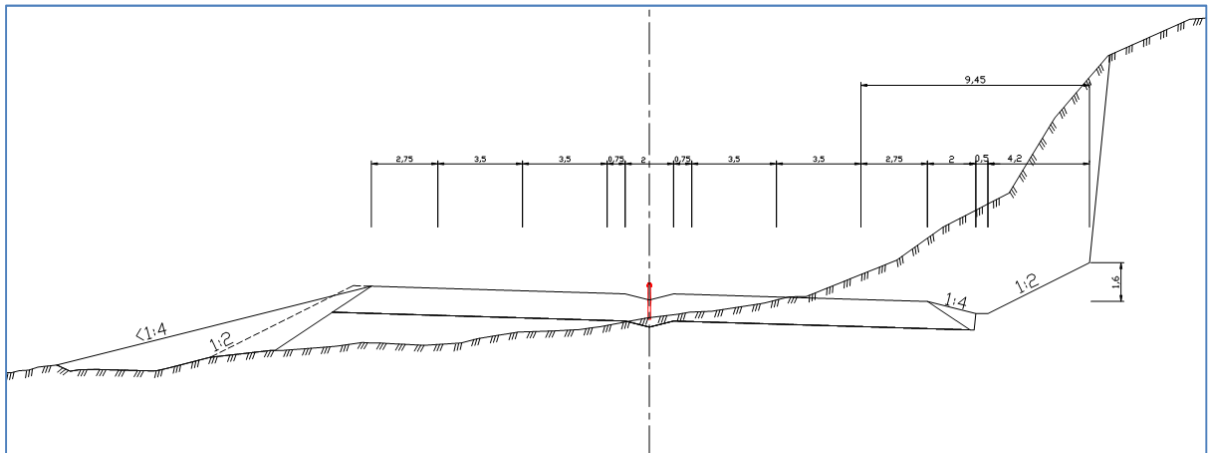
For de fem presenterte alternativer forutsettes at midtdeler er 2,0 m bred og har toppdekke av gress samt de asfalterte indre skuldre er 0,75 m brede. Unntak er alternativ 3.1.2E der midtdeler asfalteres gjennomgående.

Følgende velges felles for alle alternativer slik at dette ikke utgjør en variabel i denne sammenligningen:

- Tilgivende sideterreng, ikke gjennomgående sideplassert rekkverk
- Lukket drenering både i midtdeler og sidegrøfter

**Alternativ 3.1.2A, Dobbeltsidig rekkverk i senter av midtdeler**

Dobbeltsidig rekkverk plasseres i senter av midtdeler. Styrkeklasse skal minimum være H1. Ved påkjøring må maksimal inntrenging i møtende kjørebane være 0,75 m. Dobbeltsidig rekkverk finnes i mange typer og i mange bredder fra ca. 0,15 m til ca. 1,0 m. Arbeidsbredden for rekkverket kan være  $0,75 + 0,75 + (1 - 0,5 \times \text{rekkverksbredde}) + \text{rekkverksbredde} \sim 2,6\text{--}3,0$  m. Det betyr, at rekkverk skal ha en stivhetsklasse W7 eller høyere. Hvis inntrenging i møtende kjørebane ikke aksepteres, skal rekkverket ha stivhetsklasse W6 eller høyere.



Figur 9. Dobbeltsidig rekkverk i senter av midtdeler

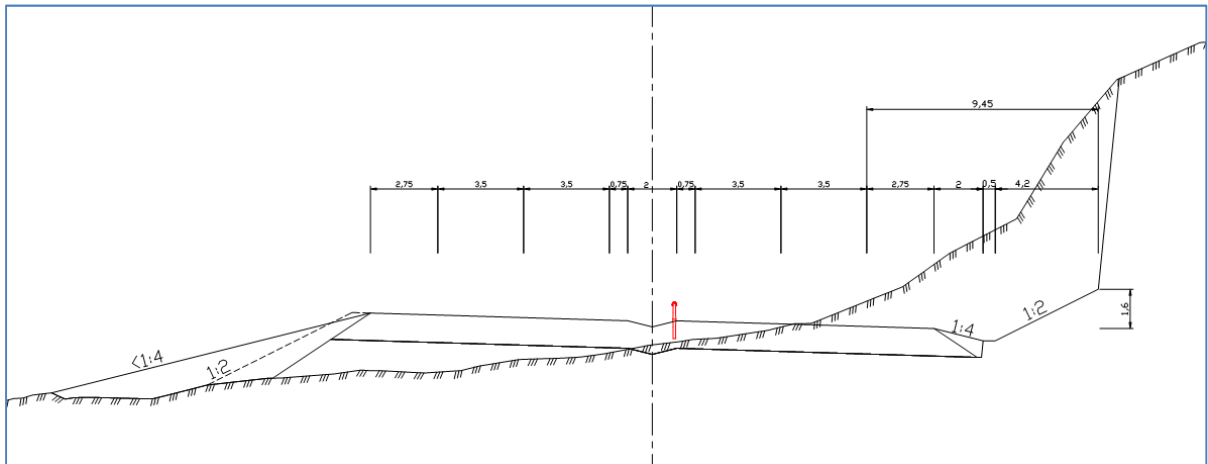
Konsekvenser av dette rekkverk:

- 1) Brusøyler, portalben og andre påkjøringsfarlige objekter kan ikke plasseres i midtdeler. Lysmaster tillates ikke plassert i et dobbeltsidig rekkverk i midtdeler, hvor fartsgrensen er 110/120 km/t.
- 2) Fartsgrenseskilt kan plasseres i dobbeltsidig rekkverk, hvis rekkverket er ca. 1,0 m bredt eller bredere.
- 3) I N101 står, at «Rekkverket plasseres slik at rekkverkets forkant flukter med den asfalterte vegskulderens ytterkant for å unngå kant på vegskulderen.» Prinsipielt bør midtdeler asfalteres, når det anvendes dobbeltsidig rekkverk, og derved økes bredde av de indre skuldre med  $1\text{ m} - 0,5 \times \text{rekkverksbredde}$ . Her opereres dog med midtdeler av gress.
- 4) Overvann kan oppsamles under dobbeltsidig rekkverk, når rekkverk er rimelig bredt.
- 5) Kabelgrøft i midtdeler kan utelates, da lysmaster ikke er i midtdeler.

Eksempel på denne løsning ses her: <https://goo.gl/maps/zkeYbAjFwv3DqmUa9>

**Alternativ 3.1.2B, dobbeltsidig rekkverk ved indre skulderkant**

Dobbeltsidig rekkverk plasseres ved indre skulderkant i en side av midtdeler. Denne plassering utføres typisk hvis det er en større koteforskjell mellom de to indre skulderkanter, og rekkverk plasseres ved skulderkant med høyeste kote. Styrkeklasse skal minimum være H1. Arbeidsbredden for rekkverket kan være  $0,75 + 0,75 + \text{rekkverksbredde} \sim 1,7\text{-}2,5$  m. Det betyr, at rekkverk skal ha en stivhetsklasse W7 eller høyere. Hvis inntrenging i møtende kjørebane ikke aksepteres, skal rekkverk ha stivhetsklasse W5 eller høyere.



Figur 10. Dobbeltsidig rekkverk ved indre skulderkant.

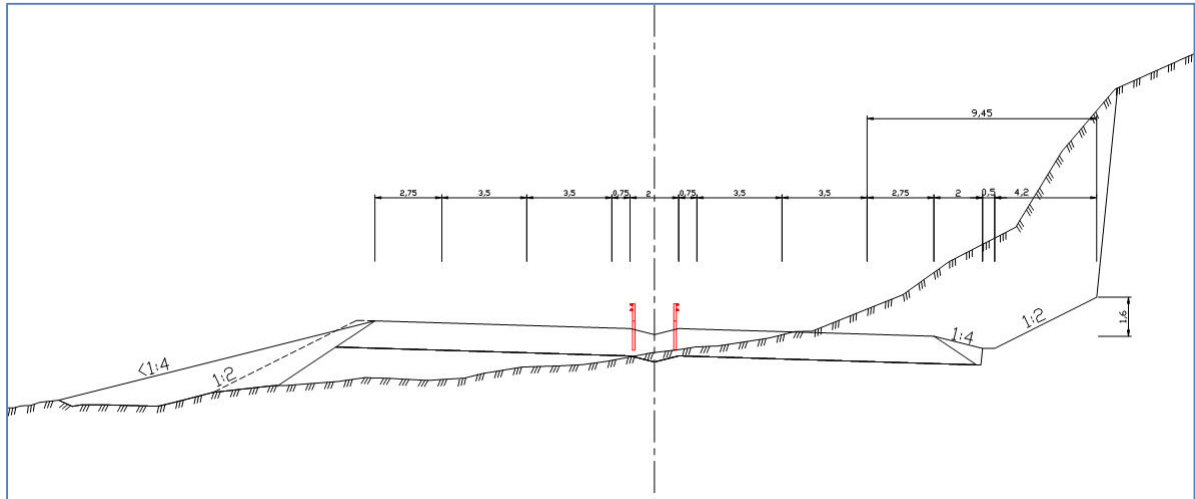
Konsekvenser av dette rekkverk:

- 1) Brusøyler, portalben og andre påkjøringsfarlige objekter kan ikke plasseres i midtdeler. Lysmaster tillates ikke plassert i et Dobbeltsidig rekkverk i midtdeler, hvor fartsgrensen er 110/120 km/t.
- 2) Fartsgrenseskilt kan plasseres i dobbeltsidig rekkverk, hvis rekkverk er ca. 1,0 m bredt eller bredere.
- 3) I N101 står, at «Rekkverket plasseres slik at rekkverkets forkant flukter med den asfalterte vegskulderens ytterkant for å unngå kant på vegskulderen.» Prinsipielt bør midtdeler asfalteres, når det anvendes dobbeltsidig rekkverk, og derved økes bredde av den ene indre skulder med 2 m – rekkverksbredde. Her opereres dog med midtdeler av gress.
- 4) Overvann kan oppsamles i midtdeler.
- 5) Kabelgrøft i midtdeler kan utelates, da lysmaster ikke er i midtdeler.



**Alternativ 3.1.2C, enkeltsidig rekkverk ved de indre skulderkanter**

Enkeltsidig rekkverk plasseres ved indre skulderkant i begge sider av midtdeler. Denne plassering av rekkverk utføres ofte for å plassere påkjøringsfarlige objekter i midtdeler. Styrkeklasse skal minimum være H1. Enkeltsidig rekkverk finnes i mange typer og i mange bredder fra ca. 0,15 m til ca. 0,65 m. Arbeidsbredden for rekkverket kan være fra 1 m – ½ bredde av påkjøringsfarlig objekt opp til 2 m – rekkverksbredde. Det betyr at rekkverk typisk skal ha en stivhetsklasse W1 eller W2 med påkjøringsfarlige objekter i midtdeler, og stivhetsklasse W4 eller W5 uten påkjøringsfarlige objekter i midtdeler.



Figur 11. Enkeltsidig rekkverk ved indre skulderkant.

Konsekvenser av dette rekkverk:

- 1) Brusøyler, portalben, lysmaster og andre påkjøringsfarlige objekter samt skilt kan plasseres i midtdeler.
- 2) Overvann kan oppsamles mellom rekkverk.
- 3) Kabelgrøft kan plasseres i midtdeler, om det er nødvendig.

**Alternativ 3.1.2D, dobbeltsidig rekkverk som utvides til enkeltsidig rekkverk ved de indre skulderkanter forbi påkjøringsfarlige hindre i midtdeler**

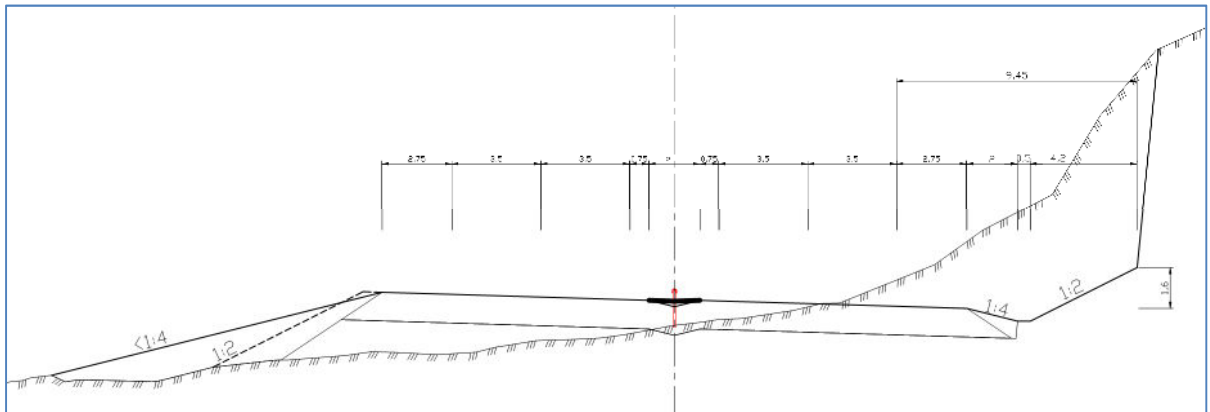
Dobbeltsidig rekkverk plasseres i senter av midtdeler eller ved indre skulderkant i en side av midtdeler, men der det er påkjøringsfarlige hindre i midtdeler utvides til to enkeltsidig rekkverk plassert ved indre skulderkanter. Styrkeklasse skal minimum være H1. Dobbeltsidig rekkverk skal ha stivhetsklasse W7 eller høyere, mens enkeltsidig rekkverk skal ha stivhetsklasse W1 eller W2. Hvis inntrenging i møtende kjørebane ikke aksepteres, skal dobbeltsidig rekkverk ha stivhetsklasse W6 eller høyere.

Konsekvenser av dette rekkverk:

- 1) Brusøyler, portalben, lysmaster og andre påkjøringsfarlige objekter kan plasseres i midtdeler, hvor det er enkeltsidig rekkverk.
- 2) Skilt kan plasseres i midtdeler, hvor det er enkeltsidig rekkverk og hvor dobbeltsidig rekkverk er 1,0 m bredt eller bredere.
- 3) I N101 står, at «Rekkverket plasseres slik at rekkverkets forkant flukter med den asfalterte vegskulderens ytterkant for å unngå kant på vegskulderen.» Prinsipielt bør midtdeler asfalteres, når det anvendes dobbeltsidig rekkverk, og derved økes bredde av de indre skuldre med  $1\text{ m} - 0,5 \times \text{rekkverksbredde}$ . Her opereres dog med midtdeler av gress.
- 4) Overvann kan oppsamles i midtdeler med enkeltsidig rekkverk, og når dobbeltsidig rekkverk er rimelig bredt.
- 5) Kabelgrøft i midtdeler kan utelates hvis lysmaster ikke plasseres i midtdeler.

**Alternativ 3.1.2E, Dobbeltsidig rekkverk i senter av gjennomgående asfaltert midtdeler**

Dobbeltsidig rekkverk plasseres i senter av gjennomgående asfaltert midtdeler. Styrkeklasse skal minimum være H1. Ved påkjøring må maksimal inntrenging i møtende kjørebane være 0,75 m. Dobbeltsidig rekkverk finnes i mange typer og i mange bredder fra ca. 0,15 m til ca. 1,0 m. Arbeidsbredden for rekkverket kan være  $0,75 + 0,75 + (1 - 0,5 \times \text{rekkverksbredde}) + \text{rekkverksbredde} \sim 2,6\text{--}3,0$  m. Det betyr, at rekkverk skal ha en stivhetsklasse W7 eller høyere. Hvis inntrenging i møtende kjørebane ikke aksepteres, skal rekkverk ha stivhetsklasse W6 eller høyere.



Figur 12. Alternativ 3.1.2E: Dobbeltsidig rekkverk i senter av gjennomgående asfaltert midtdeler

Konsekvenser av dette rekkverk:

- 1) Brusøyler, portalben og andre påkjøringsfarlige objekter kan ikke plasseres i midtdeler. Lysmaster tillates ikke plassert i et dobbeltsidig rekkverk i midtdeler, hvor fartsgrensen er 110/120 km/t.
- 2) Fartsgrenseskilt kan plasseres i dobbeltsidig rekkverk, hvis rekkverket er ca. 1,0 m bredt eller bredere.
- 3) I N101 står, at «Rekkverket plasseres slik at rekkverkets forkant flukter med den asfalterte vegskulderens ytterkant for å unngå kant på vegskulderen.» Siden midtdeler her asfalteres økes bredde av de indre skuldre med  $1\text{ m} - 0,5 \times \text{rekkverksbredde}$ .
- 4) Overvann kan også her oppsamles under dobbeltsidig rekkverk ved å etablere en liten renne i asfalt, forutsatt at rekkverket er rimelig bredt.
- 5) Kabelgrøft i midtdeler kan utelates, da lysmaster ikke er i midtdeler.

#### 4.2.2 Vurdering

**Generelt vedrørende valg av rekkverkstype**

Et dobbeltsidig rekkverk (stålrekkverk ca. 500.000 DKK per km) er billigere å anlegge enn to enkeltsidige rekkverk (stålrekkverk ca. 650.000 DKK per km), når de er fra samme modellserie.

Hvis midtdeler har samme bredde, så gir et dobbeltsidig rekkverk den fordel i forhold til to enkeltsidige rekkverk, at det er en større avstand mellom rekkverk og kjørefelt. Det gir færre påkjørsler av rekkverk og mer plass til et havarert kjøretøy mellom kjørefelt og rekkverk. Samtidig er

det dobbeltsidige rekkverk typisk mere fleksibelt (lavere stivhetsklasse) enn de enkeltsidige, hvorved ulykker ofte resulterer i et litt lavere skadeomfang.

Ved påkjørsel skal det dobbeltsidige rekkverk repareres fra begge sider, hvorved de to indre kjørefelter stenges. Ved påkjørsel av et enkeltsidig rekkverk skal det kun repareres fra én side, hvorved kun et indre kjørefelt stenges. Varigheten av reparasjonen må forventes å være omtrent den samme om det er et enkeltsidig eller dobbeltsidig rekkverk, men varigheten avhenger av om det er betong-, stål- eller wirerekkverk.

Typen av rekkverk er av betydning både for stivhet, trafiksikkerhet, økonomi og trafikantnytte. Et betongrekkverk i midtdeler er stivt (W1 eller W2) og stivheten avhenger typisk av, om og hvordan rekkverket er forankret eller ei. Betongrekkverk koster ca. 1.100.000 DKK per km i anlegg for et dobbeltsidig midtrekkverk. Betongrekkverk skal ikke repareres så ofte som et stålrekkverk, da det kun sjeldent knuses/går istykker ved påkjørsel, men omvendt er reparasjon av betongrekkverk dyrt. Betongrekkverk kan øke kostnad til vintervedlikehold i forhold til et stålrekkverk.

Stålrekkverk er typisk stivere enn wirerekkverk, men både for stål- og wirerekkverk kan stivheten reguleres ved bl.a. tettheten av rekkverksstolper. Et dobbeltsidig wirerekkverk koster ca. 330.000 DKK per km å anlegge. Et wirerekkverk skal ofte repareres, da det går istykker ved nesten alle påkjørsler. Wirerekkverk skal repareres ca. 4 ganger så ofte som et stålrekkverk. En reparasjon av wirerekkverk varer i gjennomsnitt ca. 1 time og koster omtrent 8.000 DKK, mens en reparasjon av stålrekkverk varer ca. 3½ time og koster omtrent 16.000 DKK. Man kan forvente ca. 2 reparasjoner per km om året med wirerekkverk ved en årsdøgntrafikk på ca. 12.000 – og tilsvarende ca. 0,5 reparasjoner per km om året med stålrekkverk og ca. 0,2 reparasjoner per km om året med betongrekkverk. Wirerekkverk kan redusere kostnad til vintervedlikehold i forhold til et stålrekkverk.

Midtrekkverkets stivhet påvirker trafiksikkerheten. Et stift rekkverk vil gi et større fall i dødsulykker enn et fleksibelt rekkverk. Omvendt vil et stift midtrekkverk ikke redusere antallet av personskader nær så mye som et fleksibelt rekkverk. Midtrekkverk er særlig gunstig for trafiksikkerheten, da det forebygger nesten alle ulykker hvor et kjøretøy krysser midtdeler.

Det velges følgende rekkverk som utgangspunkt for vurderingene:

- Dobbeltsidig stålrekkverk med en bredde på ca. 1,0 m.
- Enkeltsidig stålrekkverk med en bredde på ca. 0,5 m. På bruer kan eventuelt brurekkverk ha en annen bredde. Ved brusøyler og i tunnel kan det eventuelt velges en annen type av rekkverk (eksempelvis betongrekkverk) og en annen bredde av rekkverk.

Alternativ 3.1.2C med enkeltsidig rekkverk ved de indre skulderkanter må anses som den mest alminnelige løsning på de nåværende motorveier og andre 4-felts veger med midtdeler i åpent land, og betraktes derfor som en nøytral løsning. Det opereres med følgende rekkverksløsninger:

Alternativ 3.1.2A: Dobbeltsidig stålrekkverk med en bredde på 1,0 m og stivhetsklasse W7.

Alternativ 3.1.2B: Dobbeltsidig stålrekkverk med en bredde på 1,0 m og stivhetsklasse W7.

Alternativ 3.1.2C: Enkeltstående stållekkverk med en bredde på 0,5 m og stivhetsklasse W4 på 70 % av strekning og stivhetsklasse W1 på 30 % av strekning.

Alternativ 3.1.2D: Dobbeltsidig stållekkverk med en bredde på 1,0 m i senter av midtdeler og stivhetsklasse W7 på 70 % av strekning, og enkeltstående stållekkverk med en bredde på 0,5 m og stivhetsklasse W1 på 30 % av strekning.

Alternativ 3.1.2E: Dobbeltsidig stållekkverk med en bredde på 1,0 m og stivhetsklasse W7.

### **Trafikksikkerhet**

#### Generelt

To enkeltstående stållekkverk ved indre skulderkanter med stivhetsklasse W4 anslås (sett i forhold ingen midtrekkverk) å redusere antallet av dødsulykker med ca. 20 %, å redusere antallet av hardt skadde med ca. 8 %, men å øke antallet av lettere skadde og ulykker kun med materielle skader med ca. 5 %. Dette gir samlet et fall i ulykkeskostnad på 8,1 %. Det anslås, at rekkverkets stivhetsklasse påvirker ulykkeskostnader med ca. 0,5 % per klasse, hvorved fallet i ulykkeskostnad eksempelvis kun er ca. 6,6 % ved stivhetsklasse W1, men ca. 9,6 % ved stivhetsklasse W7. Hvis inntrenging i møtende kjørebane ikke aksepteres, skal det velges en høyere stivhetsklasse for dobbeltsidig stållekkverk - W6 eller W5.

Sammenhengen mellom rekkverkets stivhet og ulykkers alvorlighet er overordnet beskrevet i Trafikksikkerheshåndboken fra TØI. En mer detaljert beskrivelse finns i f.eks. "Crash performance of safety barriers on high-speed roads" av Jurewicz og Steimetz, 2012."

Trafikksikkerheten avhenger samtidig av hvor rekkverket er plassert i forhold til kjørefelt. Med de valgte rekkverk varierer avstanden mellom rekkverk og kjørefelt fra 0,75 m til 1,75 m. Ved de avstander må en økning av avstanden mellom rekkverk og kjørefelt med 0,1 m forventes å redusere ulykkeskostnader med ca. 0,3 %.

Bredden av asfalterte indre skulder påvirker også trafikksikkerheten. Med dobbeltsidig rekkverk kan asfaltering av midtdeler øke den asfalterte bredde av indre skulder. Økning av den asfalterte bredde av indre skulder med 0,1 m forventes å redusere ulykkeskostnader med ca. 0,8 %.

#### Vedrørende inntrenging i motsatt kjøreretning

I Storbritannia tillates ikke inntrenging (utbøyning av rekkverk) i møtende kjørebane – det er en norm-fastlagt regel, altså lovgivning. I Danmark anbefaler de danske veiregler indirekte å unngå utbøyning av rekkverk inn i møtende kjørebane. I det danske Vejdirektoratets projekteringsmanual tillates ikke utbøyning av rekkverk inn i møtende kjørebane på motorveier, kun ved midlertidige rekkverk (veiarbeid). Så i forhold til Danmark og Storbritannia står Norge alene med at tillate inntrenging i møtende kjørebane på motorveier.

#### Om alternativene

Alternativ 3.1.2A, Dobbeltsidig rekkverk i senter av midtdeler: Reduserer ulykkeskostnad med ca. 11,1 % i forhold til ingen midtrekkverk. (Hvis midtdeler asfalteres, så reduseres ulykkeskostnad med ca. 15,1 %, se alt. 3.1.2E).

Alternativ 3.1.2B, Dobbeltsidig rekkverk ved indre skulderkant: Reduserer ulykkeskostnad med ca. 11,1 % i forhold til ingen midtrekkverk. (Hvis midtdeler asfalteres, så reduseres ulykkeskostnad med ca. 15,1 %.)

Alternativ 3.1.2C, enkeltsidig rekkverk ved de indre skulderkanter: Nøytral løsning. Reduserer ulykkeskostnad med ca. 7,7 % i forhold til ingen midtrekkverk. (Asfaltering av midtdeler vil ikke påvirke ulykkeskostnad.)

Alternativ 3.1.2D, Dobbeltsidig rekkverk som utvides til enkeltsidig rekkverk ved de indre skulderkanter forbi påkjøringsfarlige hindre i midtdeler: Reduserer ulykkeskostnad med ca. 9,8 % i forhold til ingen midtrekkverk. (Hvis midtdeler asfalteres, så reduseres ulykkeskostnad med ca. 12,6 %.)

Alternativ 3.1.2E, Dobbeltsidig rekkverk i senter av midtdeler, asfaltert midtdeler: Reduserer ulykkeskostnad med ca. 15,1 % i forhold til ingen midtrekkverk. Hvis midtdeler har samme bredde, så gir et dobbeltsidig rekkverk den fordel i forhold til to enkeltsidige rekkverk, at det er en større avstand mellom rekkverk og kjørefelt. Det gir færre påkjørsler av rekkverk og mer plass til et havarert kjøretøy mellom kjørefelt og rekkverk. Samtidig er det dobbeltsidige rekkverk typisk mer fleksibelt (lavere stivhetsklasse) enn de enkeltsidige, hvorved ulykker ofte resulterer i et litt lavere skadeomfang.

#### **Trafikantnytte**

Det forventes ikke markante forskjeller i reisehastighet for de fem alternativer siden midtdelerbredden er den samme og avstand mellom kjørefelt og rekkverk er rimelig stor ved alle alternativer.

Trafikanter føler seg tryggere med et stålrekkverk enn med wire- eller betongrekkverk.

Alternativ 3.1.2A, Dobbeltsidig rekkverk i senter av midtdeler: Symmetrisk og flott estetisk løsning, hvor rekkverk føles å være i en stor nok avstand fra kjørefelt. Grunnet vedlikehold av stålrekkverk forventes de to kjørefelt inn mot midtdeler stengt i alt ca. 2 timer per år, altså stenging av et kjørefelt i ca. 4 timer/år.

Alternativ 3.1.2B, Dobbeltsidig rekkverk ved indre skulderkant: Usymmetrisk og estetisk dårligere løsning enn alternativ 3.1.2A. Rekkverk vil føles å være tett på kjørefelt i den ene siden og kunne føre til noe lavere hastighet i denne kjøreretningen. Grunnet vedlikehold av stålrekkverk forventes stenging av et kjørefelt i ca. 4 timer/år.

Alternativ 3.1.2C, enkeltsidig rekkverk ved de indre skulderkanter: Nøytral løsning. Symmetrisk og flott estetisk løsning, hvor rekkverk føles at være litt tett på kjørefelt. Grunnet vedlikehold av stålrekkverk forventes stenging av et kjørefelt i ca. 2 timer/år.

Alternativ 3.1.2D, Dobbeltsidig rekkverk som utvides til enkeltsidig rekkverk ved de indre skulderkanter forbi påkjøringsfarlige hindre i midtdeler: Symmetrisk og flott estetisk løsning. Grunnet vedlikehold av stålrekkverk forventes stenging av et kjørefelt i ca. 3 timer/år.

Alternativ 3.1.2E, Dobbeltsidig rekkverk i senter av midtdeler med gjennomgående asfalt: Symmetrisk og flott estetisk løsning, hvor rekkverk føles å være i en stor nok avstand fra kjørefelt.

Grunnet vedlikehold av stålrekkverk forventes de to kjørefelt inn mot midtdeler stengt i alt ca. 2 timer per år, altså stenging av et kjørefelt i ca. 4 timer/år. Større asfaltert bredde gir bedre muligheter for trafikkavvikling under drift/vedlikehold og ved hendelser.

#### ***Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø***

Omfang av stenging er noe forskjellig fra alternativ til alternativ. Adgang til midtdeler påvirkes, og derfor påvirkes drift/vedlikehold også noe i midtdeler.

#### ***Ytre miljø***

Differansen i klimagassutslipp mellom høyeste og laveste utgjør kun 70 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. kilometer, noe som må betraktes som marginalt.

#### ***Utbyggings- og vedlikeholdskostnader***

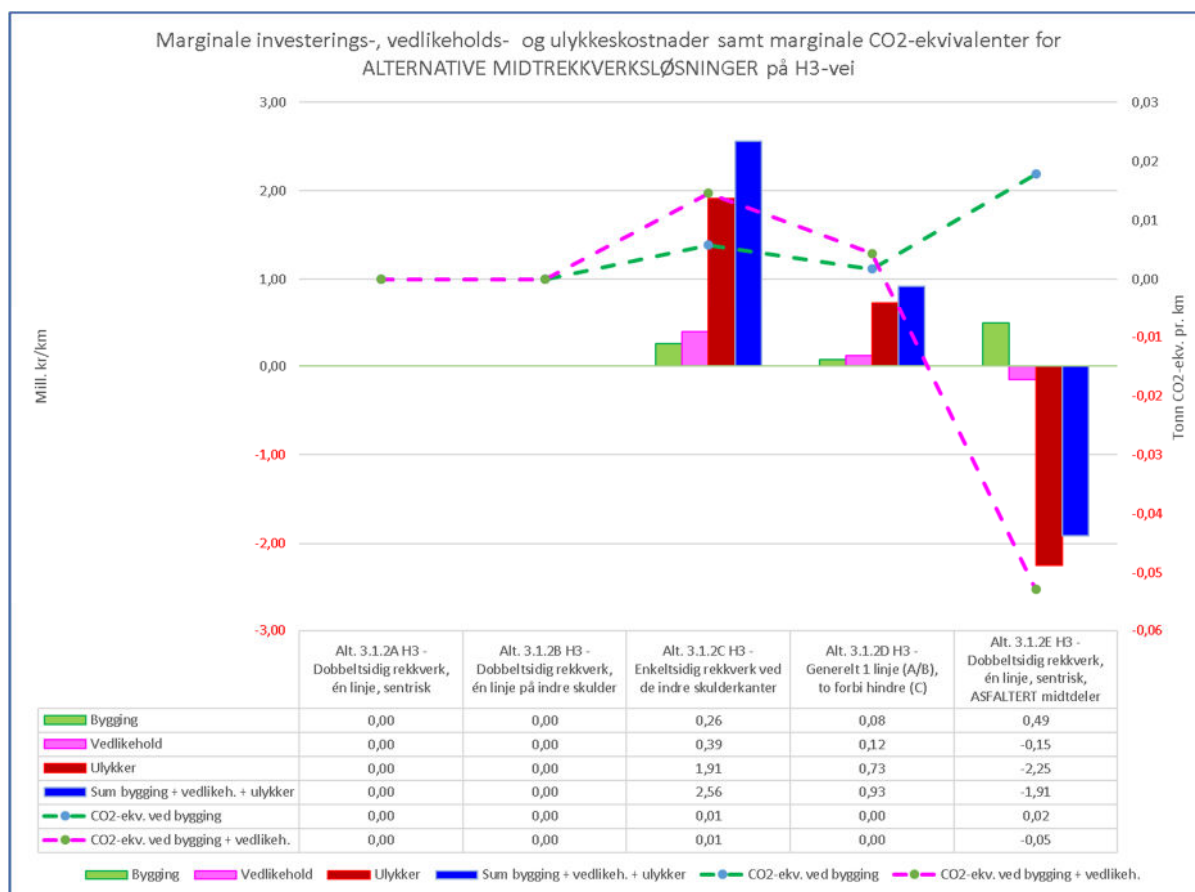
Generelt er et dobbeltsidig rekkverk i størrelsesorden 150.000 kr/km (entreprisekostnad) rimeligere å anlegge enn to enkeltsidige rekkverk, når de er fra samme modellserie.

Resultatene fra beregningene, se Figur 13 og Figur 14, viser at dobbeltsidig midtrekkverk med midtdeler i gress kostnadsmessig totalt sett kommer best for H3-vei, gitt at ikke andre forhold varierer. Kostnadsforskjell mot den mest vanlige løsningen med 2 rekkverkslinjer i indre skulderkant er på ca. 800.000 kr/km.

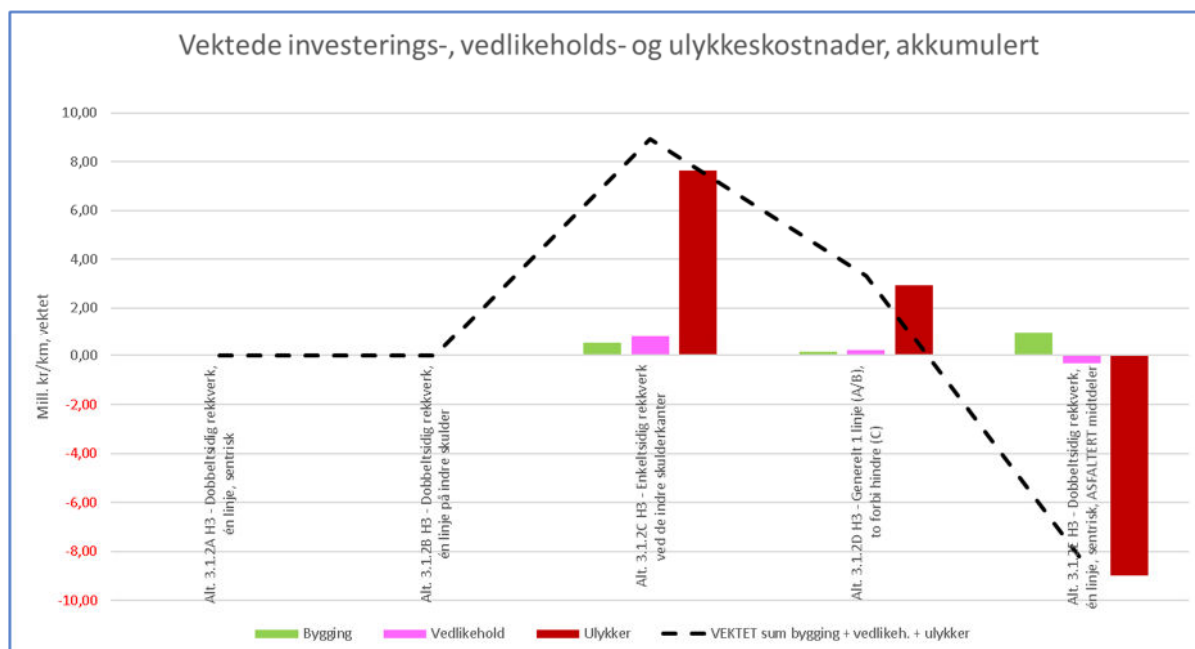
Jo mer trafikk som kjører på motorveien, desto dårligere vil alternativ C og D være i forhold til alternativ A, B og E.

#### ***Driftskostnad***

Utgifter til trafikkskader dekkes i utgangspunktet av forsikringspoolen, brøyteskader dekkes normalt av entreprenør. Driftsoppgaver blir i utgangspunktet ikke annet enn inspeksjon, dvs. helt marginalt.



Figur 13. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader samt klimagassutslipp ved alternative midtrekkverksløsninger for H3-vei.



Figur 14. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader ved alternative midtrekkverksløsninger for H3-vei der kostnadene er vektet iht. Nye Veiers beslutningsmodell.



#### 4.2.3 Poenggiving

##### *Alternativ 3.1.2A, dobbeltsidig rekkverk i senter av midtdeler*

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>38</b> |            |

##### *Alternativ 3.1.2B, dobbeltsidig rekkverk ved indre skulderkant*

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>38</b> |            |

##### *Alternativ 3.1.2C, enkeltsidig rekkverk ved de indre skulderkanter*

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

**Alternativ 3.1.2D, dobbeltsidig rekkverk som utvides til enkeltsidig rekkverk ved de indre skulderkanter forbi påkjøringsfarlige hindre i midtdeler**

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

**Alternativ 3.1.2E, dobbeltsidig rekkverk i senter av midtdeler med asfaltert midtdeler**

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 1     | 2       | 2         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>36</b> |            |

#### 4.2.4 Oppsummering

Den mest vanlige løsningen i Norge med 2 rekkverkslinjer i indre skulderkant og gressbelagt midtdeler kommer i denne vurderingen totalt sett dårligst ut. Modellen med poenggivning er grovmasket og indikerer at alternativ A og B er best, mens den vektete vurderingen i Figur 14 tilsier at alternativ 3.1.2E, **Dobbeltsidig rekkverk i senter med asfaltert midtdeler** kommer best ut i denne vurderingen. Alternativ E vurderes til å ha 7-8 % lavere ulykkeskostnader enn den nøytrale løsningen, alternativ C, og kunne i utvidet skala fått verdi 4 på TS og dermed også fått høyest poengsum.

#### 4.2.5 Forslag til videre oppfølging

Det gjøres oppmerksom på at dette er en isolert vurdering av rekkverksløsninger i midtdeler. Velges dobbeltsidig rekkverk kan ikke belysning, brusøyler mv. plasseres i midtdeler, hvilket har en rekke konsekvenser, også for plassering av kabelgrøft. Valget av rekkverk i midtdeler og asfaltering av midtdeler kan også påvirke oppsamling av overvann i midtdeler og trafikanters opplevelse av veien. Det er viktig å følge opp disse forholdene i de forskjellige kombinasjoner av alternativer for rekkverk i midtdeler og alternativer for blant annet belysning, toppdekke i midtdeler, siderekker mv. Dessuten bør det følges opp på om det er hensiktsmessig at utbøyningen av dobbeltsidig rekkverk kan trenge inn i kjørefelt i motsatt kjøreretning.

### 4.3 Oppsamling overvann i midtdeler

*Problemstilling: Bør overvann samles opp i midtdeler eller ikke i et H3-profil?*

#### 4.3.1 Beskrivelse av alternativer

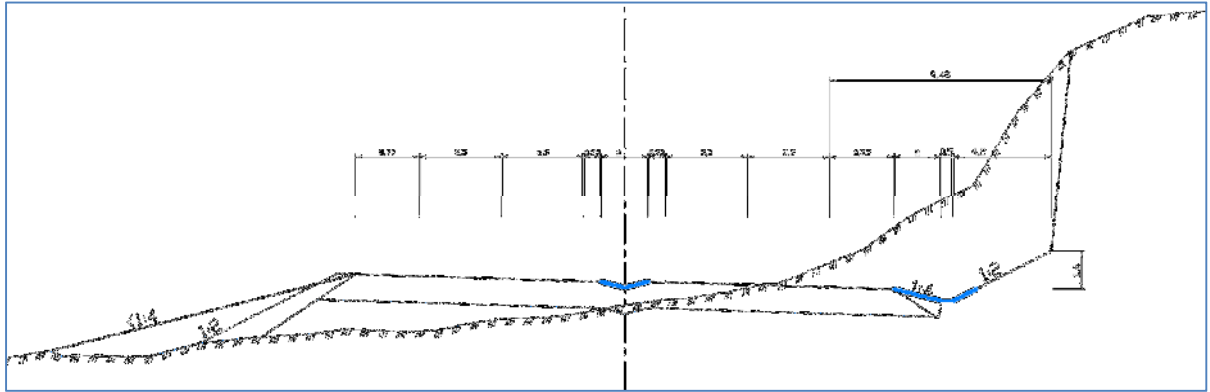
For de to presenterte alternativer forutsettes at midtdeler er 2,0 m bred. Det forutsettes dessuten at det anvendes samme type asfalt på kjørefelter for de to alternativer, og det ikke er drengasfalt. Om det oppsamles overvann i midtdeler har betydning for utbyggings- og vedlikeholdskostnad, og har konsekvenser for tykkelsen av vannfilm i kjørefelt særlig ved superelevation (énsidig fall i 4 kjørefelt).

Følgende velges felles for alle alternativer slik at dette ikke utgjør en variabel i denne sammenligningen:

- Lukket drenering i midtdeler
- Åpen drenering i sidegrøfter

**Alternativ 3.1.3A, oppsamling overvann i midtdeler (gress)**

Overvann kan oppsamles i midtdeler både ved anlegg av enkeltsidige rekkverk ved de indre skulderkanter og ved oppsetning av dobbeltsidig rekkverk i midtdeler, og både ved toppdekket av gress, asfalt, pukk eller grus i midtdeler. Med en smal midtdeler på 2,0 m oppsamles overvann i «lukket grøft» med renner, rister, brønn og rørledning til sidegrøft. Det er ingen eller «begrenset» infiltrasjon av vann i midtdeler.



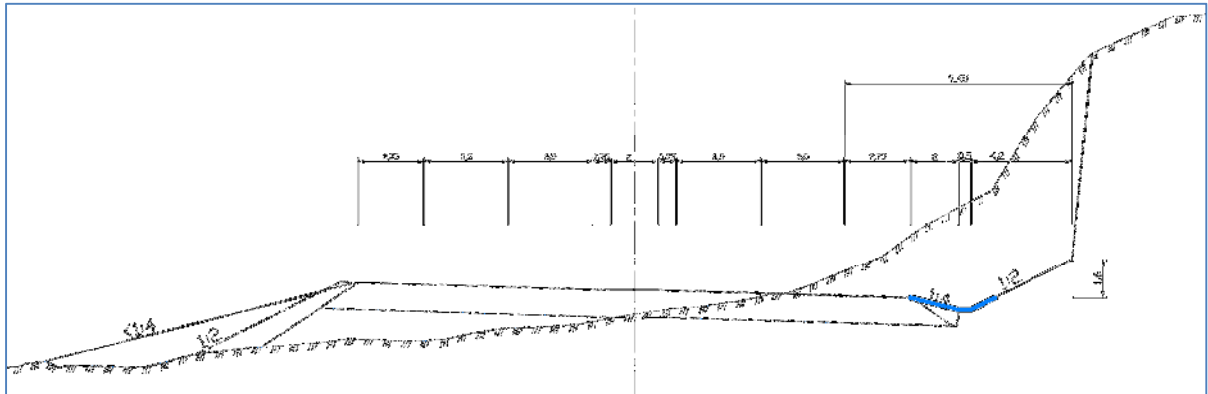
*Figur 15. H3-profil med oppsamling av overvann både i midtdeler og i sidegrøfter.*

Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Overvann fra midtdeler og eventuelt en kjørebane (en side av motorvei) oppsamles og drenes vekk.
- 2) Utbyggings- og vedlikeholdskostnad til rister, brønner og rørledning.
- 3) Overflate i midtdeler har en annen helling enn på en eller begge kjørebaner.

**Alternativ 3.1.3B, ingen oppsamling overvann i midtdeler**

Overvann oppsamles ikke i midtdeler. Det kan eventuelt være «begrenset» infiltrasjon av vann i midtdeler, men ellers strømmer overvann over midtdeler til kjørebane og over til sidegrøft. I tilfelle med ensidig fall vekk fra midtdeler på begge kjørebane, er oppsamling overvann i midtdeler "unødvendig", da regnvann / smeltevann, som ikke infiltreres i midtdeler blot kan «flyte over» og bortover en kjørebane mot sidegrøft. Ved *superelevation* med énsidig fall på begge kjørebane i samme retning, altså mot samme sidegrøft, vil ingen oppsamling av overvann i midtdeler medføre at overvann fra en kjørebane skal over til motsatt kjørebane for å nå sidegrøft.



Figur 16. H3-profil uten oppsamling av overvann i midtdeler.

Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Overvann oppsamles og drenes kun vekk i sidegrøfter. Ingen utbyggings- og vedlikeholdskostnad til rister, brønner og rørledning i/fra midtdeler.
- 2) Vannfilm på lavest liggende kjørebane ved superelevation vil – alt annet likt – være ca. 6 gange tykkere på kjørefelt inn mot midtdeler og ca. 3 gange tykkere på kjørefelt ut mot ytre skulder, når overvann ikke oppsamles i midtdeler sett i forhold til når det oppsamles overvann i midtdeler.
- 3) Overflate i midtdeler kan ha samme helning som på begge kjørebane (mer anvendelig som indre skulder).

### **Alternativ 3.1.3C, oppsamling overvann i midtdeler (asfalt)**

Overvann kan oppsamles i midtdeler både ved anlegg av enkeltsidige rekkverk ved de indre skulderkanter og ved oppsetning av dobbeltsidig rekkverk i midtdeler, og både ved toppdekket av gress, asfalt, pukk eller grus i midtdeler. Med en smal midtdeler på 2,0 m oppsamles overvann i «lukket grøft» med renner, rister, brønn og rørledning til sidegrøft. Det er ingen eller «begrenset» infiltrasjon av vann i midtdeler.

#### Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Overvann fra midtdeler og eventuelt en kjørebane (en side av motorvei) oppsamles og drenes vekk.
- 2) Utbyggings- og vedlikeholdskostnad til rister, brønner og rørledning. Asfaltert midtdeler vil medføre lettere drift som grøfterensk og gressklipping som utgår. Midtgrøftas kapasitet øker.
- 3) Overflate i midtdeler har en annen helling enn på en eller begge kjørebaner.

### **4.3.2 Vurdering**

Oppsamling av overvann i midtdeler må anses som den mest alminnelige løsningen på de nåværende motorveier, og betraktes derfor som en nøytral løsning.

Tykkelsen av vannfilm bestemmes bl.a. av regnintensitet, strømningslengden for vann på vegen (lengde- og tverrfall), vegdekkets (mikro- og) makrotekstur, mv. Det er for eksempel derfor av stor betydning for tykkelsen av vannfilm på kjørefelt, hvilken asfalt som anvendes og i hvilken utstrekning det er sporkjøring. Drensasfalt reduserer vannfilmtykkelsen betydelig.

#### **Trafikksikkerhet**

Tykkelsen av vannfilm har betydning for friksjon og derved bl.a. bremselengde og risiko for skrens. Jo tykkere vannfilm desto lavere friksjon og lengere bremselengde. På motorvei begynner vannplaning å oppstå, når vannfilmen har en tykkelse på ca. 2 mm og oppover, men det avhenger av bl.a. bilens dekk og asfalten. Risikoen for vannplaning blir kritisk høy ved en vannfilmtykkelse på ca. 4-10 mm. Det er normalt å stille krav om at vannfilmen maksimalt kan overstige en tykkelse på 4-6 mm et visst antall ganger om året (ved kraftig regn – skybrudd/cloudburst).

Jo tykkere vannfilmen er, desto mer vann vil sprøyte/sprute opp og det reduserer siktlengden for etterfølgende trafikanter. Vannfilmen kan bli så tykk, at den reflekterer lys og eventuelt blander trafikanter. Vannfilmen kan også bli så tykk, at lengdeavmerkningen "skjules" og glassperlene mister deres funksjon.

Den lavere friksjonen, reduserte siktlengden og mindre tydelig lengdeavmerkning får oftest trafikanter til å redusere farten – i noen tilfeller en betydelig fartsreduksjon.

Elvik fant i 2016, at risikoen for personskadeulykker er knapt 10 prosent høyere på dager med regnvær enn på dager uten regn i Norge.

Trafikksikkerheten vil være dårligere, når det ikke er oppsamling av overvann i midtdeler, men kun når det er superelevation, hvilket er tilfellet ved horisontale kurveradier under 4.000 m, og kun i vått føre.

Det foretages følgende antagelser til vurdering av konsekvenser for trafikksikkerhet:

- 8 prosent høyere risiko på regnværsdager enn andre dager.
- 50 prosent av dagene er regnværsdager (nedbør).
- Superelevation forekommer på 50 prosent av strekning.
- Det er direkte proporsjonalitet mellom tykkelse av vannfilm og økning i risiko for ulykker.
- Tykkelsen av vannfilm økes ca. 6 gange for ca. 10 % av trafikantene. Tykkelsen av vannfilm økes ca. 3 ganger for ca. 40 % av trafikantene.

Alternativ 3.1.3A og 3.1.3C, oppsamling av overvann i midtdeler: Risikoen er ca.  $1 + 0,08 \times 0,5 = 1,04$  ganger høyere enn på veier uten nedbør.

Alternativ 3.1.3B, ingen oppsamling av overvann i midtdeler: Risikoen er ca.  $1 + 0,08 \times 0,5 + 0,08 \times 0,5 \times 0,5 \times 0,1 \times 6 + 0,08 \times 0,5 \times 0,5 \times 0,4 \times 3 = 1,076$  gange høyere enn på veier uten nedbør. Ulykkeskostnaden anslås dermed å være  $1,076 / 1,04 = 1,035 \sim$  ca. 3,5 % høyere ved alternativ 3.1.3B enn ved 3.1.3A.

#### **Trafikantnytte**

Gjennomsnittshastigheten på motorvei faller med ca. 1 % ved lett nedbør (mindre enn 1 mm / time) og faller med ca. 4-8 % ved kraftig nedbør (mer enn 1 mm / time). Ved kraftig snøfall og skybrudd er fallet i gjennomsnittshastighet betydelig høyere enn 8 %. Rundt regnet kan det forventes ca. 400-500 timers nedbør om året, herav halvdelen av tiden som lett nedbør og den annen halvdel som kraftig nedbør.

Alternativ 3.1.3A, oppsamling av overvann i midtdeler: Gjennomsnittshastigheten faller med ca.  $0,01 \times 225/8760 + 0,06 \times 225/8760 = 0,18$  % som følge av nedbør på motorvei.

Alternativ 3.1.3B, ingen oppsamling av overvann i midtdeler: Gjennomsnittshastigheten faller med ca.  $(0,01 \times 225/8760 + 0,06 \times 225/8760) \times (1 + 0,5 \times 0,1 \times 6 + 0,5 \times 0,4 \times 3) = 0,34$  % som følge av nedbør på motorvei. Gjennomsnittshastigheten kan forventes å være ca. 0,15 km/t lavere på motorvei med alternativ 3.1.3B enn på motorvei med alternativ 3.1.3A hvilket svarer til at trafikantene samlet bruker ca. 72 timer mer på veien pr. km pr. år, hvilket igjen gir en økning i reisekostnader på ca. 9.300 NOK pr. km pr. år. Over 75 år blir dette **redusert trafikantnytte på 0,7 mill. kr/km**. Kortere sikt lengder og mindre synlig lengdeavmerkning i tilfelle av nedbør med alternativ 3.1.3B enn med alternativ 3.1.3A.

#### **Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø**

Ingen betydelig forskjell, men det vil være mindre behov for å utføre driftsoppgaver som tømning av sandfang o.l. i alternativ B.

#### **Ytre miljø**

Differansen i klimagassutslipp mellom høyeste og laveste utgjør kun 70 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. kilometer, noe som må betraktes som marginalt.

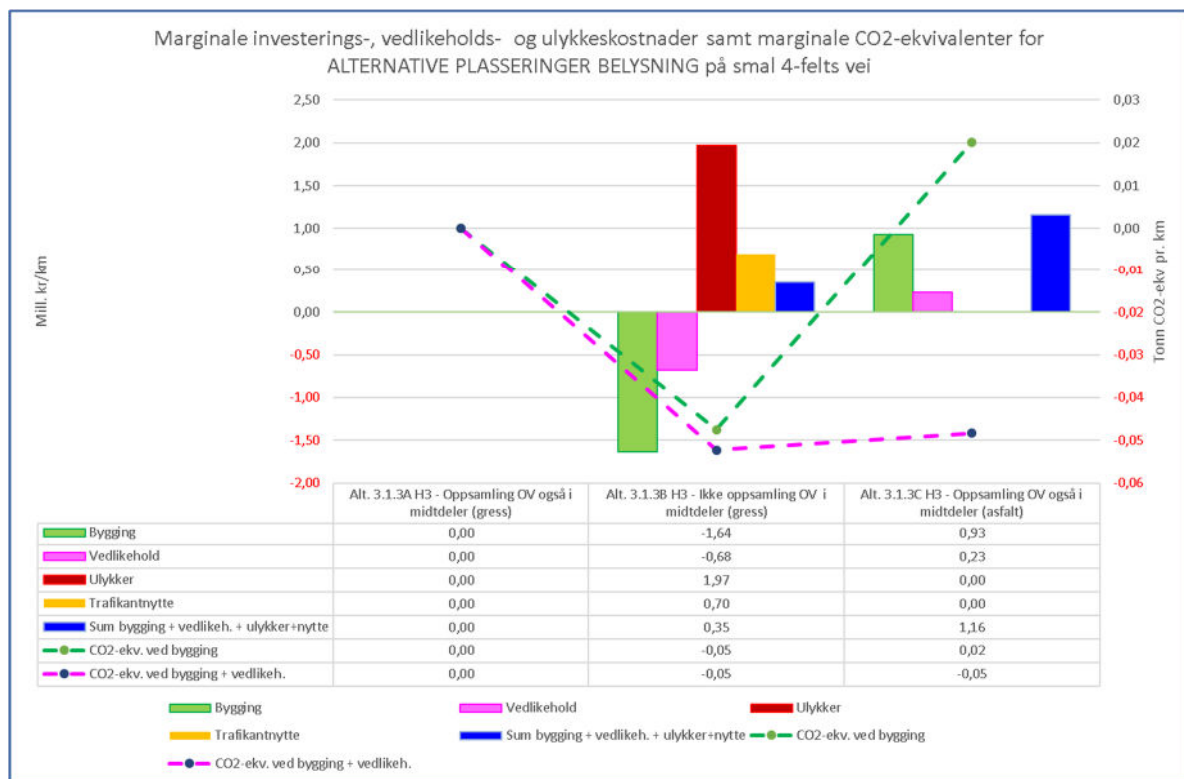
### Utbyggings- og vedlikeholdskostnader

Det er kostnadsbesparende å kutte ut oppsamlingssystem for overvann i midtdeler. Her er det beregnet til ca. 1.650 kr/m. Innsparing ved utvidelse av 2-felts vei til 4-felts vei vil trolig bli større enn det som er beregnet her da grøft og kummer i midtdeler i slike tilfeller medfører delvis utgraving av eksisterende vei.

### Driftskostnad

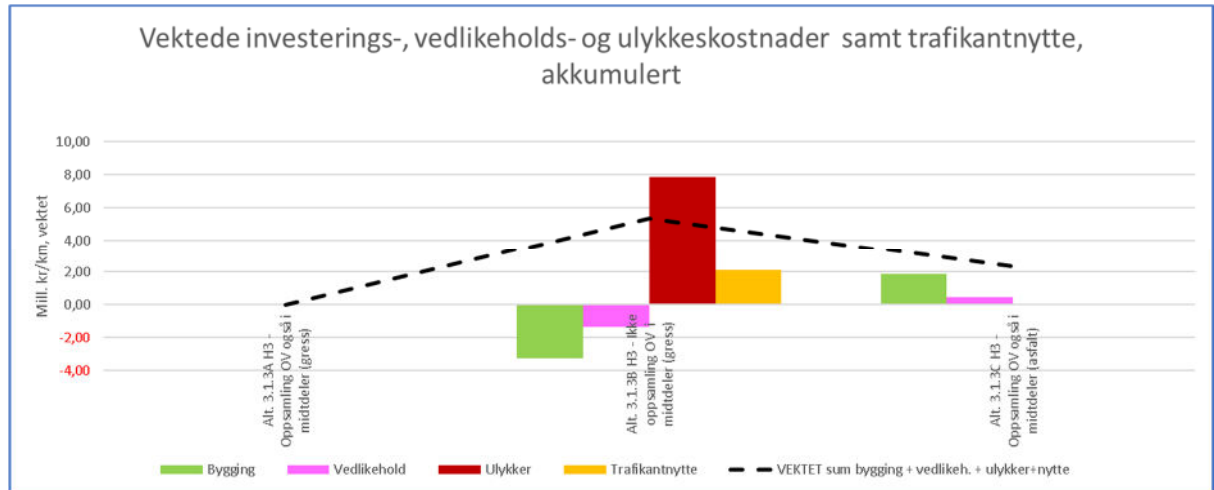
Alternativ 3.1.3A oppsamling overvann i midtdeler vil være dyrere enn alternativ 3.1.3B. Tømming av sandfang med sugebil inkludert putebil og forvarsling estimeres til:

4 SF i timen  $(800+1600+800)/4 = 800$  kr/SF. Gir med en avstand på 50 m og tømming pr 3 år en kostnad på 1.350 kr/km pr. år pr linje med lukket drenering, dvs. i denne sammenheng en marginal kostnad.



Figur 17. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader supplert med trafikanntytte samt klimagassutslipp ved alternative løsninger for oppsamling av overvann i midtdeler for H3-vei.





Figur 18. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader supplert med trafikantnytte ved alternative løsninger for oppsamling av overvann i midtdeler for H3-vei der kostnadene er vektet iht. Nye Veiers beslutningsmodell.

#### 4.3.3 Poenggiving

##### Alternativ 3.1.3A, oppsamling overvann i midtdeler

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

##### Alternativ 3.1.3B, ingen oppsamling overvann i midtdeler

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 1     | 4       | 4         |            |
| TN  | 1     | 3       | 3         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 3     | 2       | 6         |            |
|     |       |         | <b>31</b> |            |

### Alternativ 3.1.3C, oppsamling overvann i midtdeler

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 1     | 2       | 2         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>32</b> |            |

#### 4.3.4 Oppsummering

**Oppsamling av overvann i midtdeler med overflate av gress fremstår som best i denne vurderingen.** Løsning uten oppsamling av overvann gir marginalt lavere utslipp av klimagasser. I dette tilfellet får trafikantnyttens markant negativ effekt for alternativ B der overvann ikke samles opp i midtdeler.

Det å kutte ut oppsamling av overvann i midtdeler fremstår som mest aktuelt hvis man kombinerer med løsninger som eksempelvis asfaltert midtdeler med dobbeltsidig midtrekkverk og derved bredere indre skuldre eller smalere midtdeler.

Jo mer trafikk som kjører på motorveien, desto dårligere vil alternativ B fremstå overfor alternativ A og C. Oppsamling av overvann blir altså stadig viktigere jo mer trafikk som kjører på veien. Her er vurderingen utført med 15.000 i årsgjennsnittstrafikk.

#### 4.3.5 Forslag til videre oppfølging

Ingen

#### **4.4 Kabelgrøft plassering**

Plassering av kabelgrøft er en funksjon av plassering av belysning. Det er ikke funnet at plassering av kabelgrøfta har nevneverdige konsekvenser for trafikkssikkerhet, byggekostnader eller trafikanntytte. I en drifts- og vedlikeholdssituasjon vil en kabelkum bak et rekkverk gi mer beskyttelse enn tilsvarende kum på innsiden av et rekkverk.

I bruer i linja vil kabelgrøfttrasé ligge innenfor skulderkantene. Hvis kabelgrøfta generelt ligger utenfor rekkverkslinja vil man ha velkjente problemstillinger med kollisjon mellom rekkverksstolper og kabelgrøft før og etter bruer i linja.

Hvis man ikke har gjennomgående sideplassert rekkverk vil man ved rekkverksender som føres ut i sideterreng ha potensielle konflikter mellom rekkverkslinjer og kabeltrasé.

I løsninger med gjennomgående sideplassert rekkverk vil antall konflikter mellom rekkverk og kabelgrøft trolig minimeres.

## 4.5 Toppdekke i midtdeler

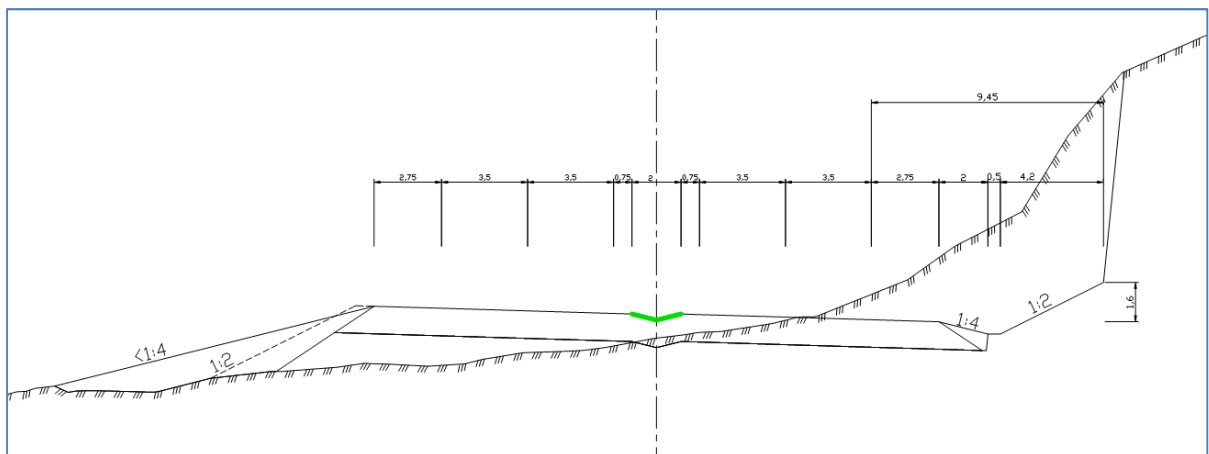
### 4.5.1 Beskrivelse av alternativer

Følgende velges felles for alle alternativer slik at dette ikke utgjør en variabel i denne sammenligningen:

- Midtdelerbredde 2,0 m
- Dobbeltsidig rekkverk i senter av midtdeler
- Lukket drenering i midtdeler
- Åpen drenering i sidegrøfter
- Ensidig belysning med sideplasserte veilys UTEN gjennomgående sideplassert rekkverk

#### Alternativ 3.1.5A, gress i midtdeler

Toppdekket i midtdeler er gress. Ut fra en estetisk synsvinkel er det hensiktsmessig med gressdekket midtdeler, da dette bryter belegningens ellers ensartede asfaltoverflate. Gressoverflaten er jevn, men ikke hard. Friksjonen er ikke høy, hvorfor skrens er alminnelig ved unnvikende manøvrer og nedbremsing på gress.



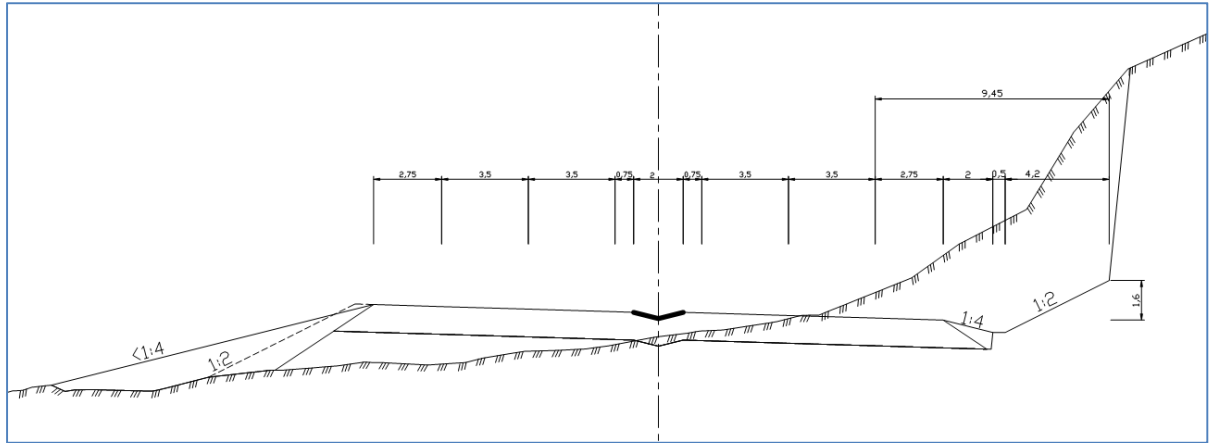
Figur 19. Gress i midtdeler

#### Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Gresset skal klippes X gange per år. Klipping av gress utføres med forskjellige metoder avhengig av bl.a. plassering av rekkverk og andre elementer i midtdeler.
- 2) Overvann kan oppsamles med gress i midtdeler. Om dette gir tilfredsstillende rensing ved infiltrasjon bør vurderes i det enkelte tilfelle.
- 3) Grøftas kapasitet vil være lavere enn ved asfaltert og gruset toppdekke i midtdeler.

### **Alternativ 3.1.5B, asfalt i midtdeler**

Toppdekket i midtdeler er asfalt. Ut ifra en estetisk synsvinkel kan det være hensiktsmessig å utføre asfalt i midtdeler i en annen farge/nyanse enn på asfalt på kjørefelt. Asfalten er jevn og hard, og har noenlunde samme friksjon som asfalten på kjørefelt, hvorfor unnvikende manøver og nedbremsing på denne midtdeler fungerer fint.



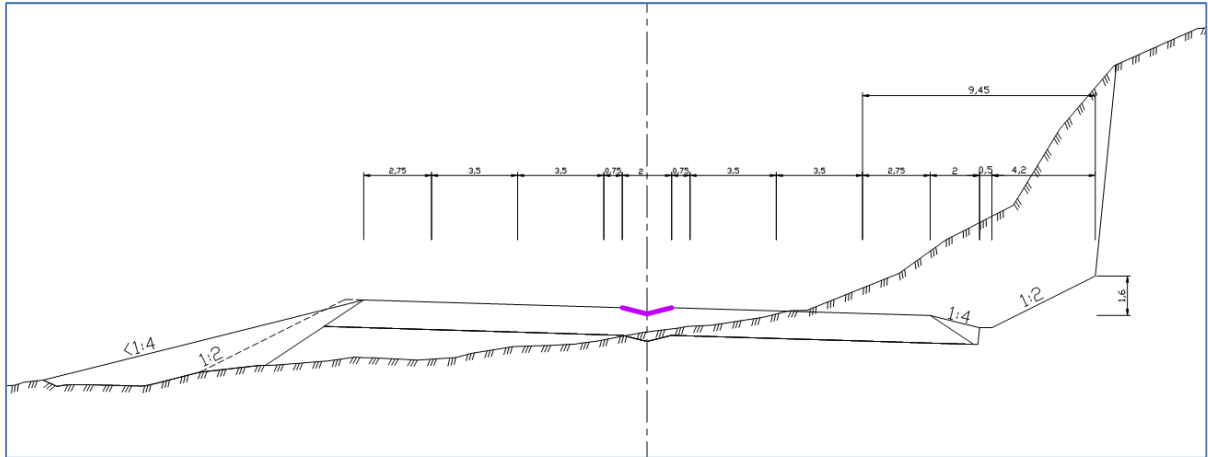
*Figur 20. Asfalt i midtdeler*

#### Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Rengjøring ved spyling.
- 2) Krever eventuelt ugressbekjempelse / gassbrenning ved rekkverksstolper, lysmaster og lignende X ganger per år? Toppdekket antas utskiftet omtrent hvert 20. år.
- 3) Overvann kan oppsamles ved asfaltert midtdeler. Hindrer direkte infiltrasjon hvilket kan være positivt for å sikre adekvat rensing.
- 4) Grøftas kapasitet vil være høyere enn ved toppdekke av gress eller grus.

### Alternativ 3.1.5C, pukk/grus i midtdeler

Toppdekket i midtdeler er pukk/grus. Pukk/grus overflaten er jevn og hard, men løsere og har en lavere friksjon enn asfalten på kjørefelt, hvorfor skrens er forholdsvis alminnelig ved unnamanøver og nedbremsing på denne midtdeler.



Figur 21. Pukk/grus i midtdeler.

#### Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Krever eventuelt ugressbekjempelse / gassbrenning X ganger per år samt mulig ekstra feiing hvis overvann eller annet flytter pukk/grus ut på kjørefelter. Toppdekke antas utskiftet omtrent hvert 10. år?
- 4) Overvann kan oppsamles med pukk/grus i midtdeler. Om dette gir tilfredsstillende rensing ved infiltrasjon bør vurderes i det enkelte tilfelle.
- 5) Grøftas kapasitet vil være noe høyere enn ved toppdekke av gress, men lavere enn ved toppdekke av asfalt.

### 4.5.2 Vurdering

Alternativ 3.1.5A gress i midtdeler må anses som den mest alminnelige løsning på nåværende motorveier og andre 4-felts veger med midtdeler i åpent land, og betraktes derfor som en nøytral løsning.

Valg av midtrekkverk har stor innvirkning på hvilken betydning valg av toppdekk i midtdeler har for særlig trafiksikkerhet og drifts- og vedlikeholdskostnader. Her er valgt et dobbeltsidig rekkverk (1,0 m bred) plassert i senter av midtdeler.

#### Trafiksikkerhet

Valg av toppdekke i midtdeler har kun nevneverdig betydning for trafiksikkerheten hvis det anvendes et dobbeltsidig midtrekkverk. Her har det betydning da muligheten for unnamanøver og nedbremsing er langt bedre når toppdekket er utført i asfalt. Omfanget av drifts- og vedlikeholdsarbeid (og derved stenging av kjørefelt) er forskjellig med henholdsvis gress, asfalt eller

pukk/grus i midtdeler, men det påvirker neppe trafikksikkerheten nevneverdig. Ytterligere er kjøreopplevelsen forskjellig med gress, asfalt eller pukk/grus i midtdeler, men det påvirker heller ikke trafikksikkerheten nevneverdig.

Med to enkeltsidige rekkverk ved de indre skulderkanter forventes trafikksikkerheten å være lik for Alternativ 3.1.5A gress i midtdeler, Alternativ 3.1.5B asfalt i midtdeler og Alternativ 3.1.5C pukk/grus i midtdeler.

Med dobbeltsidig rekkverk i midtdeler forventes trafikksikkerheten at være lik for Alternativ 3.1.5A gress i midtdeler og Alternativ 3.1.5C pukk/grus i midtdeler, mens trafikksikkerheten forventes å være ca. 4,0 % bedre ved Alternativ 3.1.5B asfalt i midtdeler i forhold til Alternativ 3.1.5A og 3.1.5C.

#### **Trafikantnytte**

Alternativ 3.1.5A, gress i midtdeler: Fin estetisk løsning. Grunnet drift forventes stengning av et kjørefelt i ca. X timer per år.

Alternativ 3.1.5B, asfalt i midtdeler: Litt kjedelig løsning, men med farging av asfalt kan det bli en finere løsning. Grunnet drift forventes stenging av et kjørefelt i ca. X timer per år.

Alternativ 3.1.5C, pukk/grus i midtdeler: Litt kjedelig løsning og løst materiale på kjørefelt kan gi en dårlig opplevelse. Grunnet drift forventes stengning av et kjørefelt i ca. X timer per år.

Tidsforbruk til drift er kvantifisert under driftskostnad. Påvirkning av reisehastighet vil variere marginalt mellom alternativene.

#### **Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø**

Omfang av stengning er forskjellig fra alternativ til alternativ. Det kan være forskjellig om vedlikehold utføres fra kjøretøy, med håndholdt maskin eller spesielle roboter (avhenger av type midtrekkverk).

#### **Ytre miljø**

Differansen i klimagassutslipp mellom høyeste og laveste utgjør kun 300 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. kilometer, noe som må betraktes som marginalt.

#### **Utbyggings- og vedlikeholdskostnader**

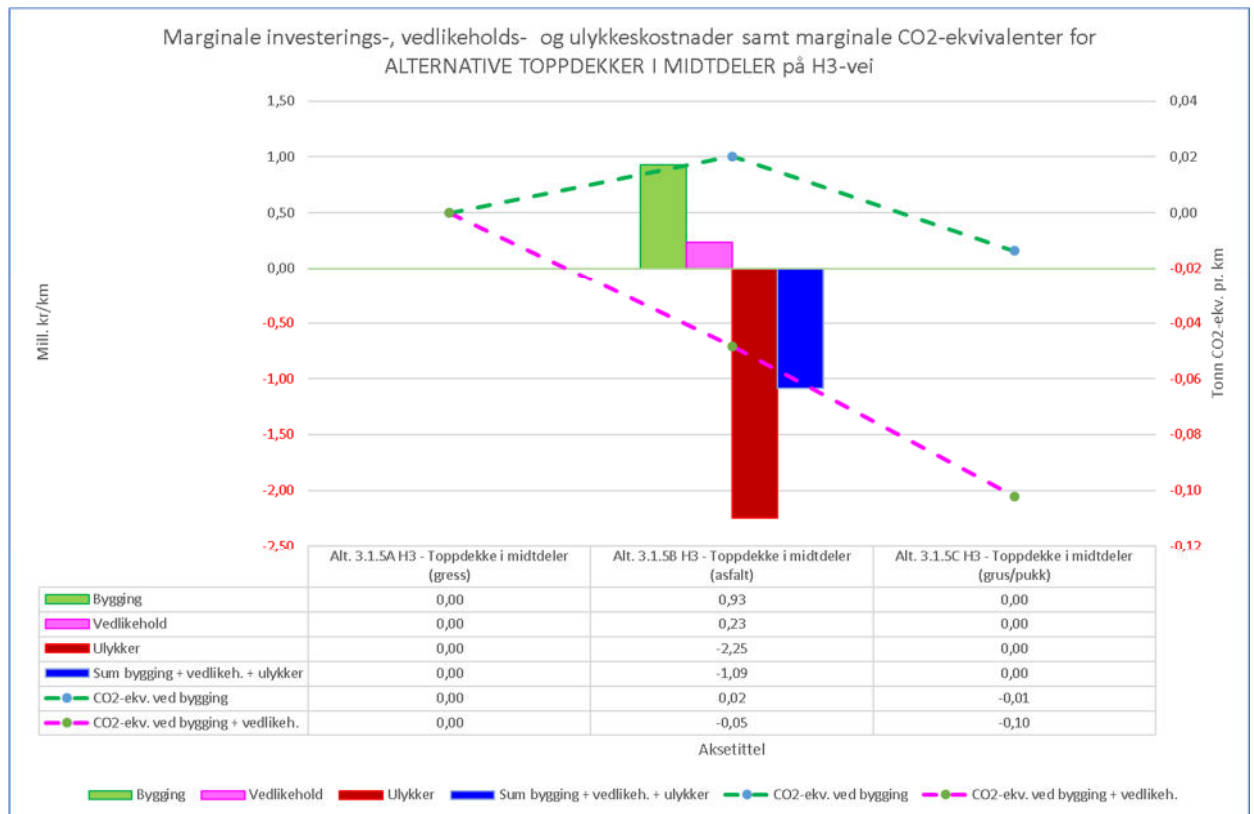
Alternativ B med toppdekke av asfalt har noe høye bygge- og vedlikeholdskostnader enn alternativene med gress eller grus/pukk. Se for øvrig Figur 22 og Figur 23.

#### **Driftskostnad**

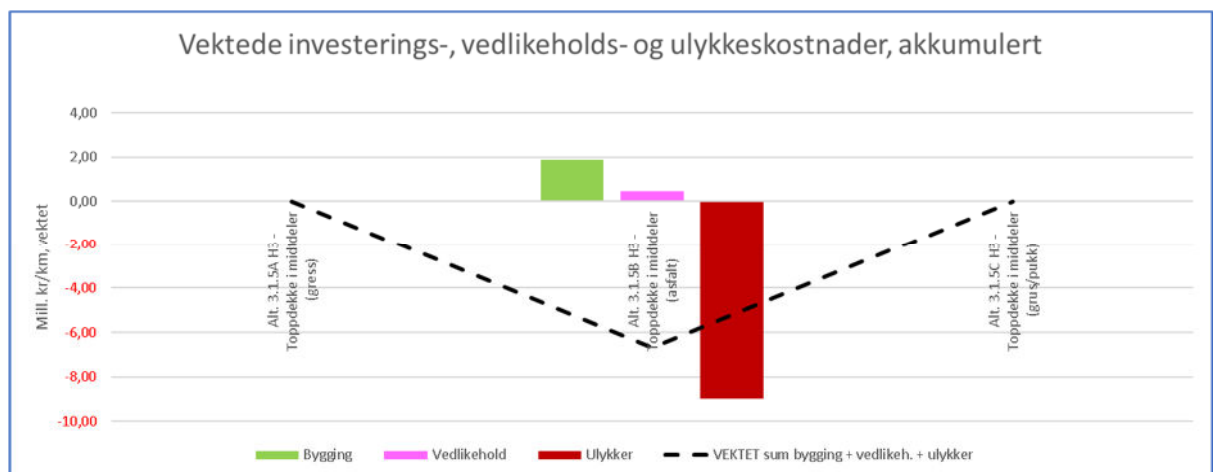
Estimat på forskjeller i driftskostnader:

Driftskostnadene for gress i midtdeler defineres som kantslått. Årlig slått. Kantslått, forvarsling og putebil. (800+1200+1000) kr pr time. 5 km/t. Gir 560 kr/km\*år

For asfaltert midtdeler, spyling årlig. Spylebil, forvarsling og putebil. (800+1200+1200)kr/time. 8km/t. Gir 400 kr/km\*år.



Figur 22. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader samt klimagassutslipp ved alternative løsninger for toppdekke i midtdeler for H3-vei.



Figur 23. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader ved alternative løsninger for toppdekke i midtdeler for H3-vei der kostnadene er vektet iht. Nye Veiers beslutningsmodell.



#### 4.5.3 Poenggiving

##### Alternativ 3.1.5A, gress i midtdeler

|     | Poeng | Vekting | Sum:      | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

##### Alternativ 3.1.5B, asfalt i midtdeler

|     | Poeng | Vekting | Sum:      | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 1     | 2       | 2         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>36</b> |            |

##### Alternativ 3.1.5C, pukkg/grus i midtdeler

|     | Poeng | Vekting | Sum:      | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

#### 4.5.4 Oppsummering

Alternativ B med **asfaltert midtdeler** scorer best på kostnader, gitt at midtdeler bygges med dobbeltsidig rekkverk i senter av midtdeler. Dette fordi muligheten for unnamanøver og nedbremsing er langt bedre når toppdekket er utført i asfalt. Forskjellene i klimagassutslipp er marginale. Jo mer trafikk som kjører på motorveien, desto mer gunstig blir det at **toppdekket er i asfalt og midtrekkverk er dobbeltsidig**.

#### 4.5.5 Forslag til videre oppfølging

Ingen

## 4.6 Siderekkverk eller tilgivende sideterreng

*Problemstilling: Bør man bygge H3-veier med gjennomgående sideplassert rekkverk fremfor å fortsette med dagens norske praksis med å minimere rekkverksbruk og heller etablere et mykt/tilgivende sideterreng?*

### 4.6.1 Beskrivelse av alternativer

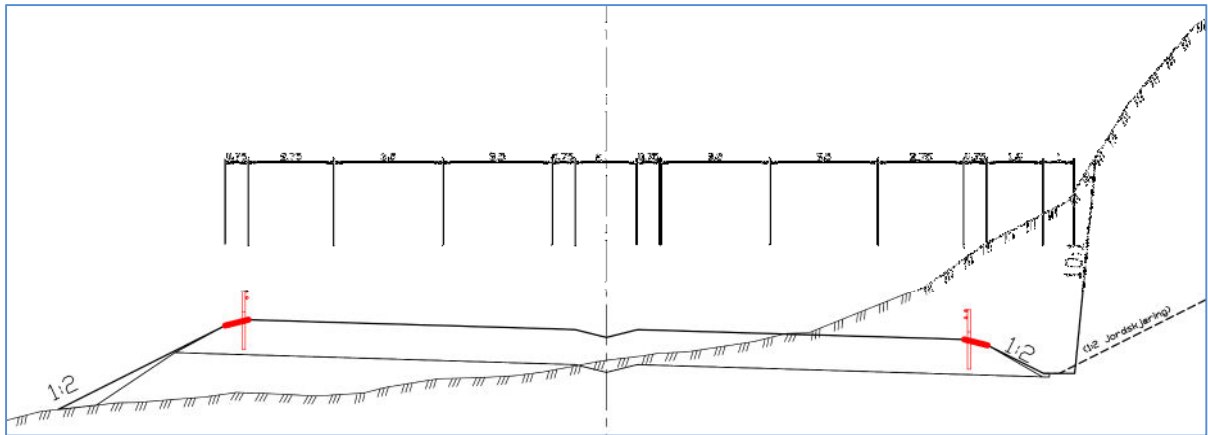
For de 3 presenterte alternativer forutsettes at ytre skulder er asfaltert og 2,75 m bred. Den brede asfalterte ytre skulder reduserer den trafiksikkerhetsmessige virkning av siderekkverk og tilgivende sideterreng. Etablering av freste rumleriller i ytre skulder vil også redusere den trafiksikkerhetsmessige virkning av siderekkverk og tilgivende sideterreng, men her forutsettes at det ikke etableres freste rumleriller.

Følgende velges felles for alle alternativer slik at dette ikke utgjør en variabel i denne sammenligningen:

- Midtstilt belysning med enkeltsidig rekkverk ved de indre skulderkanter
- Gress i midtdeler
- Lukket drenering i midtdeler

### Alternativ 3.1.6A, Gjennomgående sideplassert rekkverk på begge sider

Der oppsettes et gjennomgående sideplassert rekkverk ved ytterkant av ytre skulder. De krav som stilles i Håndbok N101 til arealet bak rekkverkets forkant skal overholdes. Hvor bredt arealet er, avhenger bl.a. av rekkverkets deformasjons- og arbeidsbredde (stivhetsklasse). Utbyggings- og vedlikeholdskostnad avhenger bl.a. av arealets bredde. Trafikksikkerheten avhenger bl.a. av den valgte stivhetsklasse. Åpne sidegrøfter etableres med grøfteskråning 1:2. I fjellskjæring etableres fanggrøfter i tråd med krav i N200, fig. 222.2. **Rekkverksrom/skråningstopp** er vist med rød strek på snittet nedenfor. Flaten foreslås her å ligge med helning 1:4 bort fra veien. Dette medfører at grøfte- og fyllingsskråninger blir litt smalere.



Figur 24. Alternativ 3.1.6A: Gjennomgående sideplassert rekkverk på begge sider. Øvre del av veiskråning utformes med bredde 0,75 m og helning 1:4 og er vist med rød strek. Krav til fanggrøft i fjellskjæring, her vist med samlet bredde 3,5 m, bestemmes av krav i håndbok N200.

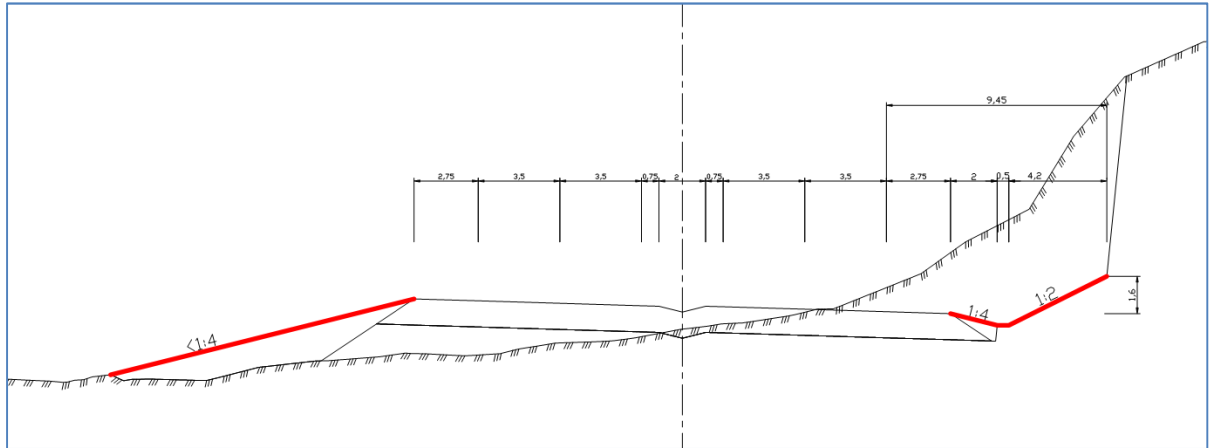
#### Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Det bygges gjennomgående sideplassert rekkverk på begge sider av veien i ytterkant av ytre skulder.
- 2) Påkjøringsfarlige sidehindre (fjell, trær, lysmaster, portaler, ...) kan plasseres bak rekkverkets arbeidsbredde. Krav til fanggrøft tilfredsstilles.
- 3) Påkjøring av rekkverksavslutninger unngås.
- 4) Påkjøring av ettergivende stolper (eksempelvis skilt) unngås.
- 5) Grøfter kan plasseres tettere på ytre skulder. Åpne grøfter blir i praksis oftere en mulighet.
- 6) Bredde av sideareal reduseres.
- 7) Gode muligheter for oppmagasinering av snø i sideareal.

### **Alternativ 3.1.6B, Tilgivende sideterreng**

Sikkerhetssonens bredde er sikkerhetsavstanden på 10 m pluss eventuelle tillegg for krappe kurver, veg, jernbane og spesielle anlegg samt tillegg/fratrekk for skråninger. I praksis er tillegg sjeldent mer enn 10 m og fratrekk sjeldent mer enn 1 m. Sikkerhetssonen defineres ut fra kjørebane kant og ytre skulder inngår dermed i sikkerhetssonen. Bredden av tilgivende sideterreng er dermed 7,25 m før tillegg/fratrekk og oftest mellom 6,70 m og 17,25 m etter tillegg/fratrekk.

Her velges lukket drenering i sidegrøfter for å redusere arealbeslag i skjæringer. Slake fyllings-skråninger velges for å redusere rekkverksbehov.



*Figur 25. Alternativ 3.1.6B: Veiprofil med slake veiskråninger og ikke påkjøringsfarlige objekter innenfor sikkerhetssonen gir et tilgivende sideterreng.*

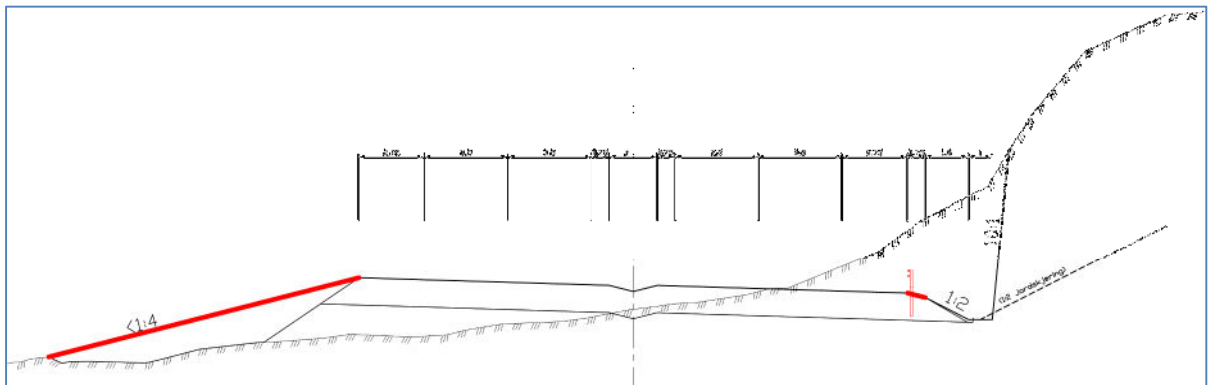
#### Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Påkjøringsfarlige sidehindre (fjell, lysmaster, portaler, ...) må ikke finnes i sikkerhetssonen.
- 2) Rekkverksavslutninger oppstår og kan påkjøres.
- 3) Ettergivende stolper (eksempelvis skilt) er i sikkerhetssonen og kan påkjøres.
- 4) Grøftebunn plasseres lenger fra ytre skulder og åpne grøfter blir i praksis sjeldnere en mulighet.
- 5) Bredde av sideareal økes.
- 6) (Enda) større muligheter for oppmagasinering av snø i sideareal.

**Alternativ 3.1.6C, Gjennomgående sideplassert rekkverk på én side kombinert med tilgivende sideterreng på motsatt side**

Der oppsettes et gjennomgående sideplassert rekkverk ved ytterkant av ytre skulder på én side av veien. De krav som stilles i Håndbok N101 til arealet bak rekkverkets forkant skal overholdes. Hvor bredt arealet er, avhenger bl.a. av rekkverkets deformasjons- og arbeidsbredde (stivhetsklasse). Utbyggings- og vedlikeholdskostnad avhenger bl.a. av arealets bredde. Trafikksikkerheten avhenger bl.a. av den valgte stivhetsklasse. Åpne sidegrøfter etableres med grøfteskråning 1:2. I fjellskjæringer etableres fanggrøfter i tråd med krav i N200, fig. 222.2.

På motsatt side etablere et mykt sideterreng som i alternativ 3.1.6B.



*Figur 26. Alternativ 3.1.6C: Gjennomgående sideplassert rekkverk på én side kombinert med tilgivende sideterreng på motsatt side. Dette alternativet blir dermed en kombinasjon av alternativ 3.1.6A og 3.1.6B.*

Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Det bygges gjennomgående sideplassert rekkverk på én side av veien i ytterkant av ytre skulder.
- 2) På motsatt side etableres et tilgivende sideterreng.
- 3) Se forøvrig beskrivelse under hhv. alt. 3.1.6A 3.1.6B.

#### **4.6.2 Vurdering**

For siderekkverk opereres med enkeltsidig stålrekkverk med en bredde på 0,5 m (prisnivå 2018 er ca. 325.000 DKK per km), hvor forkant av rekkverk er ved asfaltkant av ytre skulder. For 50 % av strekning er rekkverk i stivhetsklasse W1, da lysmaster, portaler og lignende står bak rekkverk. Det svarer til, at lysmast står mer enn 0,6 m fra forkant av rekkverk eller senter av lysmast står ca. 0,75 m fra forkant av rekkverk. For 50 % av strekning er rekkverk i stivhetsklasse W4, da lysmaster, portaler og lignende ikke står bak rekkverk. Her forutsettes at skråningstoppen fra ytterkant av ytre skulder er ca. 0,75 m bred og med 1:4 helling, mens indre grøfteskråning har helning 1:2.

For tilgivende sideterreng opereres med en gjennomsnittlig bredde på 7,25 m med fordeling 15 % fylling/fallende terreng, 40 % jordskjæring, 25 % bergskjæring og 20 % flatt/litt stigende terreng. Det ses på en side av motorvei.

### **Trafikksikkerhet**

Siderekkverk reduserer nesten alltid alvorligheten av de mest alvorlige ulykker med utforkjøring i høyre side. Kun i tilfelle av en meget bred sikkerhetssone, der er flatt eller litt fallende/stigende terreng og med en jevn og fartsdempende overflate (typisk miks av sand og grus), kan siderekkverk langs motorvei forverre alvorlige ulykker med utforkjøring i høyre side. Siderekkverk har en stadig mindre prosentuell virkning på personskader, hvilket skyldes at utforkjøring i høyre side inngår i en stadig mindre andel av ulykkene jo mer trafikk som kjører på motorveien. Gjennomgående siderekkverk fjerner risikoen ved påkjøring av rekkverksender.

Det vurderes at gjennomgående siderekkverk i en side av motorvei (med samlet årstdøgntrafikk på 12.000 for begge retninger) vil redusere antall drepte med ca. 7 %, redusere antall hardt skadede med ca. 2 %, men øke antall lett skadede og materielskadeulykker med ca. 2 %. Dette gir et fall i ulykkeskostnad på ca. 2 %. Hvis det utføres gjennomgående siderekkverk i begge sider av motorveien vil disse effekter bli omtrent dobbelt så store.

Effekter av gjennomgående siderekkverk er noe beskrevet i Trafikksikkerhetshåndboken fra TØI. Det finnes konkrete studier av gjennomgående siderekkverk på motorveier fra bl.a. Frankrike, USA og Australia. Alvorlighet av påkjøring av siderekkverk kontra utforkjøring i tilgivende sideterreng er beskrevet detaljert av bl.a. Jurewitz og Steinmetz, 2012. Nye siderekkverk er samtidig sikrere enn gamle siderekkverk se f.eks. Cafiso og D'Agostino, 2017. Man finner mange relevante studier på [cmfclearinghouse.org](http://cmfclearinghouse.org).

### **Trafikantnytte**

Gjennomgående siderekkverk vil gi optisk ledning for trafikanter. Bakenforliggende terreng vil komme tettere på kjørebanelen med siderekkverk, så for eksempel vil bergskjæring oppleves mer som en kløft når det er siderekkverk enn med tilgivende sideterreng. Ved gjennomgående siderekkverk vil veien oppleves som mer ensformig, men terrenget som mer variert.

Der forventes ikke stenging av kjørefelt ved vedlikehold av siderekkverk og tilgivende sideterreng.

### **Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø**

Marginale forskjeller.

### **Ytre miljø**

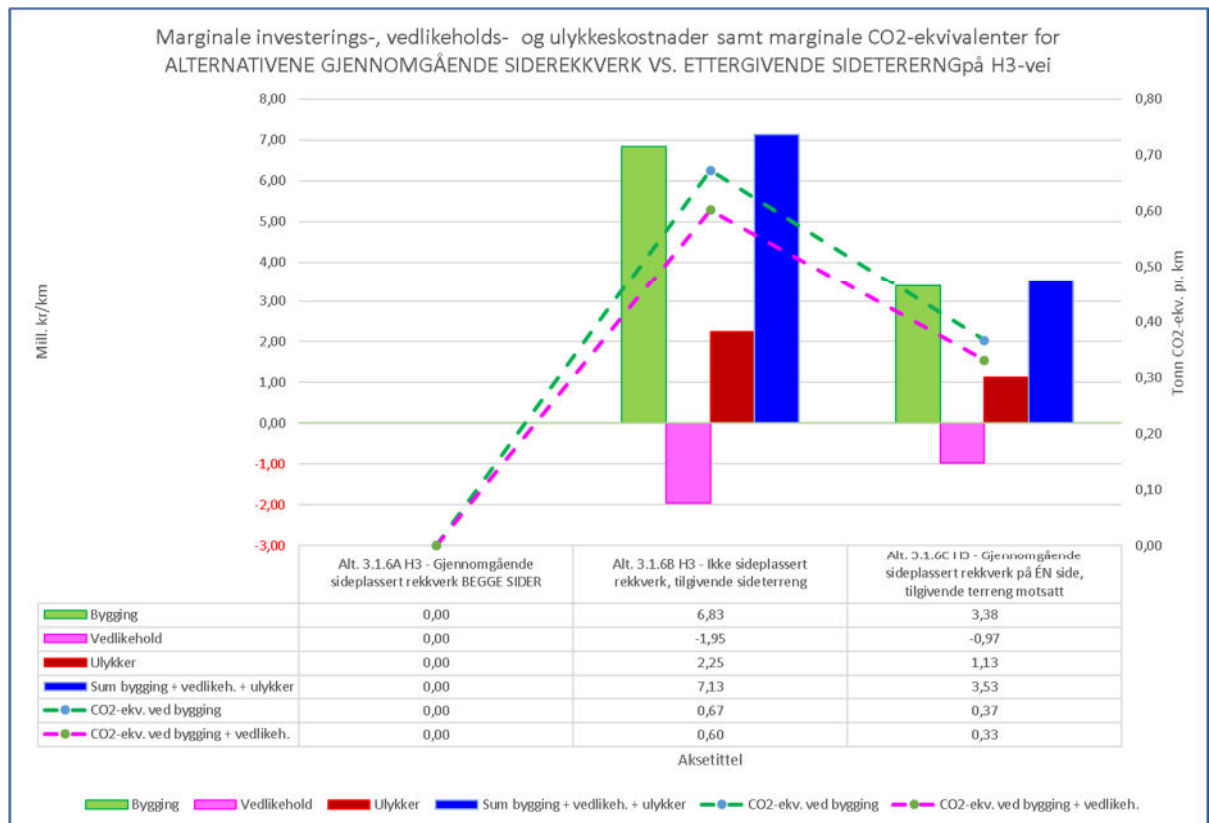
Differansen i klimagassutslipp mellom høyeste og laveste utgjør kun ca. 600 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. kilometer, noe som må betraktes som marginalt.

### **Utbyggings- og vedlikeholdskostnader**

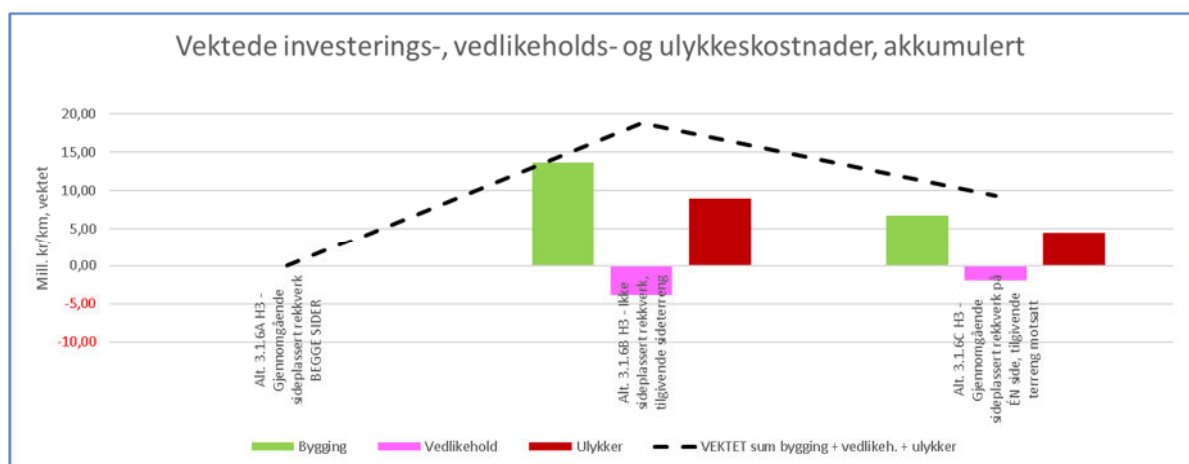
Resultatene fra beregningene, se Figur 27 og Figur 28, viser at et smalere profil med gjennomgående tosidig sideplassert rekkverk har lavest investeringskostnad, men høyest vedlikeholdskostnad.

### **Driftskostnad**

Det er ikke funnet markante forskjeller i driftskostnader mellom alternativene. Mindre areal veiskråninger vil gi mindre arealer og klippe, men kostnadseffekten er marginal.



Figur 27. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader samt klimagassutslipp ved alternativene gjennomgående sideplassert rekkverk vs. ettergivende sideterreng for H3-vei.



Figur 28. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader ved alternativene gjennomgående sideplassert rekkverk vs. ettergivende sideterreng for H3-veider kostnadene er vektet iht. Nye Veiers beslutningsmodell.

#### 4.6.3 Poenggiving

##### Alternativ 3.1.6A, gjennomgående sideplassert rekkverk BEGGE sider

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar:                  |
|-----|-------|---------|-----------|-----------------------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        | 4 % lavere ulykkeskostnader |
| TN  | 2     | 3       | 6         |                             |
| SHA | 2     | 3       | 6         |                             |
| YM  | 2     | 3       | 6         |                             |
| UK  | 3     | 2       | 6         |                             |
| DK  | 1     | 2       | 2         |                             |
|     |       |         | <b>38</b> |                             |

##### Alternativ 3.1.6B, tilgivende sideterreng

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

##### Alternativ 3.1.6C, gjennomgående sideplassert rekkverk ÉN side

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar:                  |
|-----|-------|---------|-----------|-----------------------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        | 2 % lavere ulykkeskostnader |
| TN  | 2     | 3       | 6         |                             |
| SHA | 2     | 3       | 6         |                             |
| YM  | 2     | 3       | 6         |                             |
| UK  | 3     | 2       | 6         |                             |
| DK  | 1     | 2       | 2         |                             |
|     |       |         | <b>38</b> |                             |

#### 4.6.4 Oppsummering

Resultatene fra beregningene, se Figur 27 og Figur 28, viser at et smalere profil med gjennomgående tosidig sideplassert rekkverk har lavest samlet kostnader og marginalt lavest utslipp av klimagasser. Samlet sett fremstår dermed **alternativ 3.1.6A med tosidig gjennomgående sideplassert rekkverk** som best.

Jo mer trafikk som kjører på motorveien, desto mer gunstig blir det at etablere gjennomgående sideplassert rekkverk. Beregninger er her foretatt med 15.000 i årsdøgntrafikk.

Det er imidlertid viktig å se vurdering av alternativer om siderekker og tilgivende sideterreng i sammenheng med plassering av veilys, utforming av midtrekkverk, grøfter og avvanning.



#### **4.6.5**    *Forslag til videre oppfølging*

Ingen.

#### 4.7 Åpen eller lukket drenering i sidegrøfter

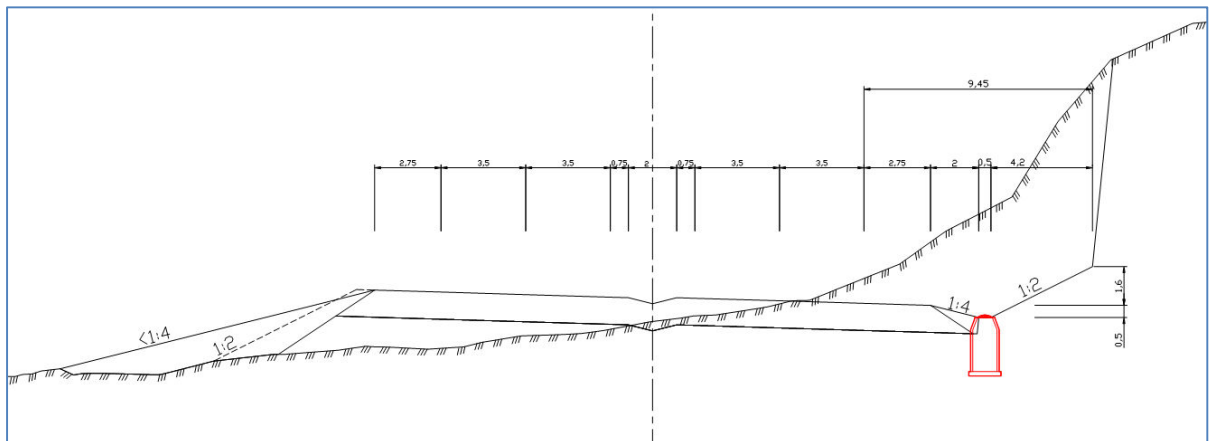
**Problemstilling: Bør man bygge H3-veier med åpen eller lukket drenering og påvirker omfang av sideplassert rekkverk spørsmålet?**

#### 4.7.1 Beskrivelse av alternativer

For de 4 presenterte alternativene forutsettes at ytre skulder er 2,75 m bred. For alternativ 3.1.7A og 3.1.7B forutsettes det at det ikke er gjennomgående sideplassert rekkverk mens for alternativ 3.1.7C og 3.1.7D inngår nettopp gjennomgående sideplassert rekkverk.

**Alternativ 3.1.7A, lukket drenering i sidegrøft UTEN gjennomgående sideplassert rekkverk**

Det utføres lukket drenering i sidegrøft. Ingen skråningstopp men 2,0 m bred indre grøfteskråning med fall på 1:4 til grøft med bunn på en bredde på 0,5 m og dybde på 0,5 m, deretter 4,2 m bred ytre skråning med stigning på 1:2. Det er rister, brønner og rørledninger, som leder vann til resipient.



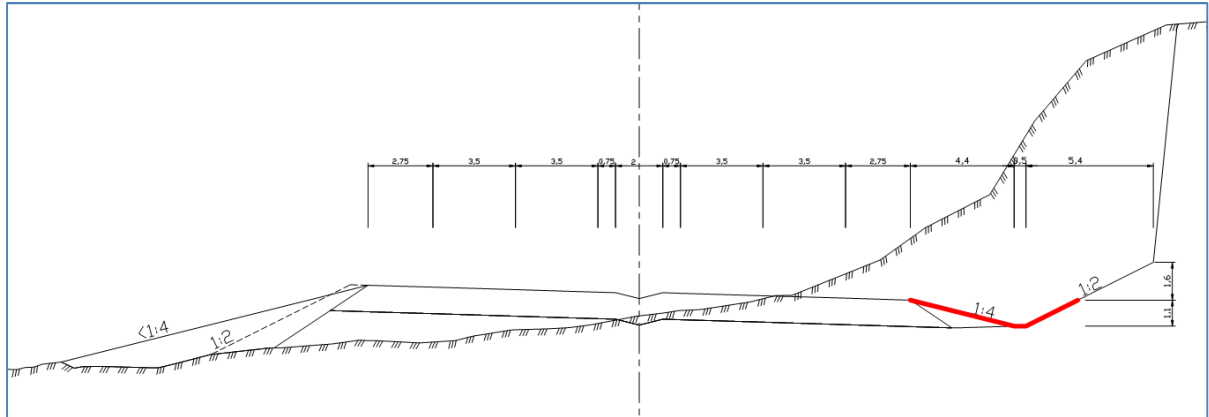
Figur 29. Lukket drenering i sidegrøft.

Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Det etableres rister, brønner og rørledninger.
- 2) Samlet bredde av sidegrøft er 6,7 m.
- 3) Selv ved kraftig nedbør (regn) er omfanget av vann i sidegrøft beskjeden. Sidegrøft med lukket drenering kan oppmagasinere noe snø.

**Alternativ 3.1.7B, åpen drenering i sidegrøft UTEN gjennomgående sideplassert rekkverk**

Det utføres åpen drenering i sidegrøft. Ingen skråningstopp men 4,4 m bred indre grøfteskråning med fall på 1:4 til grøft med bunn på en bredde på 0,5 m og dybde på 1,1 m, deretter 5,4 m bred ytre skråning med stigning på 1:2.



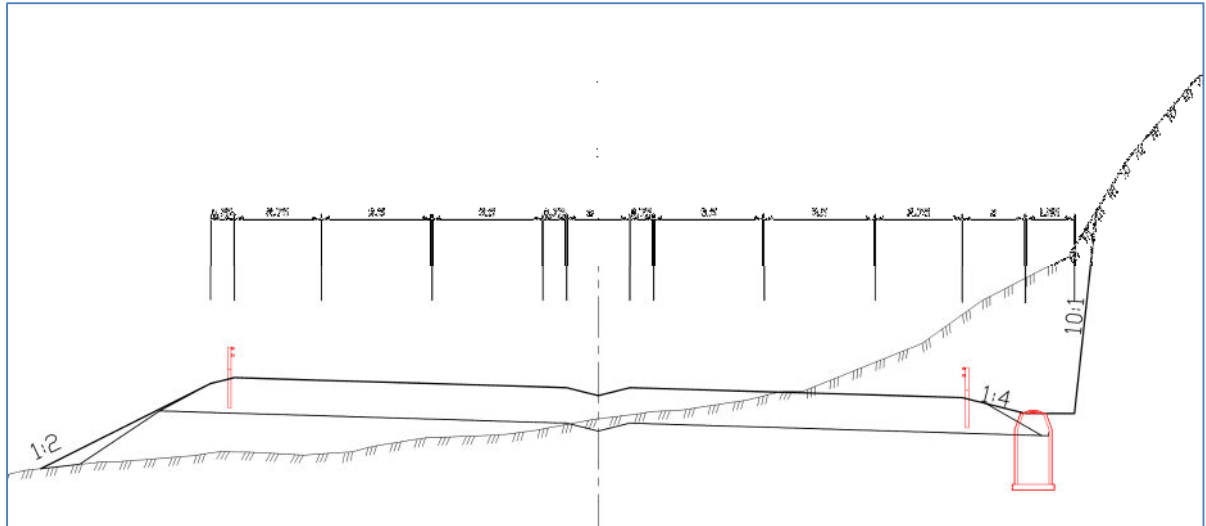
Figur 30. Åpen drenering i sidegrøft.

Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Det etableres ikke rister, brønner og rørledninger i sidegrøfter.
- 2) Samlet bredde av sidegrøft er 10,3 m.
- 3) Ved kraftig nedbør (regn) kan omfanget av vann i sidegrøft være stort avhengig av lengdefall. Sidegrøft med åpen drenering kan oppmagasinere mye snø.

**Alternativ 3.1.7C, lukket drenering i sidegrøft MED gjennomgående sideplassert rekkverk**

Det utføres lukket drenering i sidegrøft. Ingen skråningstopp men 2,0 m bred indre grøfteskråning med fall på 1:4 til grøft med bunn på en bredde på 0,5 m og dybde på 0,5 m, deretter 1,5-1,9 m avstand til fjellskjæring, avhengig av skjæringshøyde og krav til fanggrøft (N200). Det er rister, brønner og rørledninger, som leder vann til resipient.



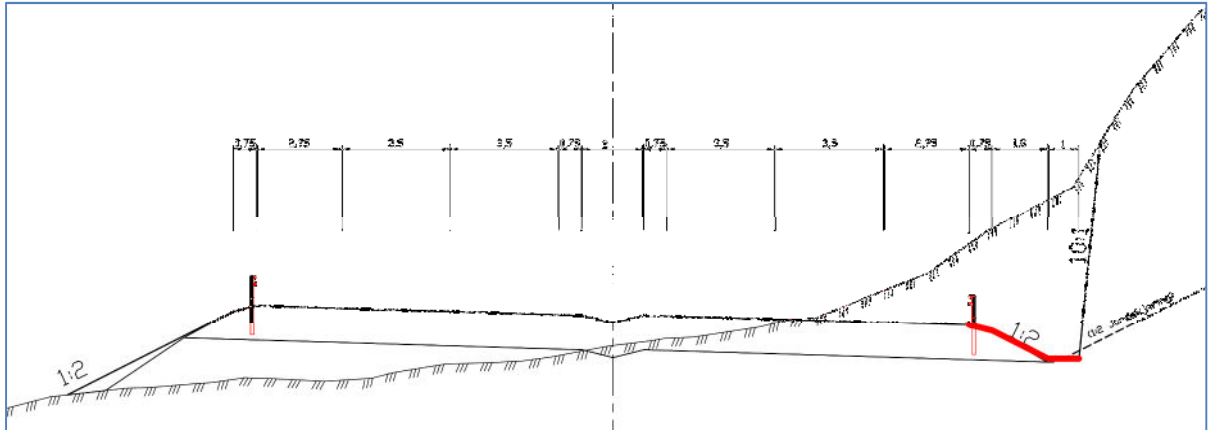
*Figur 31. Lukket drenering i sidegrøft med gjennomgående sideplassert rekkverk. Fanggrøft er her tilpasset skjæringshøyde på ca. 3,5 m.*

Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Det etableres rister, brønner og rørledninger.
- 2) Samlet bredde av sidegrøft er ca. 4,4 m, avhengig av fjellskjæringshøyde. I jordskjæring er bredde på sidegrøft 2,5 m.
- 3) Selv ved kraftig nedbør (regn) er omfanget av vann i sidegrøft beskjeden. Sidegrøft med lukket drenering kan oppmagasinere noe snø.

### Alternativ 3.1.7D, åpen drenering i sidegrøft MED gjennomgående sideplassert rekkverk

Det utføres åpen drenering i sidegrøft. Ingen skråningstopp men 2,2 m bred indre grøfteskråning med fall på 1:2 til grøft med bunn på en bredde på 0,5 m og dybde på 1,1 m, deretter 1,5-1,9 m avstand til fjellskjæring, avhengig av skjæringshøyde og krav til fanggrøft (N200).



Figur 32. Åpen drenering i sidegrøft med gjennomgående sideplassert rekkverk. Fanggrøft er her tilpasset skjæringshøyde på ca. 3,5 m.

#### Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Det etableres ikke rister, brønner og rørledninger i sidegrøfter.
- 2) Samlet bredde av sidegrøft er ca. 4,6 m, avhengig av fjellskjæringshøyde. I jordskjæring er bredde på sidegrøft 2,7 m.
- 3) Ved kraftig nedbør (regn) kan omfanget av vann i sidegrøft være stort avhengig av lengdefall. Sidegrøft med åpen drenering kan oppmagasinere mye snø.

### 4.7.2 Vurdering

Lukket drenering må anses som den mest alminnelige løsning på de nåværende motorveier, og betraktes derfor som en nøytral løsning.

Det antas, at det er nedbør 5 % av tiden i løpet av et år (400-500 timer), herav halvdelen av tiden som lett nedbør (mindre enn 1 mm / time) og den andre halvdel som kraftig nedbør (mer enn 1 mm / time).

Det ses på en side av motorvei.

#### Trafikksikkerhet

I tilfeller av kraftig nedbør (regn – men ikke snø) er lukket drenering sikrere enn åpen drenering. Det betyr, at lukket drenering er sikrere enn åpen drenering i ca. 2 % av tiden, mens de to alternativene er noenlunde like sikre i ca. 98 % av tiden. Det forekommer dog sjeldent, at vann i grøft forverrer en ulykke. Det vurderes derfor, at en åpen grøft med mye vann er ca. 10-40 % farligere enn en lukket grøft med kun litt vann. Samlet sett vurderes alternativ 3.1.7A lukket drenering i en sidegrøft å ha

ca. 0,25 % lavere ulykkeskostnader enn alternativ 3.1.7B åpen drenering i en sidegrøft – mens den andre siden av motorveien er lik utformet.

Rekkverksløsningene i alternativ 3.1.7C og 3.1.7D gir ca. 4 % lavere ulykkeskostnader, kfr. kapittel 4.6.2.

#### ***Trafikantnytte***

Valget av lukket eller åpen drenering påvirker ikke trafikantnytte.

#### ***Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø***

Valget av lukket eller åpen drenering påvirker ikke sikkerhet, helse og arbeidsmiljø.

#### ***Ytre miljø***

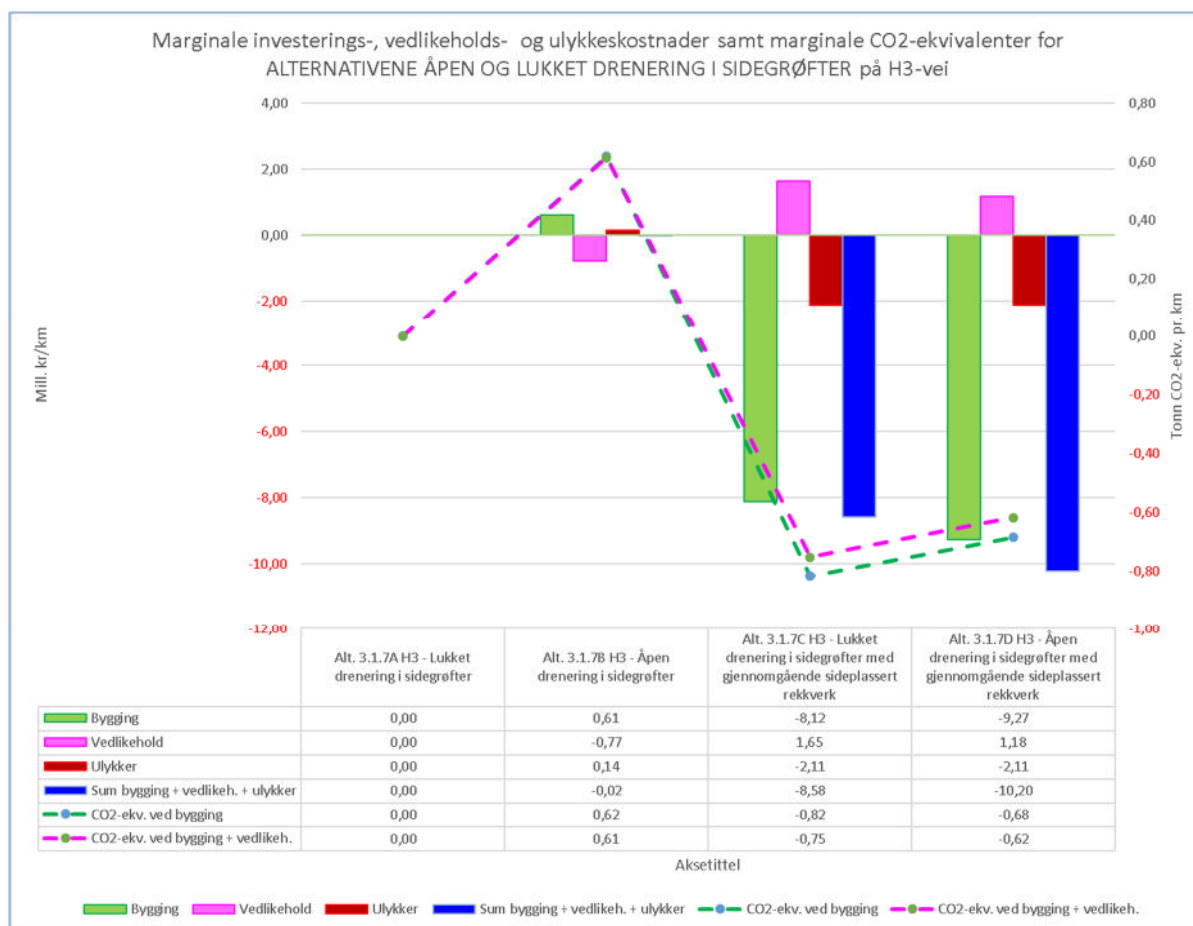
Differansen i klimagassutslipp mellom høyeste og laveste utgjør kun ca. 1,3 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. kilometer, noe som må betraktes som relativt marginalt. Løsningene med gjennomgående sideplassert rekkverk gir minst klimagassutslipp. Løsninger med gjennomgående sidepassert rekkverk gir minst masseuttak og arealbeslag.

#### ***Utbyggings- og vedlikeholdskostnader***

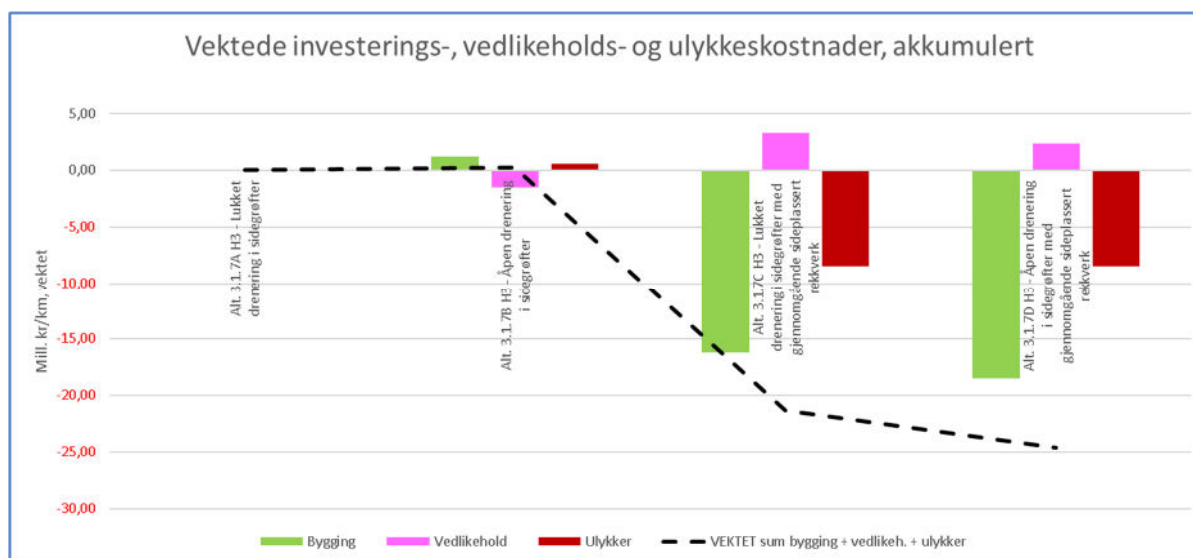
Det er ca. 7-8 mill. kr/km i forskjell i utbyggings- og vedlikeholdskostnad mellom billigste og dyreste alternativ. Åpne grøfter med gjennomgående sideplassert rekkverk har lavest kostnad mens åpne grøfter uten rekkverk har høyest kostnad.

#### ***Driftskostnad***

Driftskostnadene varierer marginalt mellom alternativene sett i forhold til øvrige kostnader?



Figur 33. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader samt klimagassutslipp ved alternativene løsninger for lukket og åpen drenering for H3-vei.



Figur 34. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader ved alternativene løsninger for lukket og åpen drenering for H3-veider kostnadene er vektet iht. Nye Veiers beslutningsmodell.

#### 4.7.3 Poenggiving

##### Alternativ 3.1.7A, lukket drenering i sidegrøft UTEN gjennomgående sideplassert rekkverk

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

##### Alternativ 3.1.7B, åpen drenering i sidegrøft UTEN gjennomgående sideplassert rekkverk

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 1     | 2       | 2         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>32</b> |            |

##### Alternativ 3.1.7C, lukket drenering i sidegrøft MED gjennomgående sideplassert rekkverk

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>40</b> |            |

##### Alternativ 3.1.7D, åpen drenering i sidegrøft MED gjennomgående sideplassert rekkverk

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>40</b> |            |



#### **4.7.4    Oppsummering**

For alternativene uten gjennomgående sideplassert rekkverk (A og B) kommer lukket drenering best ut grunnet mindre masseflytting, marginalt mindre klimautslipp og noe bedre trafiksikkerhet.

Robusthet i fht. flom og øvrige naturhendelser inngår ikke i disse vurderingene.

Bildet snur seg når man innfører gjennomgående tosidig sideplassert rekkverk (C og D). Da kommer alternativet med åpne sidegrøfter best ut.

Samlet sett fremstår et prinsipp med **åpne dressystemer og gjennomgående sideplassert rekkverk** ut som best, både med tanke på kostnader, trafiksikkerhet og klima. Masseflytting blir lik som for lukkede grøfter og man unngår mange kumdelere. I tillegg oppnås mer robuste systemer med tanke på flom og samfunnssikkerhet (uten at dette temaet er vurdert i denne rapporten).

#### **4.7.5    Forslag til videre oppfølging**

Ingen.

## 4.8 Optimalisering av H3-profil

*Problemstilling: Hvordan ser et optimalisert 4-felts profil (H3) ut?*

### 4.8.1 Beskrivelse av alternativer

Basert på forutgående analyser lanseres følgende 4 H3-profiler:

- 4.8.1A Nøytral løsning
- 4.8.1B Nøytral midtdeler, optimaliserte veisider
- 4.8.1C Optimalisert midtdeler, tilpassede veisider
- 4.8.1D Optimalisert midtdeler, optimaliserte veisider

Følgende velges felles for alle alternativer slik at dette ikke utgjør variabler i denne sammenligningen:

- Kjørefeltbredder: 4 x 3,50 m
- Oppsamling av overvann i midtdeler

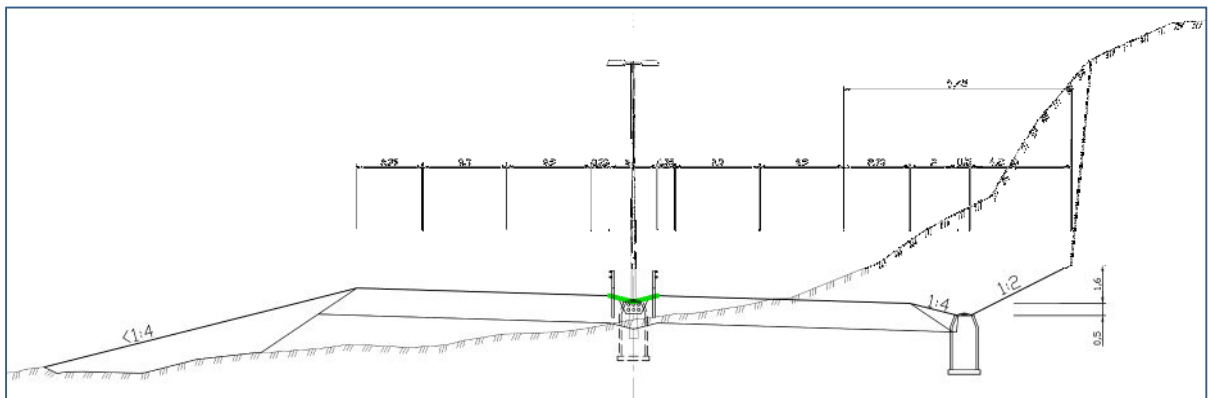
**Alternativ 3.8.1A Nøytral løsning**

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Med en 2,0 m bred midtdeler, skal rekkverk i midtdeler ha stivhetsklasse W2 (70 %) generelt og W1 (30 %) på strekning ved brusøyler o.l.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Belysning i midtdeler
- 2 rekkverkslinjer i midtdeler
- Midtdelerbredde 2,0 m (gress)
- Bredde indre skulder 0,75 m, asfaltert
- Oppsamling av overvann i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 2,75 m asfaltert (2,0 m)
- Ikke gjennomgående siderekker
- Lukket drenering i sidegrøfter: Indre grøfteskråning 2,00 m (1:4), bunn grøft 0,50 m
- Fyllingsskråning 1:4



*Figur 35. Alternativ 3.8.1A: H3-profil, nøytral løsning.*

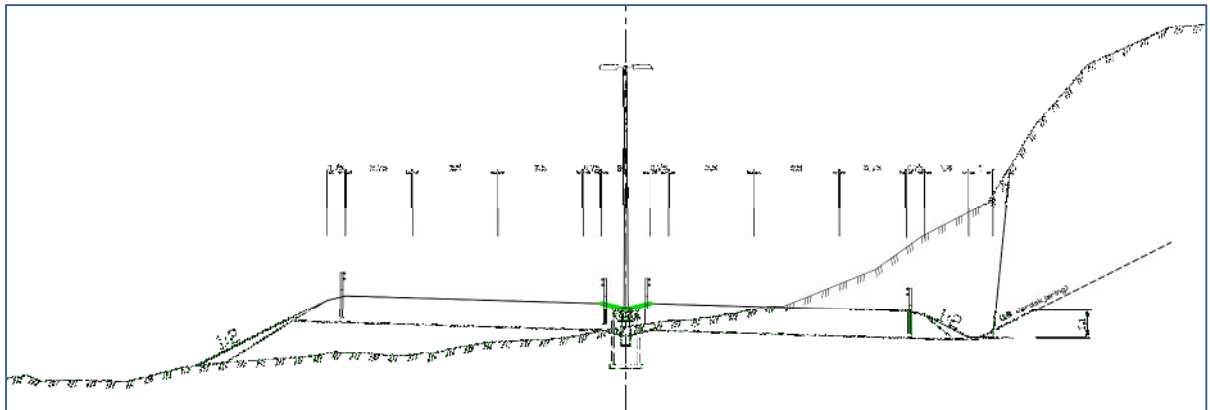
**Alternativ 3.8.1B Nøytral midtdeler, optimaliserte veisider**

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Med en 2,0 m bred midtdeler, skal rekkverk i midtdeler ha stivhetsklasse W2 (70 %) generelt og W1 (30 %) på strekning ved brusøyler o.l.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Belysning i midtdeler
- 2 rekkverkslinjer i midtdeler
- Midtdelerbredde 2,0 m (gress)
- Bredde indre skulder 0,75 m, asfaltert
- Oppsamling av overvann i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 2,75 m asfaltert (2,0 m)
- Gjennomgående siderekkerkverk begge sider
- Skråningstopp 0,75 m (1:4) bak siderekkerkverk
- Åpen drenering i sidegrøfter. Indre grøfteskråning 1,80 m (1:2), bunn grøft 0,50 m
- Bredde bunn grøft øker i fjellskjæringer, avhengig av skjæringshøyde, for å ivareta krav til fanggrøft
- Fyllingsskråning 1:2



Figur 36. Alternativ 3.8.1B: H3-profil, nøytral midtdeler, optimaliserte veisider

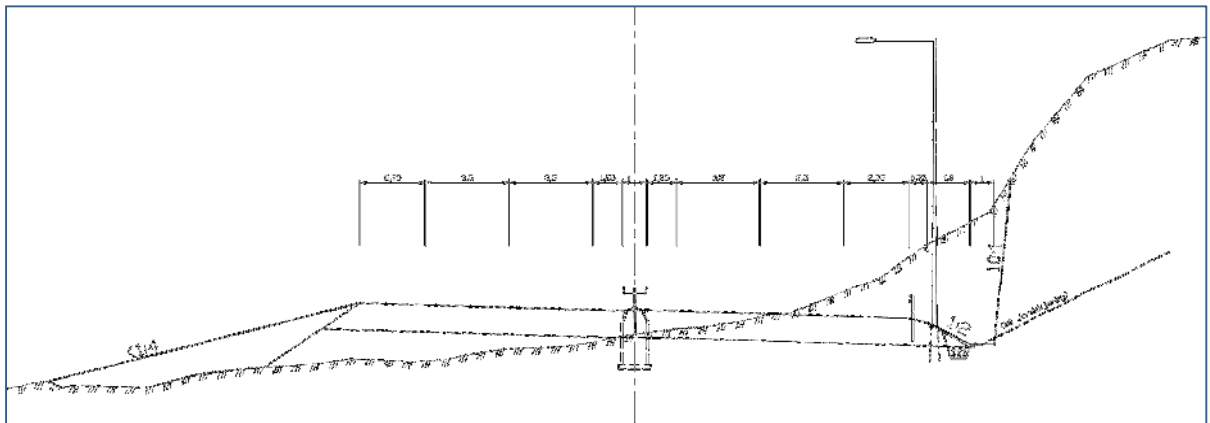
**Alternativ 3.8.1C Optimalisert midtdeler, tilpassede veisider**

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Et 1,0 m bredt midtrekkverk skal ha stivhetsklasse W7 og styrkeklasse minst H1

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Énsidig belysning på veiside
- 1 rekkverkslinje i midtdeler
- Midtdelerbredde 2,0 m (asfalt)
- Bredde indre skulder 1,25 m, asfaltert
- Oppsamling av overvann i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 2,75 m asfaltert (2,0 m)
- Gjennomgående siderekkerkverk én side
- Skråningstopp 0,75 m (1:4) bak siderekkerkverk
- Lukket drenering på motsatt side av gjennomgående rekkverk: Indre grøfteskråning 2,00 m (1:4), bunn grøft 0,50 m
- Åpen drenering i sidegrøft på rekkverkside: Indre grøfteskråning 1,80 m (1:2), bunn grøft 0,50 m
- Bredde bunn grøft øker i fjellskjæringer på rekkverkside, avhengig av skjæringshøyde, for å ivareta krav til fanggrøft
- Fyllingsskråning 1:2 på rekkverkside, 1:4 på motsatt side



*Figur 37. Alternativ 3.8.1C: H3-profil, Optimalisert midtdeler, tilpassede veisider.*

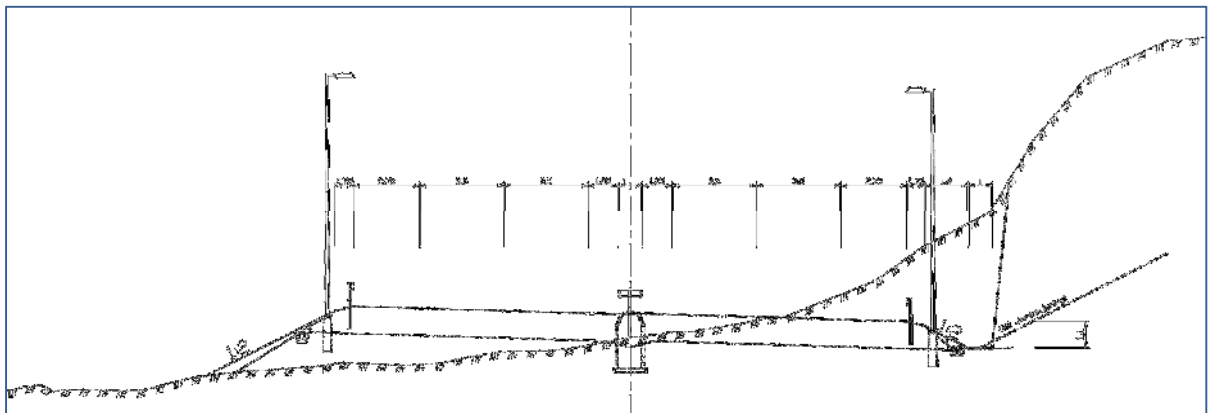
**Alternativ 3.8.1D, Optimalisert midtdeler, optimaliserte veisider.**

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Et 1,0 m bredt midtrekkverk skal ha stivhetsklasse W7 og styrkeklasse minst H1

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Tosidig belysning
- 1 rekkverkslinje i midtdeler
- Midtdelerbredde 2,0 m (asfaltert)
- Bredde indre skulder 1,25 m, asfaltert
- Oppsamling av overvann i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 2,75 m asfaltert (2,0 m)
- Gjennomgående siderekkerkverk begge sider
- Skråningstopp 0,75 m (1:4) bak siderekkerkverk
- Åpen drenering i sidegrøfter: Indre grøfteskråning 1,80 m (1:2), bunn grøft 0,50 m
- Bredde bunn grøft øker i fjellskjæringer på rekkverkside, avhengig av skjæringshøyde, for å ivareta krav til fanggrøft i veinormal N200
- Fyllingsskråning 1:2



*Figur 38. Alternativ 3.8.1D: H3-profil, Optimalisert midtdeler, optimaliserte veisider.*

#### 4.8.2 Vurdering

##### Trafikksikkerhet

##### Alternativ 3.8.1A, Nøytral løsning:

Midtstilt belysning reduserer ulykkeskostnad med ca. 10 %.

##### **Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                                         | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Midtplassert veilys                                             | -10,0 %                          |
| 2 rekkverkslinjer i midtdeler ved indre skulderkant, stivhet W1 | -7,0 %                           |
| Bredde indre skulder 0,75 m asfaltert                           | -                                |
| Oppsamling overvann i midtdeler                                 | -                                |
| Ytre skulderbredde (bru): 2,75 m asfaltert (2,0 m)              | -                                |
| Ikke gjennomgående siderekkverk                                 | -                                |
| Lukket drenering                                                | -0,25 %                          |
| <b>Akkumulert relativ trafikksikkerhetskostnad</b>              | <b>-17,25 %</b>                  |

##### Alternativ 3.8.1B, Nøytral midtdeler, optimaliserte veisider:

Midtstilt belysning reduserer ulykkeskostnad med ca. 10 %. Gjennomgående sideplassert rekkverk på begge sider reduserer ulykkeskostnad med ca. 4 %.

##### **Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                                         | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Midtplassert veilys                                             | -10,0 %                          |
| 2 rekkverkslinjer i midtdeler ved indre skulderkant, stivhet W1 | -7,0 %                           |
| Bredde indre skulder 0,75 m asfaltert                           | -                                |
| Oppsamling overvann i midtdeler                                 | -                                |
| Ytre skulderbredde (bru): 2,75 m asfaltert (2,0 m)              | -                                |
| Gjennomgående siderekkverk begge sider                          | -4,0 %                           |
| Åpen drenering bak rekkverk                                     | -                                |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>                        | <b>-21,0 %</b>                   |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A                        | -17,25 %                         |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. B vs. alt. A</b>                 | <b>-3,75 %</b>                   |

Alternativ 3.8.1C, Optimalisert midtdeler, tilpassede veisider:

Med énsidig belysning oppnås litt dårligere optisk ledning og lavere belysningsnivå på motsatte side av veilys enn nøytral løsning. Belysning reduserer ulykkeskostnad med ca. 8 %. Gjennomgående sideplassert rekkverk på én side reduserer ulykkeskostnad med ca. 2 %. Økt bredde på indre skulder til 1,25 m reduserer ulykkeskostnad med ca. 4 %.

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                                              | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Énsidig veilys                                                       | -8,0 %                           |
| 1 rekkverkslinjer i midtdeler ved indre skulderkant, stivhet W7      | -11,1 %                          |
| Bredde indre skulder 1,25 m asfaltert                                | -4,0 %                           |
| Oppsamling overvann i midtdeler                                      | -                                |
| Ytre skulderbredde (bru): 2,75 m asfaltert (2,0 m)                   | -                                |
| Gjennomgående siderekverk én side                                    | -2,0 %                           |
| Åpen drenering i side med belysning og lukket drenering i anden side | -0,13 %                          |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>                             | <b>-25,23 %</b>                  |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A                             | -17,25 %                         |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. C vs. alt. A</b>                      | <b>-7,98 %</b>                   |

Alternativ 3.8.1D, Optimalisert midtdeler, optimaliserte veisider:

Med tosidig belysning oppnås god optisk ledning tilsvarende nøytral løsning. Belysning reduserer ulykkeskostnad med ca. 10 %. Gjennomgående sideplassert rekkverk på begge sider reduserer ulykkeskostnad med ca. 4 %. Økt bredde på indre skulder til 1,25 m reduserer ulykkeskostnad med ca. 4 %.

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                                         | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Tosidig veilys                                                  | -10,0 %                          |
| 1 rekkverkslinjer i midtdeler ved indre skulderkant, stivhet W7 | -11,1 %                          |
| Bredde indre skulder 1,25 m asfaltert                           | -4,0 %                           |
| Oppsamling overvann i midtdeler                                 | -                                |
| Ytre skulderbredde (bru): 2,75 m asfaltert (2,0 m)              | -                                |
| Gjennomgående siderekverk to sider                              | -4,0 %                           |
| Åpen drenering bak rekkverk                                     | -                                |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>                        | <b>-29,1 %</b>                   |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A                        | -17,25 %                         |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. D vs. alt. A</b>                 | <b>-11,85 %</b>                  |



### **Trafikantnytte**

Økning av bredden på indre skulder med 0,5 m (alternativ 3.8.1 C, D og E) antas ikke å øke reisehastigheten.

### **Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø**

Veilys på motorveier vil øke omfanget av vedlikehold og krever arbeide med/fra liftbil.

Alternativ 3.8.1A og 3.8.1B, midtplasserte veilys: Nøytral løsning. Lave master gir god sikkerhet. Arbeid fra liftbil er vindfølsomt. Tilgang fra kjørefelt ved bruk av støtputebiler og liftbil. Stenging av kjørefelt (med støtputebil) forverrer sikkerhet for arbeidere. Mange utliggere å etterse.

Alternativ 3.8.1C, énsidig belysning med sideplasserte veilys: Høye master gir knapt så god sikkerhet. Arbeid fra liftbil blir mer vindfølsomt. Kjørefelt skal ikke stenges, da arbeid foregår fra ytre skulder med liftbil, hvilket gir bedre sikkerhet. Færre utliggere å etterse.

Alternativ 3.8.1D, tosidig belysning: Lave master gir god sikkerhet. Arbeid fra liftbil er vindfølsomt. Kjørefelt skal ikke stenges, da arbeid foregår fra skulder med liftbil, hvilket gir bedre sikkerhet. Like mange utliggere å etterse som i nøytral løsning, men omtrent dobbelt så mange master.

### **Ytre miljø**

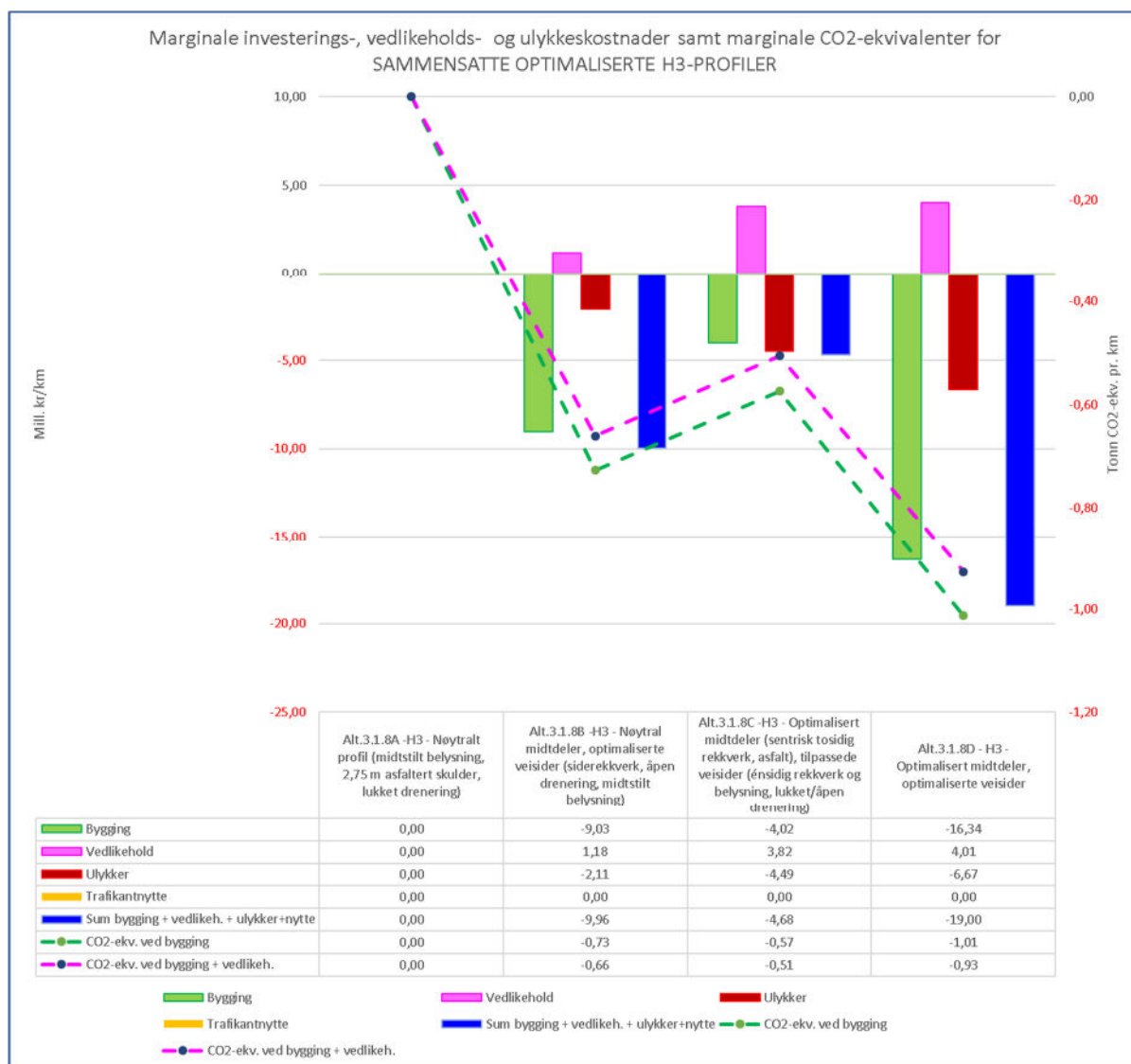
Differansen i klimagassutslipp mellom høyeste og laveste utgjør kun ca. 1,0 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. kilometer, noe som må betraktes som relativt marginalt. Løsning med gjennomgående sideplassert rekkverk gir minst klimagassutslipp. Løsninger med tosidig gjennomgående sidepassert rekkverk gir minst masseuttak og arealbeslag.

### **Utbyggings- og vedlikeholdskostnader**

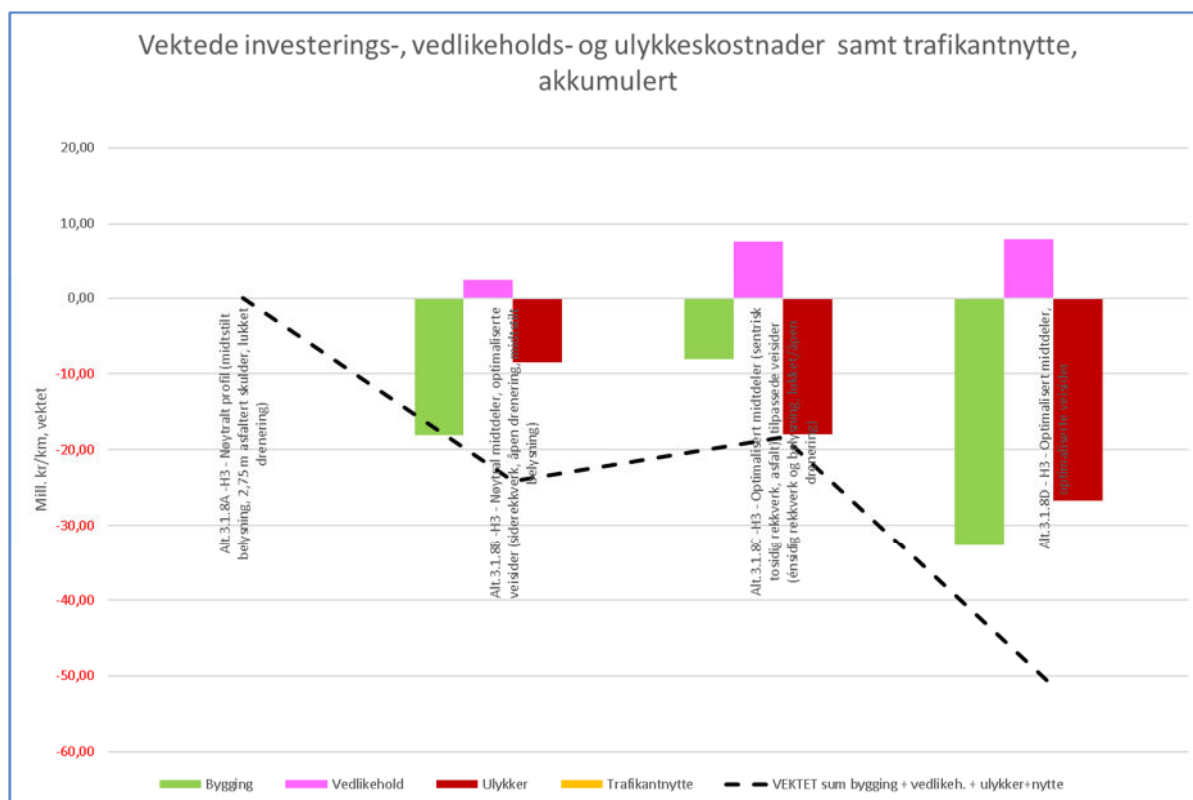
Det er betydelige forskjeller i utbyggings- og vedlikeholdskostnader mellom alternativene der alternativ D har ca. 12 mill. kr/km lavere utbyggings- og vedlikeholdskostnader, se Figur 39. Dette alternativet fremstår også som best totalt sett når Nye Veiers vekting legges til grunn, kfr. Figur 40.

### **Driftskostnad**

Det skiller noe innen drift og vedlikehold, herunder energiforbruk, for alternativene, men forskjellene vurderes som relativt marginale.



Figur 39. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader samt klimagassutslipp ved alternativene løsninger for H3-vei.



Figur 40. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader supplert med trafikantnytte der alternativene løsninger for H3-vei er vektet iht. Nye Veiers beslutningsmodell.

#### 4.8.3 Poenggivning

##### Alternativ 3.8.1A Nøytral løsning

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

##### Alternativ 3.8.1B Nøytral midtdeler, optimaliserte veisider

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 1     | 2       | 2         |            |
|     |       |         | <b>38</b> |            |

**Alternativ 3.8.1C Optimalisert midtdeler, tilpassede veisider**

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 1     | 2       | 2         |            |
|     |       |         | <b>38</b> |            |

**Alternativ 3.8.1D, Optimalisert midtdeler, optimaliserte veisider.**

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 1     | 2       | 2         |            |
|     |       |         | <b>38</b> |            |

#### 4.8.4 Oppsummering

Alternativ D med optimalisert midtdeler og optimaliserte veisider fremstår totalt sett som best og gir marginalt minst utslipp av klimagasser. Det er betydelige forskjeller mot nøytral løsning som i dag kanskje er den mest vanlige måten å bygge H3-veier på. Totale innsparinger mot nøytral løsning ligger på rundt 19 mill. kr/km i denne vurderingen.

#### 4.8.5 Forslag til videre oppfølging

Ingen

## **5 Alternativsvurderinger Standardisering av veiprofilet for smal 4-felts motorvei**

I dette kapitlet gjøres alternativsvurderinger for en mulig ny dimensjoneringsklasse – smal 4-felts motorvei med fartsgrense 110 km/t. Flere av vurderingene blir relativt like som for normert 4-felts vei (H3). Det vil derfor i betydelig grad refereres til kapittel 4. Generelt vurderes alternativer med flere variable under hvert tema i dette kapitlet sammenlignet med kapittel 4 om H3-veier.

### **5.1 Belysning plassering**

*Problemstilling: Bør smale 4-felts veier belyses og evt. hvor bør belysning plasseres?*

#### **5.1.1 Beskrivelse av alternativer**

For de 4 presenterte alternativer forutsettes at reduksjon av belysning i bestemte perioder (f.eks. midt om natten) for å spare energi utføres i samme omfang for alternativene.

Følgende velges felles for alle alternativer slik at dette ikke utgjør en variabel i denne sammenligningen:

- Ytre skulder, asfaltert, bredde 1,50 m
- Kjørefeltbredder: 4 x 3,50 m



**Alternativ 3.2.1B, énsidig belysning med sideplasserte veilys. Gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider.**

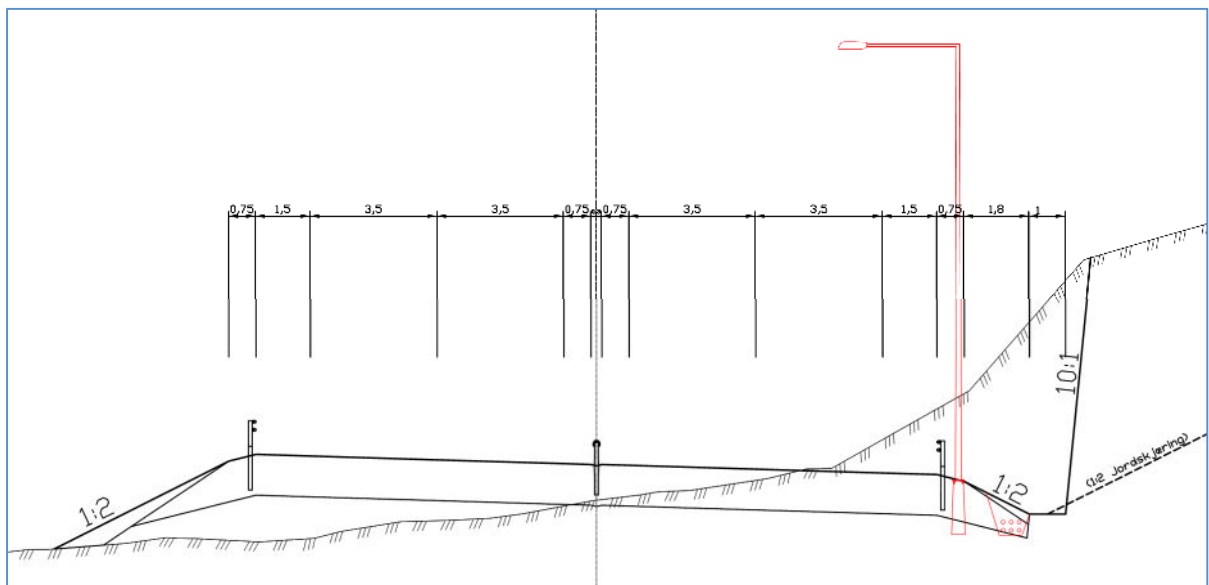
Veilys plassert kun på én side. Lysmaster er typisk 12 m høy og utligger er typisk 2,5 m bred.

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det skal være gjennomgående siderekkverk i side med lysmaster.
- 2) På strekning uten brusøyler o. lign. i midtdeler kan man ha kun en rekkverkslinje (dobbeltsidig) i midtdeler.
- 3) Kabelgrøft plasseres i side med lysmaster.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Énsidig belysning
- Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt), én rekkverkslinje
- Bredde indre skulder 0,75 m, asfaltert
- Ikke oppsamling overvann i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)
- Skråningstopp 0,75 m (1:4) bak sideplassert rekkverk
- Gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider, dvs. krav til fanggrøft dimensjonerende i fjellskjæring
- Åpen drenering i sidegrøfter. Indre grøfteskråning 1,80 m (1:2), bunn grøft 0,50 m i jordskjæring, i fjellskjæring er bredde grøft tilpasset krav til fanggrøft.



Figur 42. Alternativ 3.2.1B: Smalt 4-felts profil med énsidig sideplassert belysning, siderekkverk begge sider. Bredde fanggrøft i fjellskjæring er her vist med total bredde 3,55 m.

**Alternativ 3.2.1C, ikke belysning**

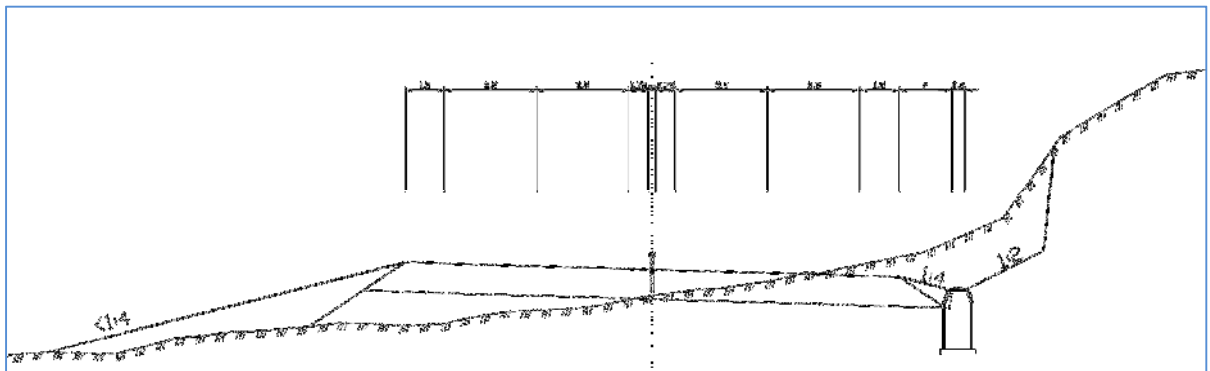
Det settes ikke opp veibelysning på fri veistrekning

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Ikke behov for gjennomgående siderekkverk.
- 2) På strekning uten brusøyler o. lign. i midtdeler kan man ha kun en rekkverkslinje (dobbeltsidig) i midtdeler.
- 3) Marginal kabelgrøft til andre behov enn belysning

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Ikke belysning
- Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt), én rekkverkslinje
- Bredde indre skulder 0,75 m, asfaltert
- Ikke oppsamling overvann i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)
- Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk
- Lukket drenering i sidegrøfter. Indre grøfteskråning 2,00 m (1:4), bunn grøft 0,50 m



Figur 43. Alternativ 3.2.1C: Smalt 4-felts profil uten belysning og gjennomgående siderekkverk.



**Alternativ 3.2.1D, énsidig sideplassert belysning. Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk.**

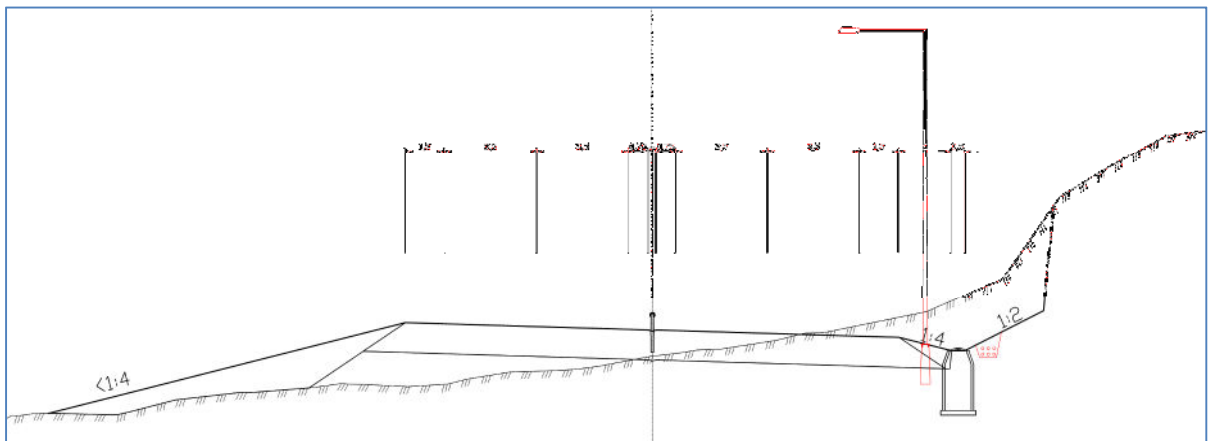
Veilys plassert kun på én side. Lysmaster er typisk 12 m høy og utligger er typisk 2,5 m bred.

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det skal være gjennomgående siderekkverk i side med lysmaster.
- 2) På strekning uten brusøyler o. lign. i midtdeler kan man ha kun en rekkverkslinje (dobbeltsidig) i midtdeler.
- 3) Kabelgrøft plasseres i side med lysmaster.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Énsidig belysning
- Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt), én rekkverkslinje
- Bredde indre skulder 0,75 m, asfaltert
- Ikke oppsamling av overvann i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)
- Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk
- Lukket drenering i sidegrøfter. Indre grøfteskråning 2,00 m (1:4), bunn grøft 0,50 m



Figur 44. Alternativ 3.2.1D: Smalt 4-felts profil med énsidig sideplassert belysning. Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk.

### 5.1.2 Vurdering

Midtplasserte veilys må anses som den mest alminnelige løsning på de nåværende motorveier og andre 4-felts veger med midtdeler i åpent land, og betraktes derfor som en nøytral løsning. I vurderingene inngår forskjeller i antall og plassering av veilys, bredde av midtdeler, oppsamling av overvann, omfang av sideplassert rekkverk samt bredde på sidegrøfter.

#### Trafikksikkerhet

Veilys på motorveier reduserer antallet av drepte og skadede i mørke med ca. 25 %, dog med en betydelig større reduksjon for drepte enn for lette skader. Omkring 30 % av trafikkulykkene på motorveier skjer i mørke. Veilys på motorveier reduserer ulykkeskostnad med 8-12 %. Effekten avhenger av belysningsnivå.

Alternativ 3.2.1A, midtplasserte veilys:

Nøytral løsning. Belysning reduserer alene ulykkeskostnad med ca. 10 %.

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                            | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|----------------------------------------------------|----------------------------------|
| Midtplassert veilys                                | -10,0 %                          |
| 2 rekkverkslinjer i midtdeler <sup>2</sup>         | +0,5 %                           |
| Midtdelerbredde 1,5 m                              | -1,5 %                           |
| Oppsamling overvann i midtdeler                    | 0 %                              |
| Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)            | +12,5 %                          |
| Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk           | -                                |
| Lukket drenering                                   | -0,25 %                          |
| <b>Akkumulert relativ trafikksikkerhetskostnad</b> | <b>+1,25 %</b>                   |

<sup>2</sup> Det opereres med stivhetsklasse W1, hvilket er en stivere klasse enn alternativ 3.1.2C i avsnitt 4.2. Derfor fås en halv prosent dårligere trafikksikkerhet.

Alternativ 3.2.1B, énsidig belysning med sideplasserte veilys:

Litt dårligere optisk ledning og lavere belysningsnivå på motsatte side av veilys enn alternativ 3.2.1A. Belysning reduserer alene ulykkeskostnad med ca. 8 %.

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                         | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|-------------------------------------------------|----------------------------------|
| Énsidig belysning                               | -8,0 %                           |
| 1 rekkverkslinje i midtdeler <sup>3</sup>       | -1,0 %                           |
| Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt)                  | -0,3 %                           |
| Ikke oppsamling overvann i midtdeler            | +3,5 %                           |
| Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)         | +12,5 %                          |
| Gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider | -4,0 %                           |
| Åpen drenering, men beskyttet med rekkverk      | -0,25 %                          |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>        | <b>+2,45 %</b>                   |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A        | +1,25 %                          |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. B vs. alt. A</b> | <b>+1,2%</b>                     |

Alternativ 3.2.1C, ikke belysning:

Dårligere optisk ledning.

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                         | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|-------------------------------------------------|----------------------------------|
| Ingen belysning                                 | -                                |
| 1 rekkverkslinje i midtdeler                    | -1,0 %                           |
| Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt)                  | -0,3 %                           |
| Ikke oppsamling overvann i midtdeler            | +3,5 %                           |
| Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)         | +12,5 %                          |
| Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk        | -                                |
| Lukket drenering                                | -0,25 %                          |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>        | <b>+14,45 %</b>                  |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A        | +1,25 %                          |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. C vs. alt. A</b> | <b>+13,2%</b>                    |

<sup>3</sup> Det opereres med stivhetsklasse W4 for alternativ B, C og D, hvilket er en mer fleksibel klasse enn alternativ 3.1.2C i avsnitt 4.2. Derfor fås en prosent bedre trafikksikkerhet.

Alternativ 3.2.1D, énsidig belysning med sideplasserte veilys uten sideplassert rekkverk:

Litt dårligere optisk ledning og lavere belysningsnivå på motsatte side av veilys enn alternativ 3.2.1A. Belysningsløsning reduserer ulykkeskostnad med ca. 8-9 %.

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                         | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|-------------------------------------------------|----------------------------------|
| Énsidig belysning                               | -8,0 %                           |
| 1 rekkverkslinje i midtdeler                    | -1,0 %                           |
| Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt)                  | -0,3 %                           |
| Ikke oppsamling overvann i midtdeler            | +3,5 %                           |
| Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)         | +12,5 %                          |
| Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk        | -                                |
| Lukket drenering                                | -0,25 %                          |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>        | <b>+6,45 %</b>                   |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A        | +1,25 %                          |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. D vs. alt. A</b> | <b>+5,2%</b>                     |

**Trafikantnytte**

Veilys på motorveier forbedrer trafikantenes mulighet for at se veien i mørke. Veilys på motorveier øker person- og varebilers hastighet med ca. 3 km/t i mørke. Selv om veilys kan blende trafikanter, særlig ved start av rekk av veilys, da blendes trafikanter mindre med veilys når langt færre benytter fjernlys på bilen.

Vedrørende alternativ 3.2.1B og 3.2.1D (énsidig belysning med/uten rekkverk)

Reisehastigheten vurderes å være ca. 1,4 km/t lavere alternativene 3.2.1B og 3.2.1D i forhold til alternativ 3.2.1A på grunn av smalere midtdeler og ingen oppsamling av overvann i midtdeler, hvilket påfører trafikanter en øket reisetid på ca. 678 timer pr. km pr. år, svarende til en øket reisetidskostnad på ca. 88.200 NOK pr. km pr. år, dvs. **ca. 6,6 mill. kr pr. km over beregningsperioden.**

Vedrørende alternativ 3.2.1C (uten belysning)

Det antas at gjennomsnitt 20 % av kjøretøyene kjører når det er mørkt, dvs. uten belysning. Det medfører en gjennomsnittlig lavere reisehastighet totalt sett på ca. 0,6 km/t for alternativ C i forhold til de andre alternativer. I tillegg kommer lavere reisehastighet på grunn av smalere midtdeler og ingen oppsamling av overvann i midtdeler i forhold til alternativ A. Reisehastigheten vurderes derfor å være ca. 2,0 km/t lavere i forhold til alternativ 3.2.1A, hvilket påfører trafikanter en økt reisetid på ca. 975 timer pr. km pr. år, svarende til en øket reisetidskostnad på ca. 126.700 NOK pr. km pr. år, dvs. **ca. 9,5 mill. kr pr. km over beregningsperioden.**

Andre forhold som påvirker trafikantnytte

Alternativ 3.2.1A, midtplasserte veilys: Nøytral løsning. Lite blending, symmetrisk, jevn belysning og flott estetisk løsning. Grundet vedlikehold med støtputebil i tillegg til liftbil en gang årlig forventes et kjørefelt inn mot midtdeler stengt i alt ca. 4 timer per år.

Alternativ 3.2.1B og Alternativ 3.2.1D, énsidig belysning med sideplasserte veilys med/uten tosidig sideplassert rekkverk: Mer blending, usymmetrisk, mindre jevnhet i belysning og estetisk dårligere løsning enn alternativ 3.2.1A. Vedlikehold vil stenge kjørefelt siden ytre skulder er såpass smal. Litt dårligere løsning for de fleste trafikanter, men bedre løsning for trafikanter ved vedlikeholdsarbeider.

Alternativ 3.2.1C, ingen belysning (unntatt i tunneler og kryss): Nedsatt kjørehastighet i mørke perioder (der trafikkmengde ofte er redusert – natt). Ingen forstyrrelser grunnet drift og vedlikehold av belysningsanlegg.

#### ***Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø***

Veilys på motorveier vil øke omfanget av vedlikehold og krever arbeide med/fra liftbil.

Alternativ 3.2.1A, midtplasserte veilys: Nøytral løsning. Lave master gir god sikkerhet. Arbeid fra liftbil er vindfølsomt. Tilgang fra kjørefelt ved bruk av støtputebiler og liftbil. Stenging av kjørefelt (med støtputebil) forverrer sikkerhet for arbeidere. Mange utligger å etterse.

Alternativ 3.2.1B, ensidig belysning med sideplasserte veilys: Høye master gir knapt så god sikkerhet. Arbeid fra liftbil blir mer vindfølsomt. Kjørefelt skal ikke stenges, da arbeid foregår fra ytre skulder (hvis denne er tilstrekkelig bred) med liftbil, hvilket gir bedre sikkerhet. Få utligger å etterse.

Alternativ 3.2.1C, ingen belysning (unntatt i tunneler og kryss): Arbeid med bygging, drift og vedlikehold av belysningsanlegg med tilhørende styringssystemer og strømforsyning reduseres betydelig (kun tunneler og kryss igjen).

#### ***Ytre miljø***

Differansen i klimagassutslipp mellom høyeste og laveste utgjør kun ca. 1,2 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. kilometer, noe som må betraktes som relativt marginalt. Løsning med gjennomgående sideplassert rekkverk gir minst klimagassutslipp. Løsninger med gjennomgående sidepassert rekkverk gir minst masseuttak og arealbeslag.

#### ***Utbyggings- og vedlikeholdskostnader***

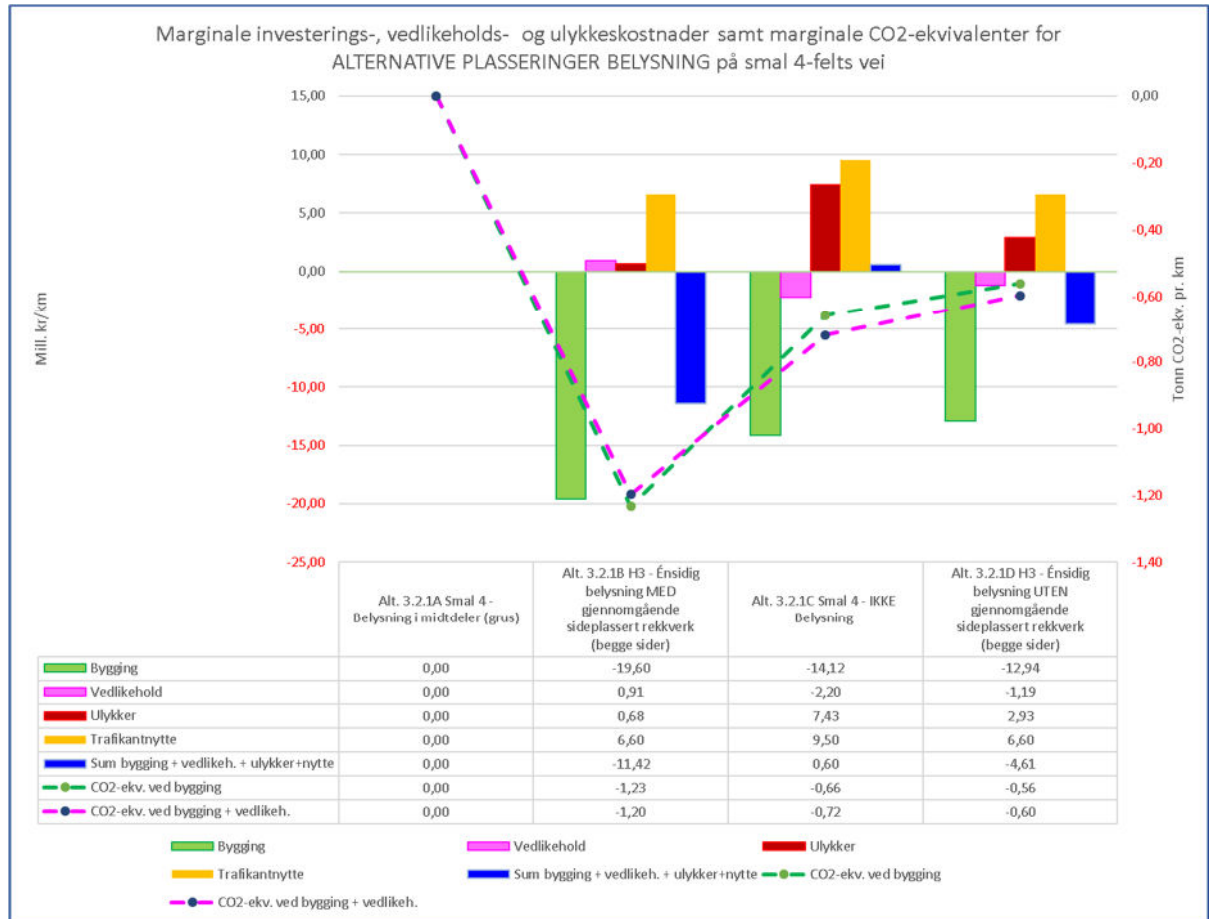
Et énsidig belysningsanlegg med gjennomgående sideplassert rekkverk i begge retninger og ekstra smal midtdeler (30 cm), alt. B, gir betydelig lavere samlet investerings- og vedlikeholdskostnad enn en løsning med midtstilt belysning (alt A). Her beregnes forskjellen til ca. 20 mill. kr/km (prosjektkostnader).

Alt. B er har også noe lavere utbyggings- og vedlikeholdskostnad enn å ikke bygge belysningsanlegg (alt. C) og alternativ D med å bygge samme belysningsanlegg, men uten gjennomgående rekkverk.

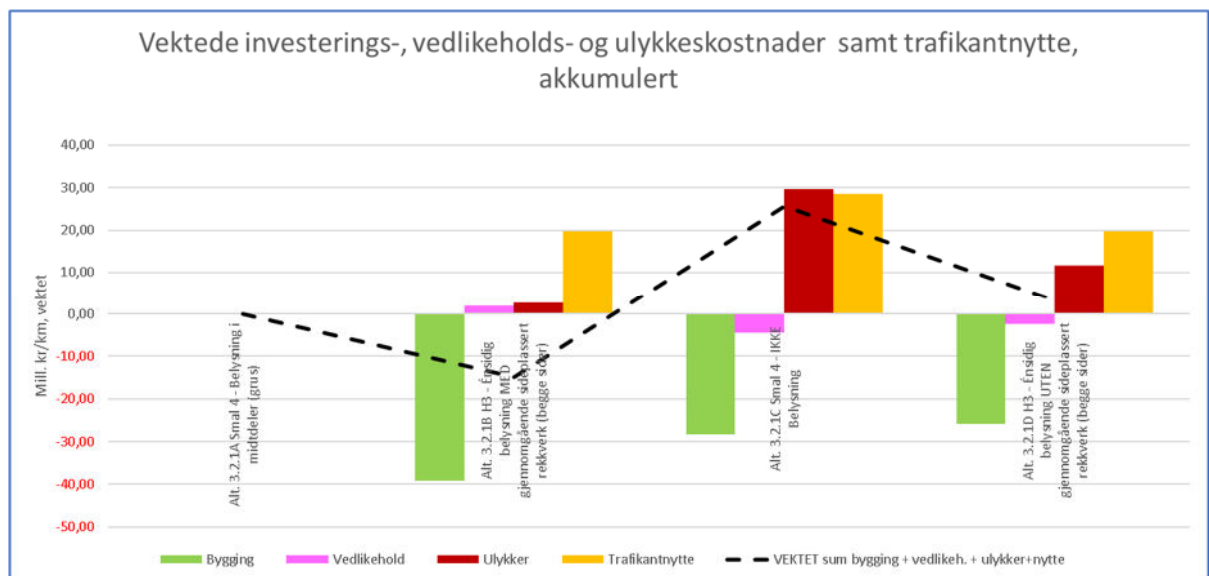
Midtstilt rekkverk fremstår som dyreste løsning, gitt at midtdelerbredde kan reduseres hvis belysningsanlegget kan plasseres på sidene av veien.

#### ***Driftskostnad***

Kun marginale forskjeller i driftskostnader



Figur 45. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader supplert med trafikantnytte samt klimagassutslipp ved alternativene løsninger for veibelysning på smal 4-felts vei.



Figur 46. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader supplert med trafikantnytte ved alternative belysningsløsninger for smal 4-felts vei der kostnadene er vektet iht. Nye Veiers beslutningsmodell.

### 5.1.3 Poenggiving

#### Alternativ 3.2.1A, midtplassert veilys

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

#### Alternativ 3.2.1B, énsidig belysning med sideplasserte veilys. Gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider.

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 1     | 3       | 3         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>33</b> |            |

#### Alternativ 3.2.1C, ingen belysning

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 0     | 4       | 0         |            |
| TN  | 1     | 3       | 3         |            |
| SHA | 3     | 3       | 9         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>28</b> |            |

#### Alternativ 3.2.1D, énsidig belysning med sideplasserte veilys. Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk.

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 1     | 4       | 4         |            |
| TN  | 1     | 3       | 3         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>29</b> |            |

#### **5.1.4 Oppsummering**

Jo mer trafikk som kjører på motorveien, desto mer gunstig blir det at etablere belysning og særlig midtstilt belysning. Beregninger er her foretatt med 15.000 i årsdøgntrafikk.

Poenggivningen gir her et unyansert bilde, kfr. Figur 46. Alternativet med **sideplassert belysning og gjennomgående tosidig sideplassert rekkverk** fremstår som beste løsningen. Mens vedlikeholds- og ulykkeskostnadene er relativt like mellom alternativ A og B, er utbyggingskostnaden vesentlig lavere for alternativ B. Trafikantnyttene er lavere, men selv med Nye Veiers vekting blir de reduserte utbyggingskostnadene dominante.

Alternativ C der det ikke bygges belysningsanlegg er det dårligste løsning, da den hemmes av økte ulykkes- og reisekostnader.

#### **5.1.5 Forslag til videre oppfølging**

Ingen



## 5.2 Bredder av midtdeler

### *Problemstilling: Hvilken bredde bør midtdelere på smale 4-felts veier ha?*

I dette kapitlet kobles type rekkverk nært til bredde på midtdeler. Her vurderes 4 forskjellige alternativer med forskjellige midtdelerbredder og delvis forskjellig rekkverkløsninger.

Det vises for øvrig til kapittel 4.2 Midtrekkverk.

#### 5.2.1 Beskrivelse av alternativer

I vurderinger inngår forskjeller i bredde av midtdeler og indre skuldre, midtrekkverk, belysning og oppsamling av overvann i midtdeler. Forhold som ytre skulderbredde, sideplassert rekkverk og drenering i sidegrøfter inngår ikke i vurderingene.

For de fire presenterte alternativer forutsettes at fartsgrensen er 110 km/t.

#### **Alternativ 3.2.2A, 0,3 m bred midtdeler**

Midtdeler er 0,3 m bred og de tilstøtende indre skuldre er 0,75 m brede. Midtdeler og indre skuldre har asfalt toppdekke.

##### Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det er et smalt dobbeltsidig rekkverk (0,30 m bredt) i stivhetsklasse W4 og styrkeklasse minst H1.
- 2) Det er ikke brusøyler, lysmaster, portalben og lignende i midtdeler.
- 3) Det er ikke skilt i midtdeler.
- 4) Kabelgrøft i midtdeler kan unnlates.
- 5) Overvann kan trolig ikke oppsamles i midtdeler. En mulig løsning kan være etablering av asfaltvulst og rister under rekkverk.

##### Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Énsidig belysning
- 1 rekkverkslinje i midtdeler
- Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt)
- Indre skulder 0,75 m
- Ikke oppsamling overvann i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)
- Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider
- Åpen drenering

**Alternativ 3.2.2B, 1,0 m bred midtdeler**

Midtdeler er 1,0 m bred og de tilstøtende indre skuldre er 0,75 m brede. Midtdeler og indre skuldre har toppdekke av asfalt.

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det er et 1,0 m bredt dobbeltsidig rekkverk i stivhetsklasse W7 og styrkeklasse minst H1.
- 2) Det er ikke brusøyler, lysmaster, portalben og lignende i midtdeler.
- 3) Det kan være skilt i midtdeler.
- 4) Kabelgrøft i midtdeler kan unnlates.
- 5) Overvann kan oppsamles i midtdeler ved etablering av asfaltvulst og rister under rekkverk.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Énsidig belysning
- 1 rekkverkslinje i midtdeler
- Midtdelerbredde 1,0 m (asfalt)
- Indre skulder 0,75 m
- Oppsamling overvann i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)
- Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider
- Åpen drenering

**Alternativ 3.2.2C, 1,5 m bred midtdeler**

Midtdeler er 1,5 m bred og de tilstøtende indre skuldre er 0,75 m brede. Midtdeler forutsettes å ha toppdekke av gress (men kan også være asfalt, pukk eller grus). Det opereres med 1,5 m bred midtdeler for at få plass til midtstilte veilys.

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det er to enkeltsidig rekkverk ved de indre skulderkanter i stivhetsklasse W1 og styrkeklasse minst H1.
- 2) Det er ikke brusøyler, portalben og lignede i midtdeler (smale portalben kan eventuelt stå i midtdeler).
- 3) Det er lysmaster og skilter i midtdeler.
- 4) Det er kabelgrøft i midtdeler.
- 5) Overvann kan oppsamles i midtdeler.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Midtstilt belysning
- 2 rekkverkslinjer i midtdeler
- Midtdelerbredde 1,5 m (gress)
- Indre skulder 0,75 m
- Oppsamling overvann i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)
- Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider
- Åpen drenering

**Alternativ 3.2.2D, 2,0 m bred midtdeler og 0,5 m brede indre skuldre**

Midtdeler er 2,0 m bred og de tilstøtende indre skuldre er 0,5 m brede. Midtdeler forutsettes å ha toppdekke av gress (men kan likevel være asfalt, pukk eller grus). Det opereres med 2,0 m bred midtdeler for at få plass til brusøyler, lysmaster og lignende i midtdeler.

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det er to enkeltsidige rekkverk ved de indre skulderkanter i stivhetsklasse W1/W2 og styrkeklasse  $\geq H1$ .
- 2) Det er brusøyler, lysmaster, portalben og lignende i midtdeler.
- 3) Det er skilt i midtdeler.
- 4) Det er kabelgrøft i midtdeler.
- 5) Overvann kan oppsamles i midtdeler.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Midtstilt belysning
- 2 rekkverkslinjer i midtdeler
- Midtdelerbredde 2,0 m (gress)
- Indre skulder 0,5 m
- Oppsamling overvann i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)
- Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider
- Åpen drenering

**5.2.2 Vurdering**

En 2,0 m bred midtdeler og 0,5 m brede indre skuldre må anses som den mest alminnelige løsningen på de nåværende motorveier og andre 4-felts veger med midtdeler i åpent land, og betraktes derfor som en nøytral løsning. (Den løsningen er alminnelig i andre land, men ikke i Norge.) I vurderinger inngår forskjeller i bredde av midtdeler og indre skuldre, midtrekkverk, belysning og oppsamling av overvann i midtdeler. Forhold som ytre skulderbredde, sideplassert rekkverk og drenering inngår ikke i vurderingene.

**Trafikksikkerhet**

Bredden av midtdeler har en liten betydning for trafikksikkerheten både i situasjoner uten midtrekkverk og med midtrekkverk. Basert på en rekke studier anslås ulykkeskostnad å bli redusert med 1 %, når bredden av midtdeler økes med 1 m. Bredden av indre skulder har en stor betydning for trafikksikkerheten både med og uten rekkverk ved indre skulderkant. Basert på en rekke studier anslås ulykkeskostnaden at bli redusert med 8 %, når bredden av de to indre skuldrene hver økes med 1 m. Når indre skulder får en bredde på mer enn ca. 1,5-2,0 m kan det oppstå problemer med kjørsel på indre skulder.

Alternativ 3.2.2A, 0,3 m bred midtdeler og 0,75 m brede indre skuldre:

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                              | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Énsidig belysning                                    | -8,0 %                           |
| 1 rekkverkslinje i midtdeler, stivhet W4             | -1,0 %                           |
| Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt)                       | +1,2 %                           |
| Ikke oppsamling overvann i midtdeler                 | -                                |
| Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)              | +12,5 %                          |
| Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider | -                                |
| Åpen drenering                                       | -                                |
| <b>Akkumulert relativ trafikksikkerhetskostnad</b>   | <b>+4,70 %</b>                   |

Alternativ 3.2.2B, 1,0 m bred midtdeler og 0,75 m brede indre skuldre:

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                              | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Énsidig belysning                                    | -8,0 %                           |
| 1 rekkverkslinje i midtdeler, stivhet W7             | -2,5 %                           |
| Midtdelerbredde 1,0 m (asfalt)                       | +0,5 %                           |
| Oppsamling overvann i midtdeler                      | -3,5 %                           |
| Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)              | +12,5 %                          |
| Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider | -                                |
| Åpen drenering                                       | -                                |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>             | <b>-1,00 %</b>                   |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A             | +4,70 %                          |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. B vs. alt. A</b>      | <b>-5,70 %</b>                   |

Alternativ 3.2.2C, 1,5 m bred midtdeler og 0,75 m brede indre skuldre:

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                              | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Midtstilt belysning                                  | -10,0 %                          |
| 2 rekkverkslinjer i midtdeler, stivhet W1            | +0,5 %                           |
| Midtdelerbredde 1,5 m (gress)                        | -                                |
| Oppsamling overvann i midtdeler                      | -3,5 %                           |
| Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)              | +12,5 %                          |
| Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider | -                                |
| Åpen drenering                                       | -                                |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>             | <b>-0,50 %</b>                   |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A             | +4,70 %                          |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. C vs. alt. A</b>      | <b>-5,20 %</b>                   |

Alternativ 3.2.2D, 2,0 m bred midtdeler og 0,5 m brede indre skuldre:

Nøytral løsning med tanke på midtdelerbredde.

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                                    | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Midtstilt belysning                                        | -10,0 %                          |
| 2 rekkverkslinjer i midtdeler, stivhet W2/W1               | +0,15 %                          |
| Midtdelerbredde 2,0 m (gress), men med 0,5 m indre skulder | +2,75 %                          |
| Oppsamling overvann i midtdeler                            | -3,5 %                           |
| Ytre skulderbredde (bru): 1,5 m (1,5 m)                    | +12,5 %                          |
| Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider       | -                                |
| Åpen drenering                                             | -                                |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>                   | <b>+1,90 %</b>                   |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A                   | +4,70 %                          |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. C vs. alt. A</b>            | <b>-2,80 %</b>                   |

**Trafikantnytte**

Jo mer trafikk som kjører på motorveien, desto mer gunstig blir en bredere midtdeler. Beregninger er her foretatt med 15.000 i årsdøgntrafikk.

Bredden av indre skuldre (og avstand til midtrekkverk) kan påvirke hastighet i kjørefeltene ved midtdeler. Likeså kan avstanden til motkjørende påvirke hastighet i kjørefeltene ved midtdeler.

Alternativ 3.2.2A, 0,3 m bred midtdeler: Hastighet i kjørefeltene ved midtdeler forventes å være litt lavere (muligens ca. 1 km/t) enn alternativ 3.2.2D, da trafikanter er litt mer utrygge i kjørefeltene ved midtdeler på grunn av liten avstand til motkjørende. Samtidig er der ikke oppsamling av overvann i midtdeler, hvilket dra ned reisehastigheten med ca. 0,15 km/t. Samlet vurderes reisehastigheten å være ca. 1,15 km/t lavere i forhold til alternativ 3.2.2D, hvilket påfører trafikanter en økt reisetid på ca. 556 timer pr. km pr. år som tilsvarer en økt reisetidskostnad på ca. 72.300 NOK pr. km pr. år. Dette tilsvarer **5,4 mill. kr i redusert trafikantnytte** over beregningsperioden.

Alternativ 3.2.2B, 1,0 m bred midtdeler: Reisehastigheten vurderes å være ca. 0,25 km/t lavere i forhold til alternativ 3.2.2D, hvilket påfører trafikanter en økt reisetid på ca. 120 timer pr. km pr. år, svarende til en øket reisetidskostnad på ca. 15.600 NOK pr. km pr. år. Dette tilsvarer **1,2 mill. kr i redusert trafikantnytte** over beregningsperioden.

Alternativ 3.2.2C, 1,5 m bred midtdeler: Reisehastigheten vurderes å være ca. 0,25 km/t høyere i forhold til alternativ 3.2.2D, hvilket påfører trafikanter en spart reisetid på ca. 119 timer pr. km pr. år, svarende til en redusert reisetidskostnad på ca. 15.500 NOK pr. km pr. år. Dette tilsvarer **1,2 mill. kr i økt trafikantnytte** over beregningsperioden.

Alternativ 3.2.2D, 2,0 m bred midtdeler og 0,5 m brede indre skuldre: Nøytral løsning.

### Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø

Ingen forskjeller mellom alternativer.

### Ytre miljø

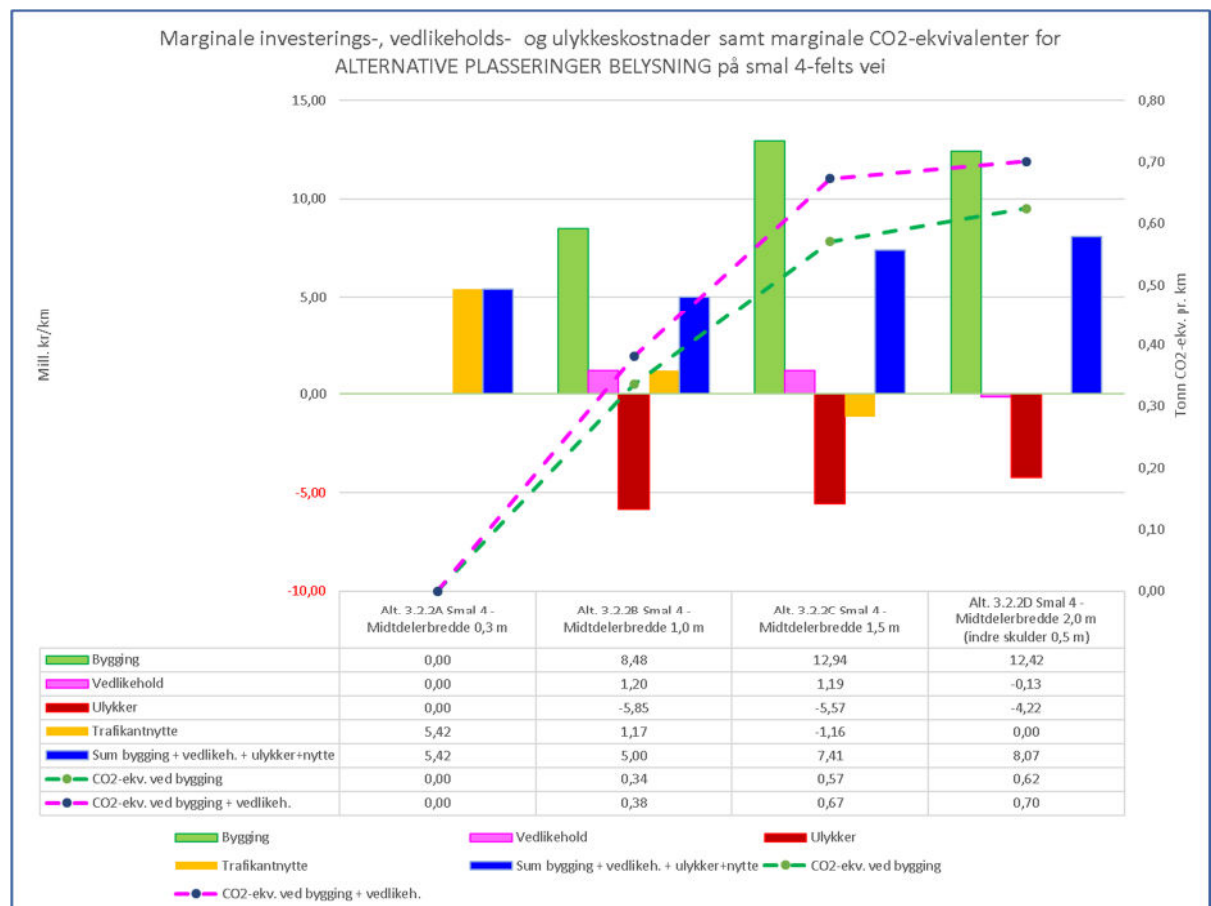
Differansen i klimagassutslipp mellom høyeste og laveste utgjør kun ca. 0,7 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. kilometer, noe som må betraktes som marginalt. Løsning med **smalest midtdeler (0,3 m)** gir minst klimagassutslipp. Løsninger med smalest midtdeler gir også minst masseuttak og arealbeslag.

### Utbyggings- og vedlikeholdskostnader

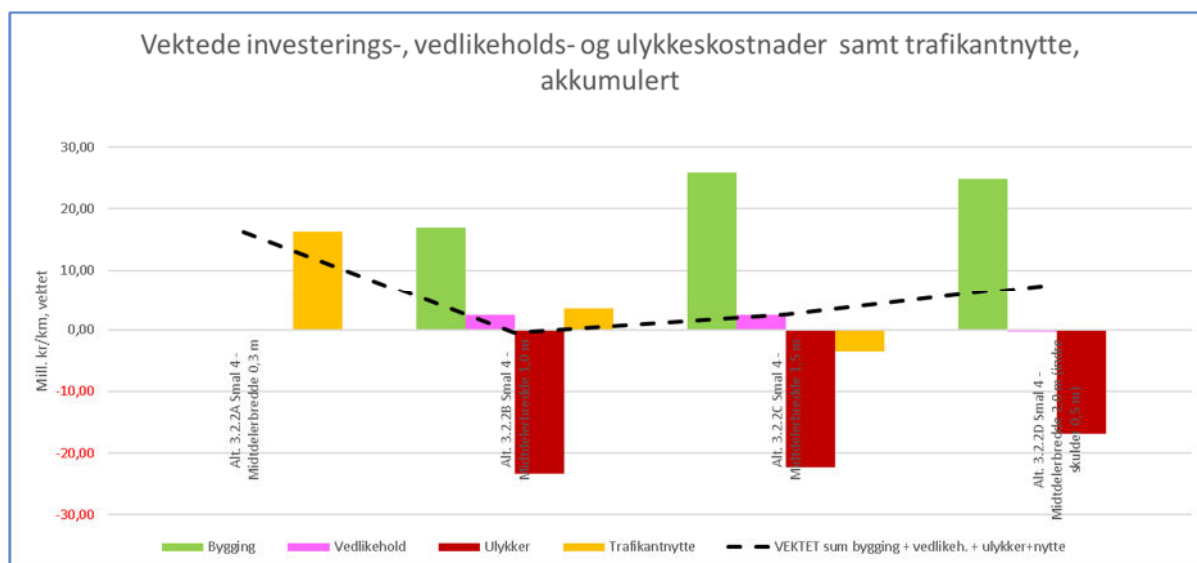
Utbyggings- og vedlikeholdskostnader for alternativene varierer tilnærmet proporsjonalt med bredden av midtdeler og indre skuldre. Den smaleste midtdeleren på 0,3 m fremstår dermed som klart rimeligst der de øvrige alternativene ligger med en kostnad 9-14 mill. kr/km over.

### Driftskostnader

Den smaleste midtdeleren som har asfaltdekke og ikke drenssystem, skilt eller lysmaster vil gi minst driftskostnader. De bredeste midtdelerløsningene med gressdekke, drenssystem og belysning vil gi høyest driftskostnader. Forskjellene betraktes likevel som relativt marginale i denne sammenheng.



Figur 47. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader samt trafikantnytte og klimagassutslipp ved alternativene midtdelerbredder på smal 4-felts vei.



Figur 48. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader ved alternativene midtdelerbredder for smal 4-felts vei der kostnadene er vektet iht. Nye Veiers beslutningsmodell.

### 5.2.3 Poenggiving

#### Alternativ 3.2.2A, 0,3 m bred midtdeler

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 1     | 4       | 4         |            |
| TN  | 1     | 3       | 3         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>29</b> |            |

#### Alternativ 3.2.2B, 1,0 m bred midtdeler

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        |            |
| TN  | 1     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>40</b> |            |



**Alternativ 3.2.2C 1,5 m bred midtdeler**

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 3     | 4       | 12        |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>38</b> |            |

**Alternativ 3.2.2D, 2,0 m bred midtdeler og 0,5 m brede indre skuldre**

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

#### 5.2.4 Oppsummering

Både poenggivningen Figur 48 indikerer at **alternativ B med 1,0 m midtdeler** scorer marginalt best totalt sett. Med Nye Veiers høye vekting av trafikksikkerhet og trafikanthytte kommer den klart minst ressurskrevende løsningen med 0,3 m midtdeler dårligst ut. I utbyggingsfasen er de øvrige alternativene 8-13 mill. kr. pr. km dyrere. Før vekting er de samlede kostnadene for den smaleste midtdelere svært nær laveste samlede kostnad for alternativ B med midtdelerbredde 1,0 m.

Jo mer trafikk som kjører på motorveien, desto mer gunstig blir en bredere midtdeler. Den smale midtdeler på 0,3 m kan derfor være relevant å anvende ved en lav årsgjennsnittstrafikk.

#### 5.2.5 Forslag til videre oppfølging

Ingen.

### 5.3 Midtrekkverk

Utreides ikke videre her da temaet er behandlet i kapittel 4.2 Midtrekkverk.

#### **5.4 Oppsamling overvann i midtdeler**

Utreides ikke videre her da temaet er behandlet i kapittel 4.3 Oppsamling overvann i midtdeler.

## 5.5 Kabelgrøft plassering

Utreides ikke videre her da temaet er behandlet i kapittel 4.4 Kabelgrøft plassering.

## 5.6 Toppdekke i midtdeler

Utreides ikke videre her da temaet er behandlet noe i kapittel 4.5 Toppdekke i midtdeler.

## 5.7 Skilt i midtdeler

**Problemstilling: Hvilken effekter vil det å evt. kutte ut skilting i midtdeler kunne ha?**

Iht. Veinormal håndbok N300 skal visse skilt stå i midtdeler. Dette dreier seg hovedsakelig om fartsgrenseskilt og fletteskilt ved enden av motorvei. I arbeidet med å vurdere en smal 4-felts motorvei er det naturlig å se på midtdelerbredder. I de smaleste alternativene er det ikke plass til skilt. Da er det et alternativ å plassere skilt som normalt skal stå i midtdeler, over på motsatt skulder. I dette kapitlet vurderes disse spørsmålene.

### 5.7.1 Beskrivelse av alternativer

For de to presenterte alternativer forutsettes at fartsgrensen er 110 km/t, og midtdeler er 0,3, 1,0, 1,5 eller 2,0 m bred. De skiltene som typisk plasseres i midtdeler er:

- Fartskilt (100 cm i diameter)
- Fletteskilt (115 cm bred – ved enden av motorvei, typisk ved fletting av to kjørefelt til ett)
- Portalben (varierende bredde) med variabelt skilt eller fast skilt (utføres ofte ved tunnel, ved motorveisforgrening, ved betalingssystem o.l.). I noen tilfeller utføres portaler uten portalben i midtdeler eller som galge fra veiside.
- Variabel skilt vil trolig være noe tyngre enn tradisjonelle skilter og normalt ha bredder fra 100 cm og oppover.

#### Alternativ 3.2.7A, skilt i midtdeler

Skilt plasseres i midtdeler avhengig av bredde av midtdeler.

Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Ingen skilt i midtdeler med bredde på 0,3 m.
- 2) Fartskilt (og eventuelt 100 cm bred variabel skilt) i midtdeler med bredde på 1,0 m.
- 3) Alle typer skilt og portalben i midtdeler med bredde på 1,5 og 2,0 m.

Portalben i midtdeler er især hensiktsmessige/nødvendige ved motorveisforgrening.

#### Alternativ 3.2.7B, ingen skilt i midtdeler

Ingen skilt i midtdeler uansett bredde av midtdeler.

Konsekvenser av dette alternativ:

- 1) Fartskilt, fletteskilt og variabel skilt kan plasseres på motsatte veiside.
- 2) Portalben i midtdeler unnlates ved å føre portal over hele motorveien, kun med portalben på de to veiskuldrene, eller det etableres galge i en veiside.

### **5.7.2 Vurdering**

Alternativ 3.2.7A skilt i midtdeler må anses som den mest alminnelige løsning på nåværende motorveier og andre 4-felts veier med midtdeler i åpent land, og betraktes derfor som en nøytral løsning.

#### **Trafikksikkerhet**

Vurderinger gjøres også her for ÅDT på 15.000. Vi har ikke funnet grunnlag for annet enn å si at det forventes at trafikksikkerheten er ens for Alternativ 3.2.7A skilt i midtdeler og Alternativ 3.2.7B ingen skilt i midtdeler, selv om skilt til venstre for kjøreretning er plassert annerledes. Informasjonsnivå anses for noenlunde lik.

#### **Trafikantnytte**

Det forventes at trafikantnyttene er ens for Alternativ 3.2.7A skilt i midtdeler og Alternativ 3.2.7B ingen skilt i midtdeler, selv om skilt til venstre for kjøreretning er plassert annerledes. Informasjonsnivå anses for noenlunde lik.

#### **Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø**

Omfang av stenging er marginalt forskjellig fra alternativ til alternativ, da vedlikehold av skilt i midtdeler vil kreve kortvarig stenging av kjørefelt.

#### **Ytre miljø**

Ingen større forskjeller.

#### **Utbyggings- og vedlikeholdskostnader**

Portaler uten ben i midtdeler og galger kan være noe dyrere, men vi snakker om svært marginale forskjeller hvis man ser dette opp mot de totale kostnadene til et veiprofil.

#### **Driftskostnad**

Å vaske skilt (på motsatt skulder) som står med front mot kjøreretningen vil neppe utgjøre noen betydelig forskjell i driftskostnader.

### 5.7.3 Poenggiving

#### Alternativ 3.2.7A, skilt i midtdeler

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

#### Alternativ 3.2.7B, ingen skilt i midtdeler

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

### 5.7.4 Oppsummering

Hvis andre forhold tilsier det, bør man også kunne vurdere de smaleste midtdelerløsningene der det ikke er mulig å sette opp skilter. Men man må i tilfelle få endret skiltnormalen slik at dette tillates.

### 5.7.5 Forslag til videre oppfølging

Med mindre man ikke går for de smaleste midtdelerløsningene er det ikke viktig å følge dette opp dette videre på kort sikt.



## 5.8 Bredde av ytre skulder

**Problemstilling:** Hvilken bredde bør ytre skulder ha på smale 4-felts veier ?

### 5.8.1 Beskrivelse av alternativer

For de fem presenterte alternativer forutsettes at eventuelle siderekkverk plasseres med forkant ved kant av ytre skulder asfalt/grus. Det betyr at eventuell skråningstopp plasseres bak forkant av siderekkverk.

Følgende velges felles for alle alternativer slik at dette ikke utgjør en variabel i denne sammenligningen:

- Midtdelerbredde 0,3 m (asfaltert), midtrekkverk med 30 cm bredde
- Ikke oppsamling av overvann i midtdeler
- Indre skulder 0,75 m
- Kjørefeltbredder: 4 x 3,50 m
- Ikke gjennomgående siderekkverk
- Énsidig belysning
- Åpen drenering i sidegrøfter

#### Alternativ 3.2.8A, 0,75 m asfaltert ytre skulder

Den ytre skulderen er 0,75 m bred og asfaltert. Forkant av eventuell siderekkverk står ved asfaltkanten av ytre skulder. Fartsgrense opp til 110 km/t.

Konsekvenser av denne ytre skulderen:

- 1) Ved ulykke og havari vil stansede kjøretøy helt eller delvis ofte stå i kjørefelt.
- 2) Ved vedlikehold i veiside (rekkverk, belysning, skilt, grøft, og så videre) vil stenging av kjørefelt oftest være nødvendig.
- 3) Bredden av tilgivende sideterreng økes mer enn ved 2,75 m ytre skulder, dog ikke ved jord-/bergskjæring.
- 4) Sidegrøft (bunn) er nærmere kjørefelt enn med 2,75 m ytre skulder.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Ytre skulderbredde (bru): 0,75 m (0,75 m)

**Alternativ 3.2.8B, 1,50 m asfaltert ytre skulder**

Den ytre skulder er 1,50 m bred og asfaltert. Forkant av eventuell siderekkeverk står ved asfaltkant av ytre skulder. Fartsgrense opp til 110 km/t.

Konsekvenser av denne ytre skulderen:

- 1) Ved ulykke og havari vil ofte stansede kjøretøy delvis stå i kjørefelt.
- 2) Ved vedlikehold i vegside (rekkverk, belysning, skilt, grøft, og så videre) vil stenging av kjørefelt oftest være nødvendig.
- 3) Bredden av tilgivende sideterreng økes enn ved 2,75 m ytre skulder, dog ikke ved jord-/bergskjæring.
- 4) Sidegrøft (bunn) er nærmere kjørefelt enn med 2,75 m ytre skulder.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Ytre skulderbredde (bru): 1,50 m (1,50 m)

**Alternativ 3.2.8C, 0,75 m asfaltert og 2,00 m gruset ytre skulder**

Den ytre skulder er 2,75 m bred, herav 0,75 m asfaltert og 2,00 m gruset. Forkant av et eventuelt siderekkeverk står ved gruset kant av ytre skulder. Fartsgrense opp til 110 km/t.

Konsekvenser av denne ytre skulder:

- 1) Ved ulykke og havari vil stansede kjøretøy oftest stå på ytre skulder.
- 2) Ved vedlikehold i vegside (rekkverk, belysning, skilt, grøft, og så videre) vil stenging av kjørefelt i noen tilfeller være nødvendig.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Ytre skulderbredde (bru): 0,75 m asfaltert, 2,00 m gruset (1,50 m)

**Alternativ 3.2.8D, 2,00 m asfaltert og 0,75 m gruset ytre skulder**

Den ytre skulderen er 2,75 m bred, herav 2,00 m asfaltert og 0,75 m gruset. Forkant av et eventuelt siderekkeverk står ved gruset kant av ytre skulder. Fartsgrense opp til 120 km/t.

Konsekvenser av denne ytre skulderen:

- 1) Ved ulykke og havari vil stansede kjøretøy oftest stå på ytre skulder.
- 2) Ved vedlikehold i vegside (rekkverk, belysning, skilt, grøft, og så videre) vil stenging av kjørefelt sjeldent være nødvendig.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Ytre skulderbredde (bru): 2,00 m asfaltert, 0,75 m gruset (1,50 m)

**Alternativ 3.2.8E, 2,75 m asfaltert ytre skulder**

Den ytre skulderen er asfaltert og 2,75 m bred. Forkant av et eventuelt siderekkeverk står ved asfaltkant av ytre skulder. Fartsgrense opp til 120 km/t.

Konsekvenser av denne ytre skulderen:

- 1) Ved ulykke og havari vil stansede kjøretøy oftest stå på ytre skulder.
- 2) Ved vedlikehold i vegside (rekkverk, belysning, skilt, grøft, og så videre) vil stenging av kjørefelt nesten aldri være nødvendig.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Ytre skulderbredde (bru): 2,75 m asfaltert (1,50 m)

### 5.8.2 Vurdering

En 2,75 m bred asfaltert ytre skulder må anses som den mest alminnelige løsning på de nåværende motorveier og andre 4-felts veger med midtdeler i åpent land, og betraktes derfor som en nøytral løsning. I vurderinger inngår forskjeller i asfaltert bredde og gruset bredde av ytre skuldre. Betydningen av bredden av ytre skulder for stenging av kjørefelt ved vedlikehold i vegside inngår også i vurderinger. Det ses på begge vegsider (hele vegen).

**Trafikksikkerhet**

Både bredden av asfaltert ytre skulder og bredden av (ytterrabbatt-skråningstopp) gruset ytre skulder har en betydning for trafikksikkerheten, både i situasjoner med og uten siderekkeverk. Basert på en rekke studier anslås ulykkeskostnaden å bli redusert med ca. 10 %, når bredden av asfaltert ytre skulder økes med 1 m, inntil bredde av asfaltert og gruset ytre skulder (nødspor-ytterrabbatt-skråningstopp) er 3,0 m. Basert på en rekke studier anslås ulykkeskostnaden at bli redusert med ca.

5 %, når bredden av gruset ytre skulder økes med 1 m, inntil bredde av asfaltert og gruset ytre skulder (nødspor-ytterrabbatt-skråningstopp) er 3,0 m.

Alternativ 3.2.8A, 0,75 m asfaltert ytre skulder:

Ulykkeskostnad knyttet til skulderløsning forventes å være ca. 20 % høyere enn for alternativ 3.2.8E.

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                              | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Énsidig belysning                                    | -8,0 %                           |
| 1 rekkverkslinje i midtdeler                         | -1,0 %                           |
| Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt)                       | +1,2 %                           |
| Ikke oppsamling overvann i midtdeler                 | -                                |
| Ytre skulderbredde (bru): 0,75 m (0,75 m)            | +20,0 %                          |
| Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider | -                                |
| Åpen drenering                                       | +0,25 %                          |
| <b>Akkumulert relativ trafikksikkerhetskostnad</b>   | <b>+12,45 %</b>                  |

Alternativ 3.2.8B, 1,50 m asfaltert ytre skulder:

Ulykkeskostnad knyttet til skulderløsning forventes å være ca. 12,5 % høyere enn for alternativ 3.2.8E.

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                              | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Énsidig belysning                                    | -8,0 %                           |
| 1 rekkverkslinje i midtdeler                         | -1,0 %                           |
| Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt)                       | +1,2 %                           |
| Ikke oppsamling overvann i midtdeler                 | -                                |
| Ytre skulderbredde (bru): 1,50 m (1,50 m)            | +12,5 %                          |
| Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider | -                                |
| Åpen drenering                                       | +0,25 %                          |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>             | <b>+4,95 %</b>                   |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A             | +12,45 %                         |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. B vs. alt. A</b>      | <b>-7,5%</b>                     |

Alternativ 3.2.8C, 0,75 m asfaltert og 2,00 m gruset ytre skulder:

Ulykkeskostnad knyttet til skulderløsning forventes å være rundt 10 % høyere enn for alternativ 3.2.8E.

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                                                | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Énsidig belysning                                                      | -8,0 %                           |
| 1 rekkverkslinje i midtdeler                                           | -1,0 %                           |
| Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt)                                         | +1,2 %                           |
| Ikke oppsamling overvann i midtdeler                                   | -                                |
| Ytre skulderbredde (bru): 0,75 m asfaltert og 2,00 m gruset m (1,50 m) | +10,0 %                          |
| Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider                   | -                                |
| Åpen drenering                                                         | +0,25 %                          |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>                               | <b>+2,45 %</b>                   |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A                               | +12,45 %                         |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. C vs. alt. A</b>                        | <b>-10,0%</b>                    |

Alternativ 3.2.8D, 2,00 m asfaltert og 0,75 m gruset ytre skulder:

Ulykkeskostnad knyttet til skulderløsning forventes å være rundt 3,75 % høyere enn for alternativ 3.2.8E.

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                                                | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Énsidig belysning                                                      | -8,0 %                           |
| 1 rekkverkslinje i midtdeler                                           | -1,0 %                           |
| Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt)                                         | +1,2 %                           |
| Ikke oppsamling overvann i midtdeler                                   | -                                |
| Ytre skulderbredde (bru): 2,00 m asfaltert og 0,75 m gruset m (1,50 m) | +3,75 %                          |
| Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider                   | -                                |
| Åpen drenering                                                         | +0,25 %                          |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>                               | <b>-3,80 %</b>                   |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A                               | +12,45 %                         |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. D vs. alt. A</b>                        | <b>-16,25 %</b>                  |

Alternativ 3.2.8E, 2,75 m asfaltert ytre skulder:

Nøytral løsning.

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                              | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Énsidig belysning                                    | -8,0 %                           |
| 1 rekkverkslinje i midtdeler                         | -1,0 %                           |
| Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt)                       | +1,2 %                           |
| Ikke oppsamling overvann i midtdeler                 | -                                |
| Ytre skulderbredde (bru): 2,75 m asfaltert (1,50 m)  | 0,0 %                            |
| Ikke gjennomgående sideplassert rekkverk begge sider | -                                |
| Åpen drenering                                       | +0,25 %                          |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>             | <b>-3,80 %</b>                   |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A             | +12,45 %                         |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. C vs. alt. A</b>      | <b>-20,0 %</b>                   |

**Trafikantnytte**

Bredden av ytre skuldre kan påvirke trafikanters hastighet og omfanget av stenging av kjørefelt ved vedlikehold i vegside. Jo mer trafikk som kjører på motorveien, desto mer gunstig blir en bredere ytre skulder. Beregninger er her foretatt med 15.000 i årsdøgntrafikk.

Alternativ 3.2.8A, 0,75 m asfaltert ytre skulder:

Reisehastigheten vurderes å være ca. 2,0 km/t lavere i forhold til alternativ 3.2.8E, hvilket påfører trafikanter en økt reisetid på ca. 975 timer pr. km pr. år, svarende til en øket reisetidskostnad på ca. 126.700 NOK pr. km pr. år. Dette tilsvarer **9,50 mill. kr i redusert trafikantnytte** over beregningsperioden.

Alternativ 3.2.8B, 1,50 m asfaltert ytre skulder:

Reisehastigheten vurderes å være ca. 1,0 km/t lavere i forhold til alternativ 3.2.8E, hvilket påfører trafikanter en økt reisetid på ca. 483 timer pr. km pr. år, svarende til en øket reisetidskostnad på ca. 62.800 NOK pr. km pr. år. Dette tilsvarer **4,71 mill. kr i redusert trafikantnytte** over beregningsperioden.

Alternativ 3.2.8C, 0,75 m asfaltert og 2,00 m gruset ytre skulder:

Reisehastigheten vurderes å være ca. 1,0 km/t lavere i forhold til alternativ 3.2.8E, hvilket påfører trafikanter en økt reisetid på ca. 483 timer pr. km pr. år, svarende til en øket reisetidskostnad på ca. 62.800 NOK pr. km pr. år. Dette tilsvarer **4,71 mill. kr i redusert trafikantnytte** over beregningsperioden.

Alternativ 3.2.8D, 2,00 m asfaltert og 0,75 m gruset ytre skulder:

Forventes ikke å påvirke reisehastigheten i forhold til alternativ 3.2.8E.

Alternativ 3.2.8E, 2,75 m asfaltert ytre skulder:

Nøytral løsning.

***Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø***

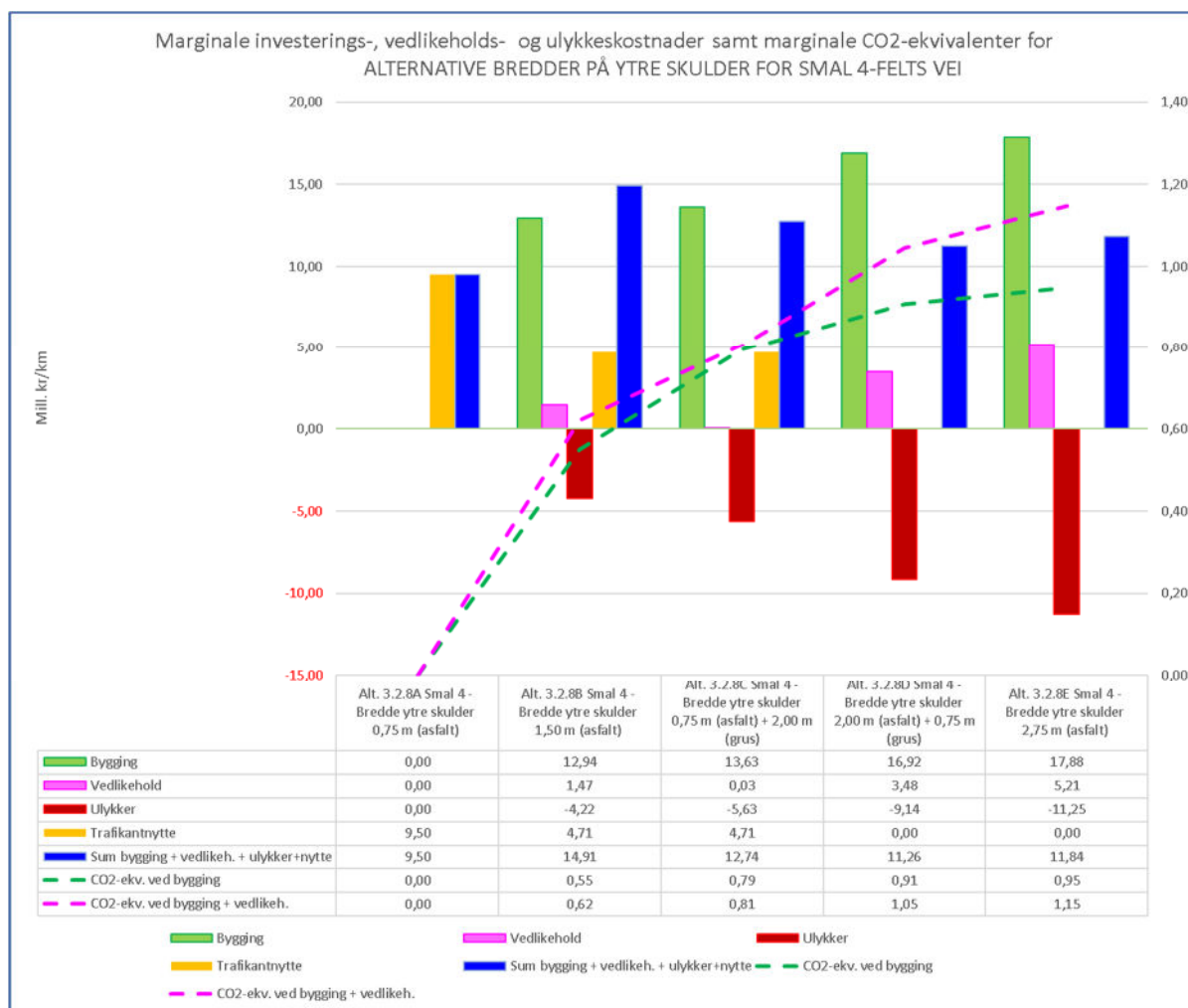
Valg av løsning for driftspersonell varierer med skulderbredden da omfang av stenging av kjørefelt er ganske forskjellig for de ulike alternativene.

***Ytre miljø***

Differansen i klimagassutslipp mellom høyeste og laveste utgjør kun ca. 1,4 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. kilometer, noe som må betraktes som marginalt. Løsning med **smalest skulder (0,75 m)** gir minst klimagassutslipp. Løsninger med smalest ytre skulder gir også minst masseuttak og arealbeslag.

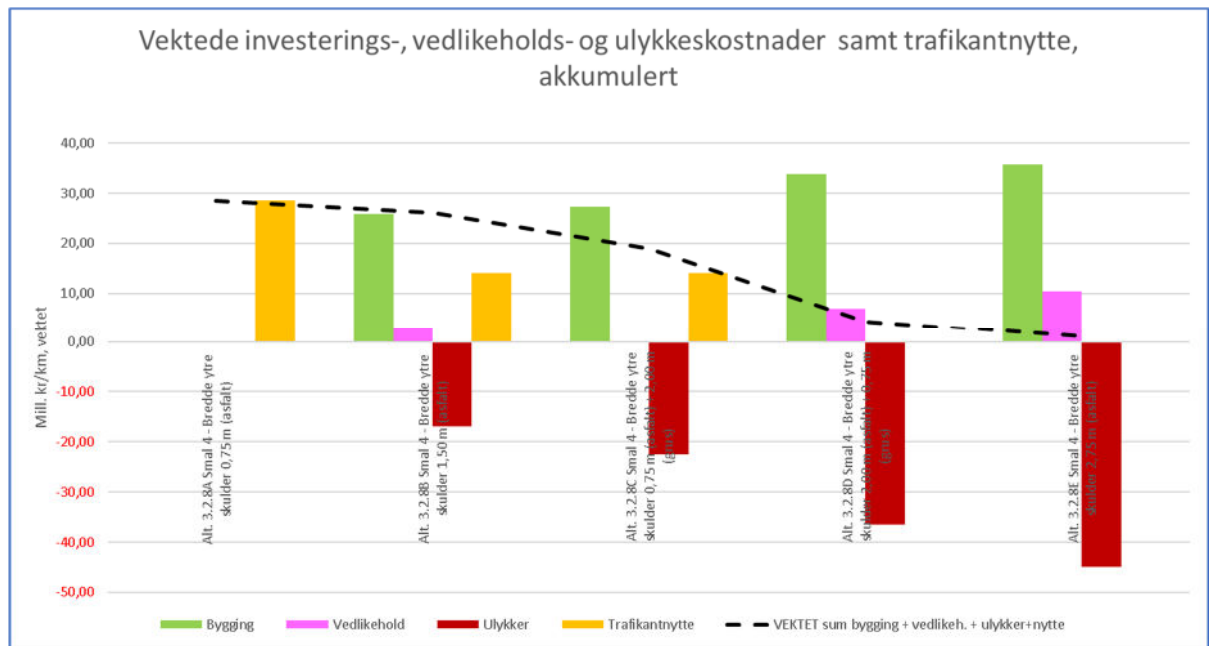
***Utbyggings- og vedlikeholdskostnader***

Utbyggings- og vedlikeholdskostnader for alternativene varierer tilnærmet proporsjonalt med bredden på ytre skulder der asfaltert av ytre skulder påvirker mest. Av Figur 49 fremgår det at **den smaleste skulderen på 0,75 m fremstår som klart rimeligst** der de øvrige alternativene ligger med en utbyggings- og vedlikeholdskostnad 16-32 mill. kr/km over.



Figur 49. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader samt trafikantnytte og klimagassutslipp ved alternativene bredder på ytre skulder på smal 4-felts vei.





Figur 50. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader samt trafikantnytte ved alternativene bredder på ytre skulder på smal 4-felts vei der kostnadene er vektet iht. Nye Veiers beslutningsmodell.

#### Driftskostnad

Med såpass stor variasjon i bredde på ytre skuldre vil omfang av stenging av kjørefelt være ganske forskjellig for de ulike alternativene. Det antas at løsning med smalest ytre skulder vil ha høyest driftskostnad, men også lavest vedlikeholdskostnad.

#### 5.8.3 Poenggiving

##### Alternativ 3.2.8A, 0,75 m asfaltert ytre skulder

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar:                                        |
|-----|-------|---------|-----------|---------------------------------------------------|
| TS  | 0     | 4       | 0         |                                                   |
| TN  | 1     | 3       | 3         |                                                   |
| SHA | 1     | 3       | 3         |                                                   |
| YM  | 2     | 3       | 6         |                                                   |
| UK  | 3     | 2       | 6         | Ca. 30 mill. kr billigere pr. km enn alternativ E |
| DK  | 3     | 2       | 6         |                                                   |
|     |       |         | <b>24</b> |                                                   |

##### Alternativ 3.2.8B, 1,50 m asfaltert ytre skulder

|     | Poeng | Vekting | Sum | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----|------------|
| TS  | 1     | 4       | 4   |            |
| TN  | 1     | 3       | 3   |            |
| SHA | 2     | 3       | 6   |            |
| YM  | 2     | 3       | 6   |            |

|    |   |   |           |  |
|----|---|---|-----------|--|
| UK | 3 | 2 | 6         |  |
| DK | 3 | 2 | 6         |  |
|    |   |   | <b>31</b> |  |

**Alternativ 3.2.8C, 0,75 m asfaltert og 2,00 m gruset ytre skulder**

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 1     | 4       | 4         |            |
| TN  | 1     | 3       | 3         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 3     | 2       | 6         |            |
|     |       |         | <b>31</b> |            |

**Alternativ 3.2.8D, 2,00 m asfaltert og 0,75 m gruset ytre skulder**

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 1     | 4       | 4         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 3     | 2       | 6         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

**Alternativ 3.2.8E, 2,75 m asfaltert ytre skulder**

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 2     | 3       | 6         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 2     | 2       | 4         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>34</b> |            |

#### 5.8.4 Oppsummering

Poenggivningen gir omtrent det samme bildet som den vektete vurderingen i Figur 50. **Alternativ D med 2,0 m asfaltert og 0,75 m gruset skulder fremstår som det totalt sett beste alternativet**, tett fulgt av alternativ E med 2,75 m asfaltert skulder.

Uten vekting av de forskjellige kostnadene, kfr. Figur 50, fremstår imidlertid alternativ A med 0,75 m asfaltert skulder som klart billigst med 5-10 mill. kr pr. km. lavere totale kostnader enn øvrige alternativer. Denne løsningen kommer imidlertid dårligere ut på trafiksikkerhet og trafikantnytte.

Et forhold som ikke inngår i vurderingene så langt, men som er av en viss betydning er variasjonen i skulderbredde mellom fri veistrekning og på bruer i linja. Dette er situasjonen i alternativ C, D og E. Dette vil vises tydelig på rekkverksføring før og etter bruer i linja. Variasjon i asfaltert bredde mellom vei og bru er et annet forhold som også kan være uheldig med hyppige skifter mellom vei og bru. På en annen side er bruer i størrelsesorden 4 ganger dyrere en vei og dermed blir økt skulderbredde også ekstra dyrt her. For H3 skiller det 75 cm på skulderbredde på vei og bru.

I arbeidet med å anbefale et nytt smal 4-felts profil bør også dette forholdet tillegges vekt.

#### **5.8.5    *Forslag til videre oppfølging***

Se hvordan gjennomgående sideplassert rekkverk med eget rekkverksrom («gruset skulder») påvirker ulykkessituasjonen for de smaleste skuldrene (alt. A og B).

## 5.9 Siderekkverk eller tilgivende sideterreng

Utreddes ikke videre her da temaet er behandlet noe i kapittel 4.6 Siderekkverk eller tilgivende sideterreng.

### **5.10    Åpen eller lukket drenering i sidegrøfter**

Utreides ikke videre her da temaet er behandlet noe i kapittel 0

Åpen eller lukket drenering i sidegrøfter.

## **5.11 Optimalisering av smalt 4-felts profil**

*Problemstilling: Hvordan ser et optimalisert smalt 4-felts profil ut?*

### **5.11.1 Beskrivelse av alternativer**

Basert på forutgående analyser lanseres følgende 4 H3-profiler:

- 5.11.1A Nøytral løsning (22,5 m)
- 5.11.1B Optimalisert løsning, litt trafikk og få bruer (17,3 m)
- 5.11.1C Optimalisert løsning, moderat trafikk og mange bruer (20,5 m)

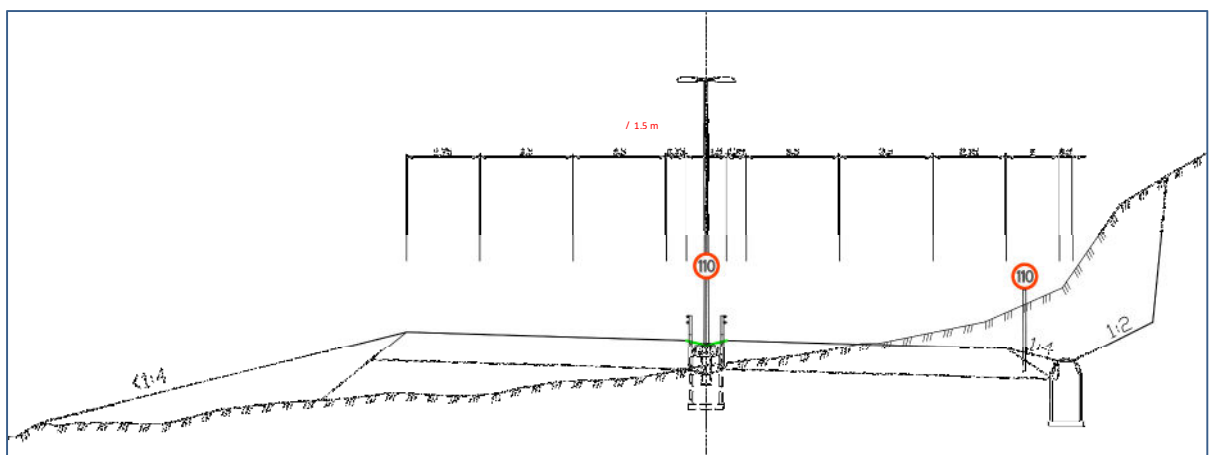
**Alternativ 3.2.11A Nøytral løsning (22,5 m)**

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det er to enkeltsidig rekkverk ved de indre skulderkanter i stivhetsklasse W1 og styrkeklasse minst H1.
- 2) Det er ikke brusøyler, portalben og lignede i midtdeler (smale portalben kan eventuelt stå i midtdeler).
- 3) Det er lysmaster og skilter i midtdeler.
- 4) Det er kabelgrøft i midtdeler.
- 5) Overvann kan oppsamles i midtdeler.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Belysning i midtdeler
- Kabelgrøft i midtdeler
- 2 rekkverkslinjer i midtdeler
- Midtdelerbredde 1,5 m (gress)
- Bredde indre skulder 0,75 m, asfaltert
- Oppsamling av overvann i midtdeler
- Skilt i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 2,75 m asfaltert (2,0 m)
- Ikke gjennomgående siderekker, men tilgivende sideterreng
- Lukket drenering i sidegrøfter: Indre grøfteskråning 2,00 m (1:4), bunn grøft 0,50 m
- Fyllingsskråning 1:4



*Figur 51. Alternativ 3.2.11A: Smalt 4-felts profil, nøytral løsning, som H3, men med midtdelerbredde 1,5 m.*



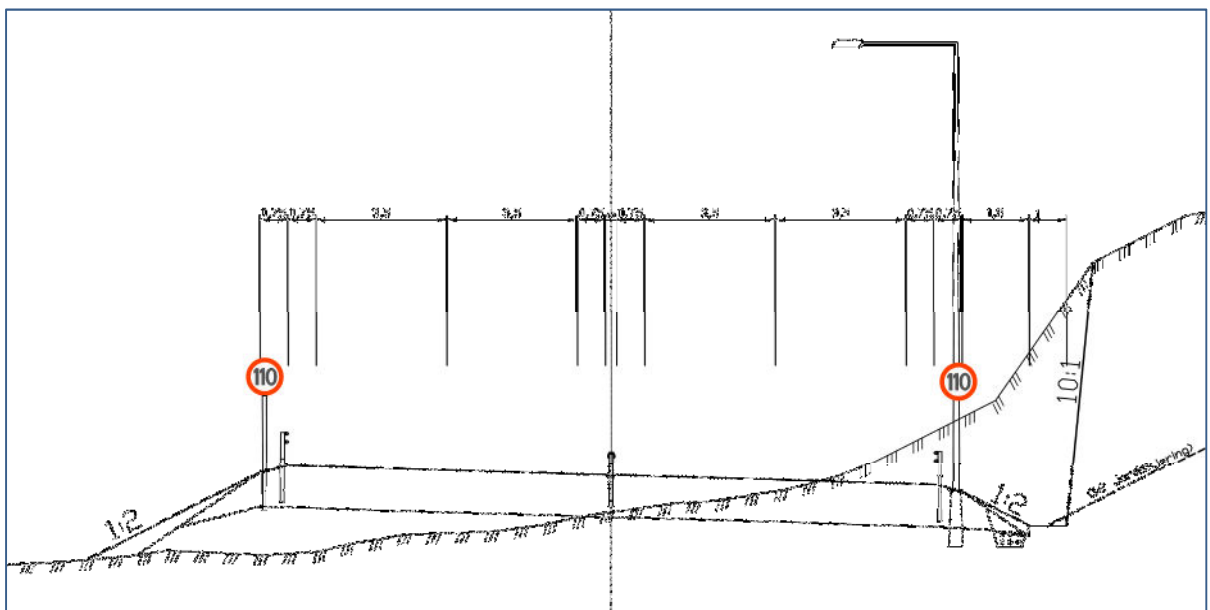
**Alternativ 3.2.11B Optimalisert løsning, begrenset trafikk og få bruer (17,3 m)**

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det er et smalt dobbeltsidig rekkverk (0,30 m bredt) i stivhetsklasse W4 og styrkeklasse minst H1.
- 2) Det er ikke brusøyler, lysmaster, portalben og lignede i midtdeler.
- 3) Det er ikke skilt i midtdeler.
- 4) Kabelgrøft i midtdeler kan unnlates.
- 5) Overvann kan trolig ikke oppsamles i midtdeler. En mulig løsning kan være etablering av asfaltvulst og rister under rekkverk.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Sideplassert belysning, énsidig
- Kabelgrøft i samme side som belysning
- 1 rekkverkslinjer i midtdeler
- Midtdelerbredde 0,3 m (asfalt)
- Bredde indre skulder 0,75 m, asfaltert
- Ikke oppsamling av overvann i midtdeler
- Ikke skilt i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 0,75 m asfaltert (0,75 m)
- Gjennomgående siderekker begge sider
- Åpen drenering i begge sidegrøfter: Indre grøfteskråning 0,75 m (1:4) + 1,8 m (1:2), bunn grøft 0,50 m i jordskjæring, ca. 1 m i fjellskjæring, avhengig av skjæringshøyde (fanggrøft)
- Ikke oppfylling mot fjellskjæring
- Fyllingsskråning 0,75 m (1:4) + øvrig del (1:2)



Figur 52. Alternativ 3.2.11B: Smalt 4-felts profil, optimalisert løsning ved begrenset trafikk og få bruer (17,3 m).

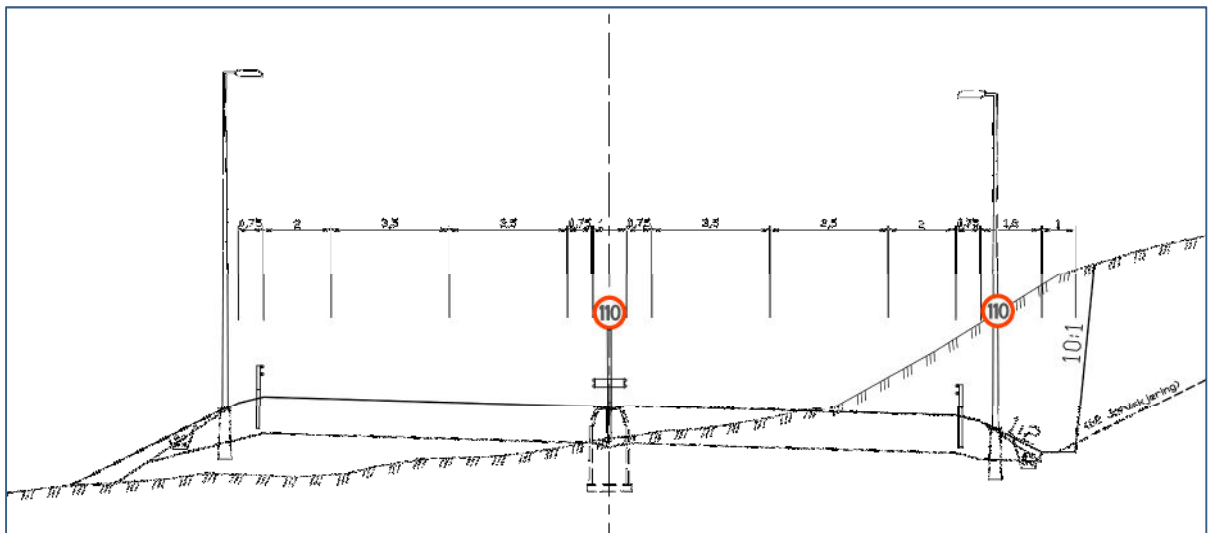
**Alternativ 3.2.11C Optimalisert løsning, moderat trafikk og mange bruer (20,5 m)**

Konsekvenser av denne plassering:

- 1) Det er et smalt dobbeltsidig rekkverk (1,00 m bredt) i stivhetsklasse W7 og styrkeklasse minst H1.
- 2) Det er ikke brusøyler, lysmaster, portalben og lignede i midtdeler.
- 3) Det er ikke skilt i midtdeler.
- 4) Kabelgrøft i midtdeler kan unnlates.
- 5) Overvann kan trolig ikke oppsamles i midtdeler. En mulig løsning kan være etablering av asfaltvulst og rister under rekkverk.

Valgt standard for dette sammensatte alternativet:

- Sideplassert belysning, énsidig (eller tosidig)
- Kabelgrøft i samme side som belysning (evt. begge sider)
- 1 rekkverkslinjer i midtdeler
- Midtdelerbredde 1,0 m (asfalt)
- Bredde indre skulder 0,75 m, asfaltert
- Oppsamling av overvann i midtdeler
- Skilt i midtdeler
- Ytre skulderbredde (bru): 2,00 m asfaltert (2,00 m)
- Gjennomgående siderekker begge sider
- Åpen drenering i begge sidegrøfter: Indre grøfteskråning 0,75 m (1:4) + 1,8 m (1:2), bunn grøft 0,50 m i jordskjæring, ca. 1 m i fjellskjæring, avhengig av skjæringshøyde (fanggrøft)
- Ikke oppfylling mot fjellskjæring
- Fyllingsskråning 0,75 m (1:4) + øvrig del (1:2)



Figur 53. Alternativ 3.2.11C: Smalt 4-felts profil, optimalisert løsning, moderat trafikk og mange bruer (20,5 m)

### 5.11.2 Vurdering

#### Trafikksikkerhet

Alternativ 3.2.11A. Nøytral løsning (22,5 m):

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                            | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|----------------------------------------------------|----------------------------------|
| Midtplasserte veilys                               | -10,0 %                          |
| 1,5 m bred midtdeler                               | -1,5 %                           |
| 2 rekkverkslinjer i midtdeler, stivhet W1          | -6,6 %                           |
| Oppsamling overvann i midtdeler                    | -3,5 %                           |
| 2,75 m brede ytre skuldre                          | -                                |
| Tilgivende sideterreng i begge veisider            | -                                |
| Lukket drenering                                   | -0,25 %                          |
| <b>Akkumulert relativ trafikksikkerhetskostnad</b> | <b>-21,85 %</b>                  |

Alternativ 3.2.11B. Optimalisert løsning, begrenset trafikk og få bruer (17,3 m):

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                         | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|-------------------------------------------------|----------------------------------|
| Ensidig belysning                               | -8,0 %                           |
| 0,3 m bred midtdeler                            | -0,3 %                           |
| 1 rekkverkslinje i midtdeler, stivhet W4        | -8,1 %                           |
| Ikke oppsamling overvann i midtdeler            | -                                |
| 0,75 m brede ytre skuldre                       | +20,0 %                          |
| Gjennomgående siderekkeverk i begge veisider    | -4,0 %                           |
| Åpen drenering                                  | -                                |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>        | <b>-0,40 %</b>                   |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A        | -21,85 %                         |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. B vs. alt. A</b> | <b>+21,45 %</b>                  |

Alternativ 3.2.11C. Optimalisert løsning, moderat trafikk og mange bruer (20,5 m):

**Samlet relativ trafikksikkerhetskostnad for det sammensatte alternativet:**

| Element                                         | Relativ trafikksikkerhetskostnad |
|-------------------------------------------------|----------------------------------|
| Tosidig sideplasserte belysning                 | -10,0 %                          |
| 1,0 m bred midtdeler                            | -1,0 %                           |
| 1 rekkverkslinje i midtdeler, stivhet W7        | -9,6 %                           |
| Oppsamling overvann i midtdeler                 | -3,5 %                           |
| 2,0 m brede ytre skuldre                        | +7,5 %                           |
| Gjennomgående siderekkeverk i begge veisider    | -4,0 %                           |
| Åpen drenering                                  | -                                |
| <b>Akkumulert relativ ulykkeskostnad</b>        | <b>-20,60 %</b>                  |
| Akkumulert relativ ulykkeskostnad alt. A        | -21,85 %                         |
| <b>Relativ ulykkeskostnad alt. C vs. alt. A</b> | <b>+1,25 %</b>                   |

#### **Trafikantnytte**

Alternativ 3.2.11B. Optimalisert løsning, begrenset trafikk og få bruer (17,3 m):

Alternativ 3.2.11B forventes å ha en reisehastighet som er ca. 3,4 km/t lavere enn Alternativ 3.1.11A på grunn av smalere midtdeler og ytre skuldre samt ikke oppsamling av overvann i midtdeler. Med en årsdøgntrafikk på 15.000 vil den lavere reisehastighet påfører trafikanter en økt reisetid på ca. 1.679 timer pr. km pr. år, svarende til en øket reistidskostnad på ca. 218.300 NOK pr. km pr. år. Det gir en **økt reisetidskostnad på 16,37 mill. kr pr. km** over beregningsperioden på 75 år.

Alternativ 3.2.11C. Optimalisert løsning, moderat trafikk og mange bruer (20,5 m):

Alternativ 3.2.11C forventes å ha en reisehastighet som er ca. 0,75 km/t lavere enn Alternativ 3.1.11A på grunn av smalere midtdeler og ytre skuldre. Med en årsdøgntrafikk på 15.000 vil den lavere reisehastighet påfører trafikanter en økt reisetid på ca. 361 timer pr. km pr. år, svarende til en økt reistidskostnad på ca. 47.000 NOK pr. km pr. år. Det gir en økt reisetidskostnad på 3,52 mill. kr pr. km over beregningsperioden på 75 år.

#### **Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø**

Alternativ 3.2.11A Midtplasserte veilys: Nøytral løsning. Lave master gir god sikkerhet. Arbeid fra liftbil er vindfølsomt. Tilgang fra kjørefelt ved bruk av støtputebiler og liftbil. Stenging av kjørefelt (med støtputebil) forverrer sikkerheten for arbeidere. Mange utliggere å etterse.

Alternativ 3.2.11B, énsidig belysning med sideplasserte veilys: Høyere master gir noe lavere sikkerhet. Arbeid fra liftbil blir mer vindfølsomt. Kjørefelt skal ikke stenges, da arbeid foregår fra ytre skulder med liftbil, hvilket gir bedre sikkerhet. Færre utliggere å etterse.

Alternativ 3.2.1C, tosidig belysning med sideplasserte veily: Lave master gir god sikkerhet. Arbeid fra liftbil er vindfølsomt. Kjørefelt skal ikke stenges, da arbeid foregår fra skulder med liftbil, hvilket gir bedre sikkerhet. Mange utliggere å etterse.

#### **Ytre miljø**

Differansen i klimagassutslipp mellom høyeste og laveste utgjør ca. 3 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. kilometer, noe som må betraktes som ikke ubetydelig. Minst utslipp gir den smaleste veiløsningen med 17,3 m bredde. Nøytral løsning (A) som er tilnærmet lik H3, gir høyest utslipp, størst masseuttak og arealbeslag.

#### **Utbyggings- og vedlikeholdskostnader**

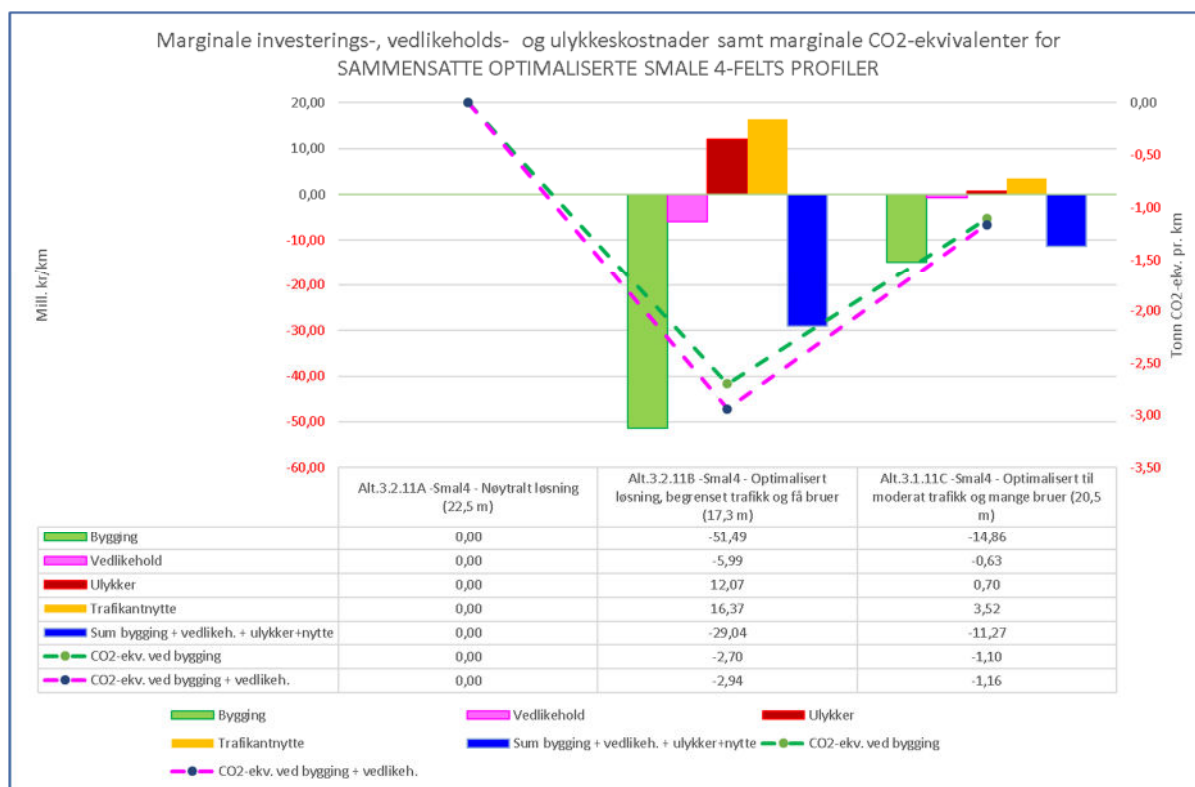
Utbyggings- og vedlikeholdskostnader for alternativene varierer svært mye, kfr. Figur 54.

Alternativ B med bredde 17,3 m har over 50 mill. kr lavere utbyggings- og vedlikeholdskostnad pr. km sammenlignet med nøytral løsning (22,5 m). Alternativ C med bredde 20,5 m ligger omtrent 15 mill. kr pr. km lavere enn nøytral løsning.

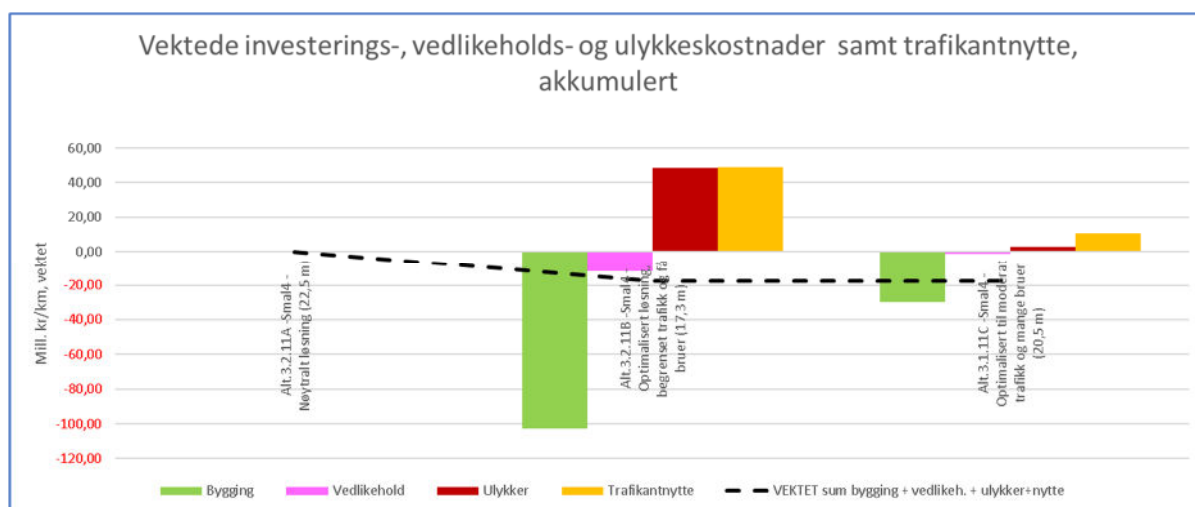
#### **Driftskostnader**

Drifts- og vedlikeholdsarbeider vil stenge kjørefelt og påvirke trafikken i større omfang for Alternativ B enn for Alternativ A. Havarerte og forulykket kjøretøyer vil påvirke trafikkavvikling i langt større omfang ved Alternativ B enn ved Alternativ A.

Drifts- og vedlikeholdsarbeider vil stenge kjørefelt og påvirke trafikken i tilnærmet samme omfang for Alternativ A og C. Havarert og forulykket kjøretøyer vil påvirke trafikkavvikling i marginalt større omfang ved Alternativ C enn ved Alternativ A.



Figur 54. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader supplert med trafikantnytte samt klimagassutslipp ved alternativene optimaliserte løsninger for smal 4-felts vei.



Figur 55. Beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader ved alternativene midtdelerbredder for smal 4-felts vei der kostnadene er vektet iht. Nye Veiers beslutningsmodell.

### 5.11.3 Poenggiving

#### Alternativ 3.2.11A. Nøytral løsning (22,5 m)

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar:                       |
|-----|-------|---------|-----------|----------------------------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |                                  |
| TN  | 2     | 3       | 6         |                                  |
| SHA | 2     | 3       | 6         |                                  |
| YM  | 2     | 3       | 6         |                                  |
| UK  | 2     | 2       | 4         | Burde kanskje vært gitt 0 poeng? |
| DK  | 2     | 2       | 4         |                                  |
|     |       |         | <b>34</b> |                                  |

#### Alternativ 3.2.11B. Optimalisert løsning, begrenset trafikk og få bruer (17,3 m)

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar:                                                           |
|-----|-------|---------|-----------|----------------------------------------------------------------------|
| TS  | 1     | 4       | 4         | Gis 1 poeng siden nøytral løsning har 2 poeng på utbyggingskostnader |
| TN  | 1     | 3       | 3         |                                                                      |
| SHA | 2     | 3       | 6         |                                                                      |
| YM  | 3     | 3       | 9         |                                                                      |
| UK  | 3     | 2       | 6         |                                                                      |
| DK  | 1     | 2       | 2         |                                                                      |
|     |       |         | <b>30</b> |                                                                      |

#### Alternativ 3.2.11C. Optimalisert løsning, moderat trafikk og mange bruer (20,5 m)

|     | Poeng | Vekting | Sum       | Kommentar: |
|-----|-------|---------|-----------|------------|
| TS  | 2     | 4       | 8         |            |
| TN  | 1     | 3       | 3         |            |
| SHA | 2     | 3       | 6         |            |
| YM  | 2     | 3       | 6         |            |
| UK  | 3     | 2       | 6         |            |
| DK  | 2     | 2       | 4         |            |
|     |       |         | <b>33</b> |            |

#### **5.11.4 Oppsummering**

I Figur 55 fremstilles beregningsresultat for investerings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader for alternativene der kostnadene er vektet iht. Nye Veiers beslutningsmodell. Med vekting kommer begge de optimaliserte løsningene bedre ut enn den nøytrale løsningen. Alternativ C (20,5 m) kommer best ut. Uten vekting vil den smaleste veien (17,3 m) komme klart best ut.

Ved lavere trafikkmengder vil ulykkeskostnader og trafikantnytte virke mindre inn på totalen. Her er det beregnet for ÅDT lik 15.000. Trafikkmengder et stykke under dette nivået vil favorisere den smaleste veiløsningen.

For å studere dette nærmere er det gjort en rekke beregninger i modellen med forskjellig trafikkvolum (ÅDT). Resultatene er vist i kapittel 5.11.5.

Hvis man legger vektete beregninger iht. Nye Veiers beslutningsmodell til grunn ser man at den smaleste veien (alternativ B, 17,3 m) er mest lønnsom opp til ca. ÅDT 25.000. Med vekting vil skillet gå på ÅDT ca. 15.000.

Veialternativet på 20,5 m (C) vil være mest lønnsom mellom ÅDT 25.000 – 50.000 uten vekting og for ÅDT mellom 15.000 og 30.000 ved vekting.

Resultatene harmonerer rimelig godt med at det er alminnelig kjent internasjonalt at fullt motorveiprofil med bred midtdeler og full bredde på ytre skulder først blir optimalt ved ÅDT over 30.000.

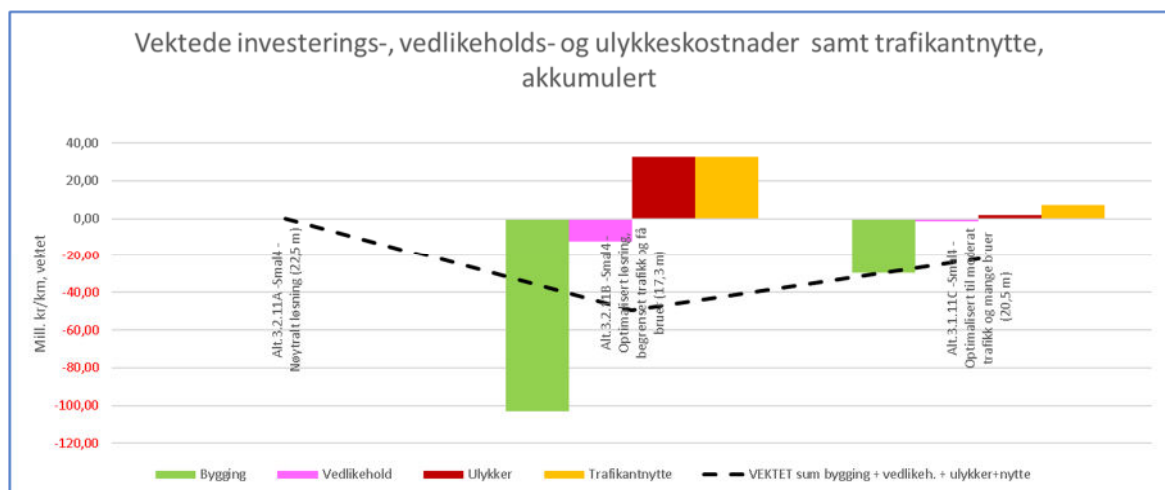
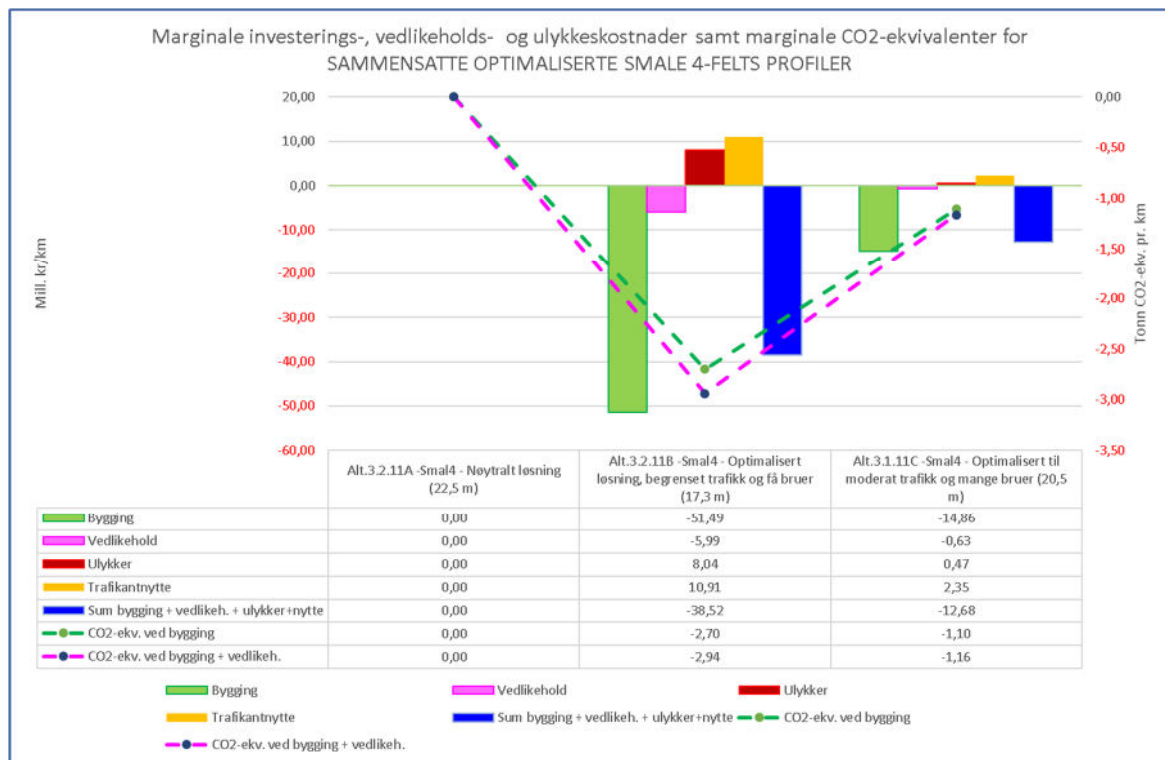
***Ut fra disse vurderingene kan det se ut som at en ekstra smal 4-felts vei med bredde 17,3 m vil være mest lønnsom for ÅDT under 15.000. For ÅDT mellom 15.000 – 30.000 fremstår den noe bredere smale 4-felts løsningen på 20,5 m som best.***



### 5.11.5 Følsomhet for variasjoner i trafikkvolum (ÅDT)

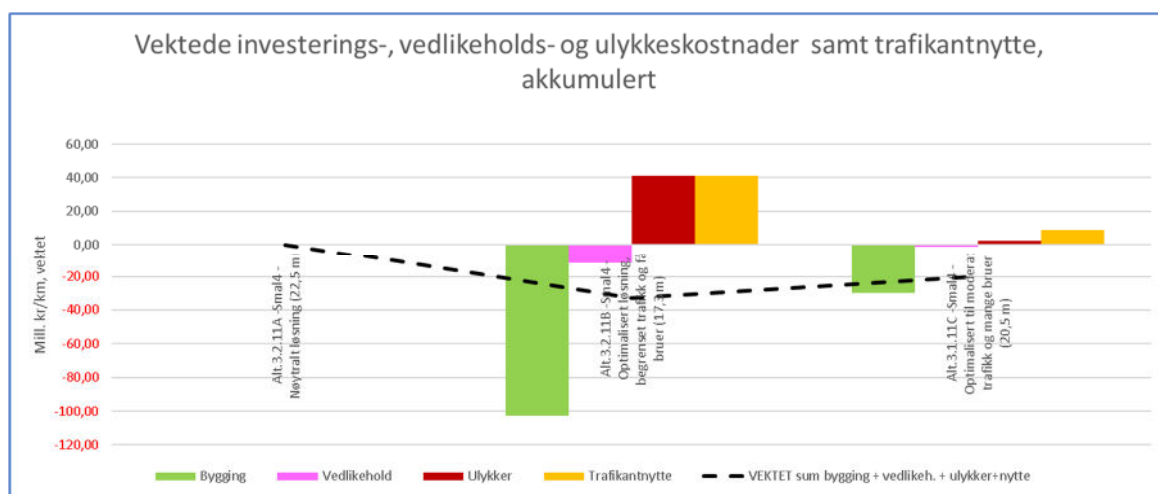
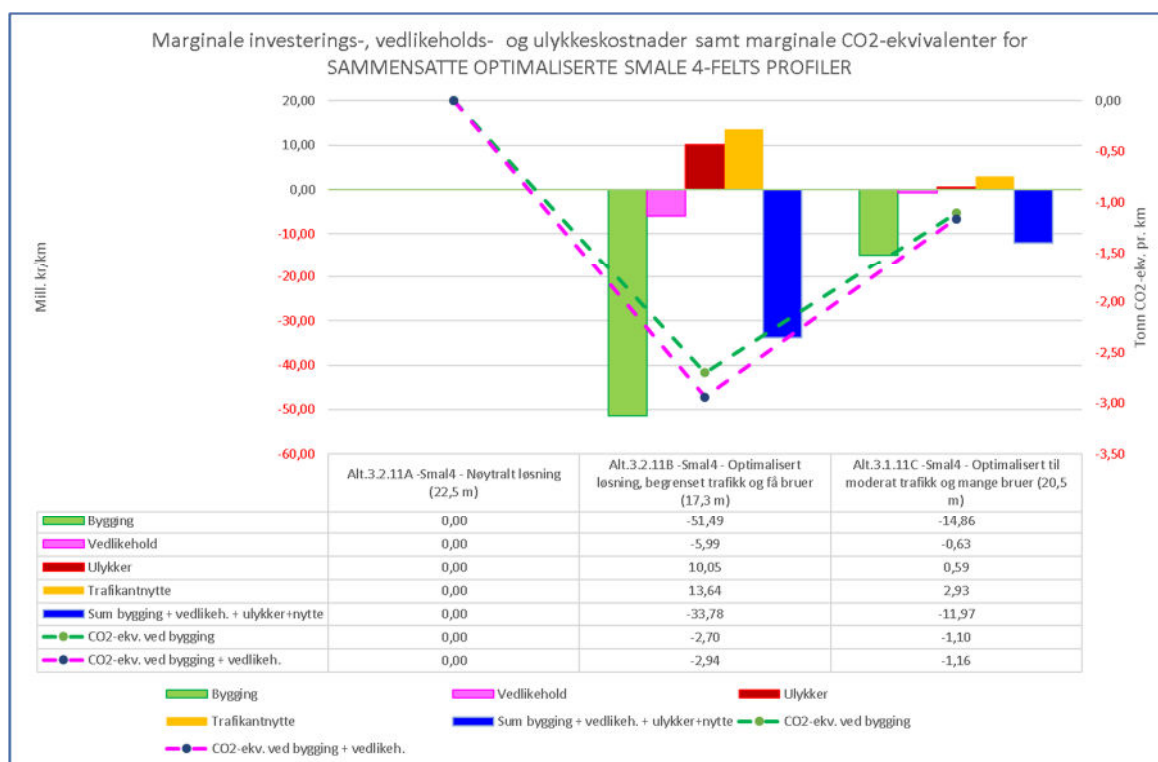
Det ses i dette kapitlet på hvordan variasjoner i ÅDT påvirker beregningene i modellen. Det ses både på summering av utbyggings-, vedlikeholds- og ulykkeskostnader samt trafikant nytte uten og med vekt. Første grafikk pr. side er uten vektning mens nederste grafikk pr. side er med vektning i tråd med iht. Nye Veiers beslutningsmodell.

#### ÅDT 10.000:



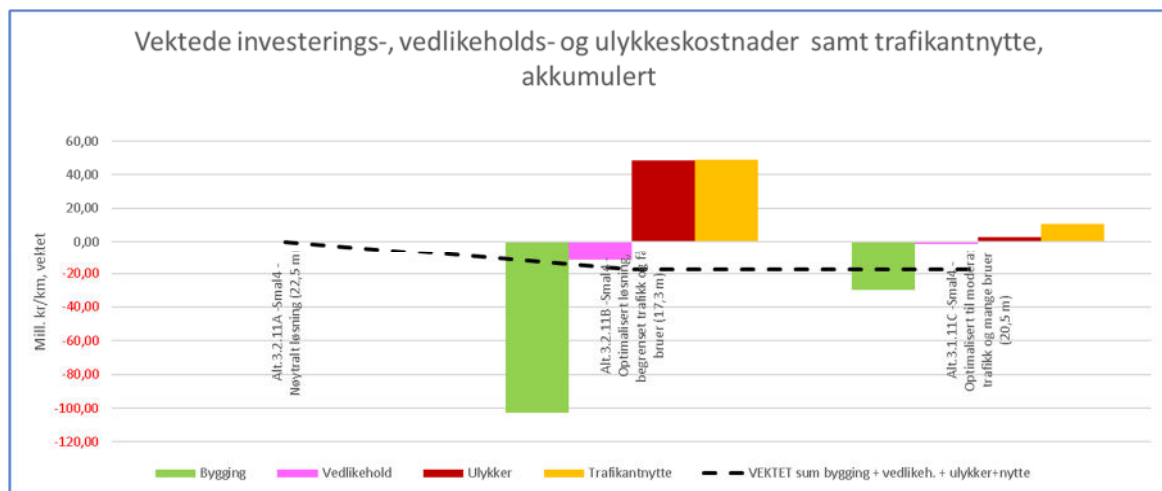
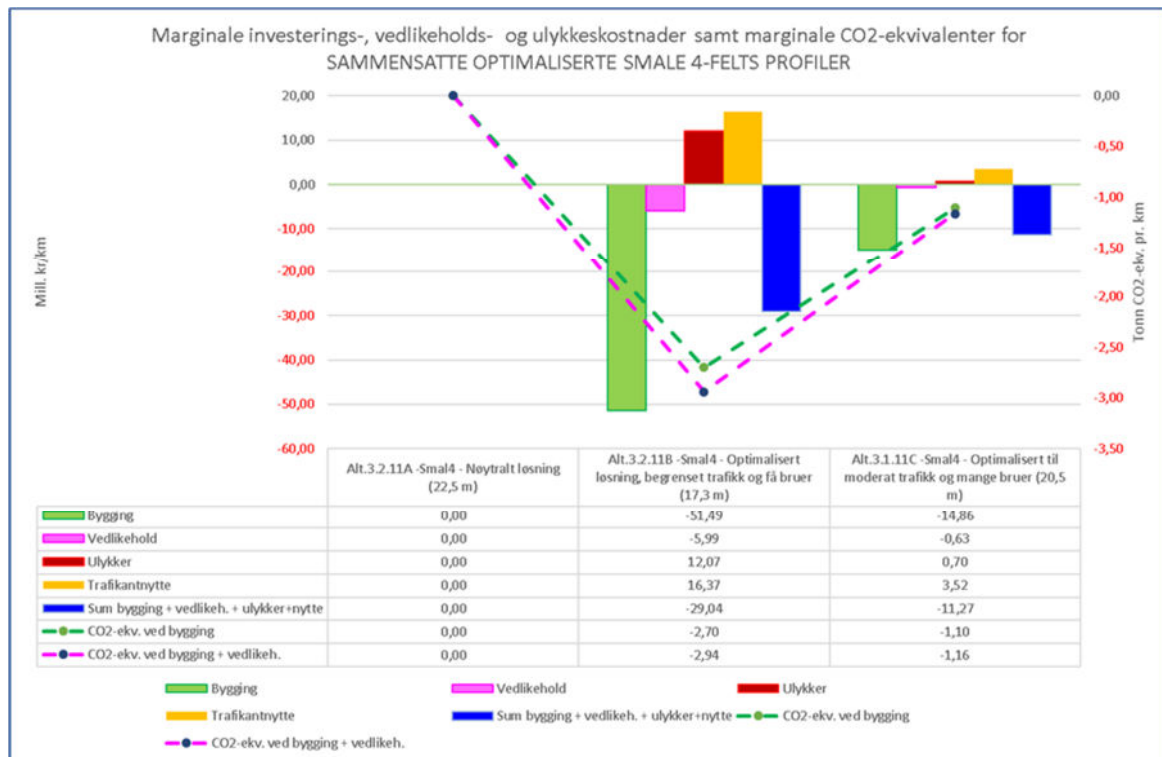
| Prioritet | Uten vektning   | Med vektning    |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 1         | 17,3 m (alt. B) | 17,3 m (alt. B) |
| 2         | 20,5 m (alt. C) | 20,5 m (alt. C) |
| 3         | 22,5 m (alt. A) | 22,5 m (alt. A) |

## ÅDT 12.500:



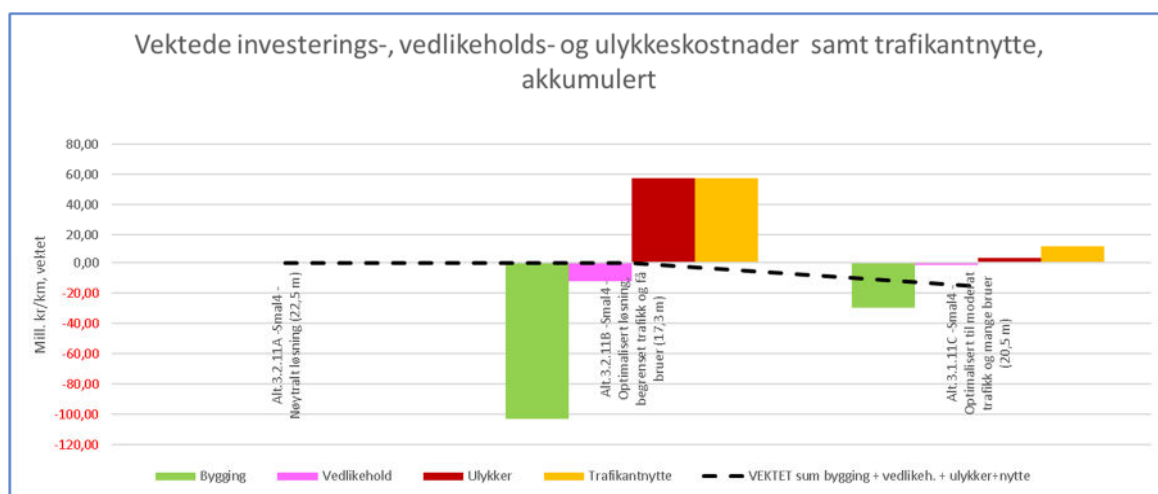
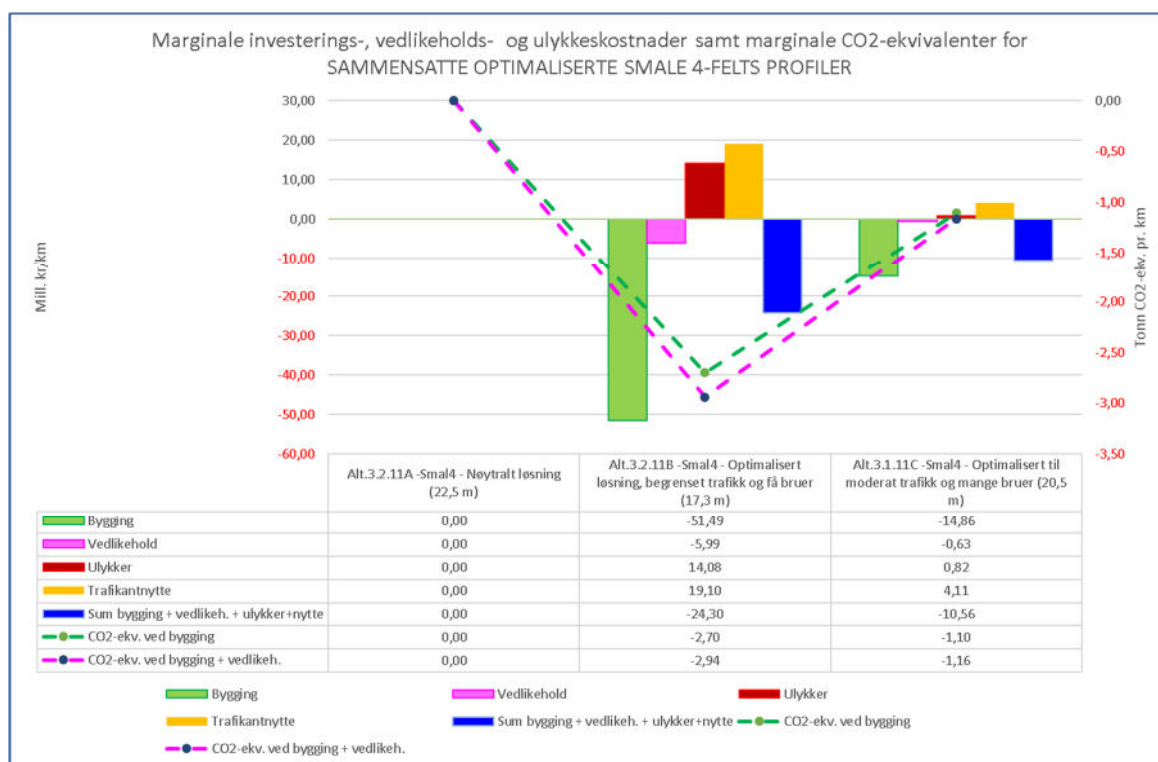
| Prioritet | Uten vektning   | Med vektning    |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 1         | 17,3 m (alt. B) | 17,3 m (alt. B) |
| 2         | 20,5 m (alt. C) | 20,5 m (alt. C) |
| 3         | 22,5 m (alt. A) | 22,5 m (alt. A) |

## ÅDT 15.000:



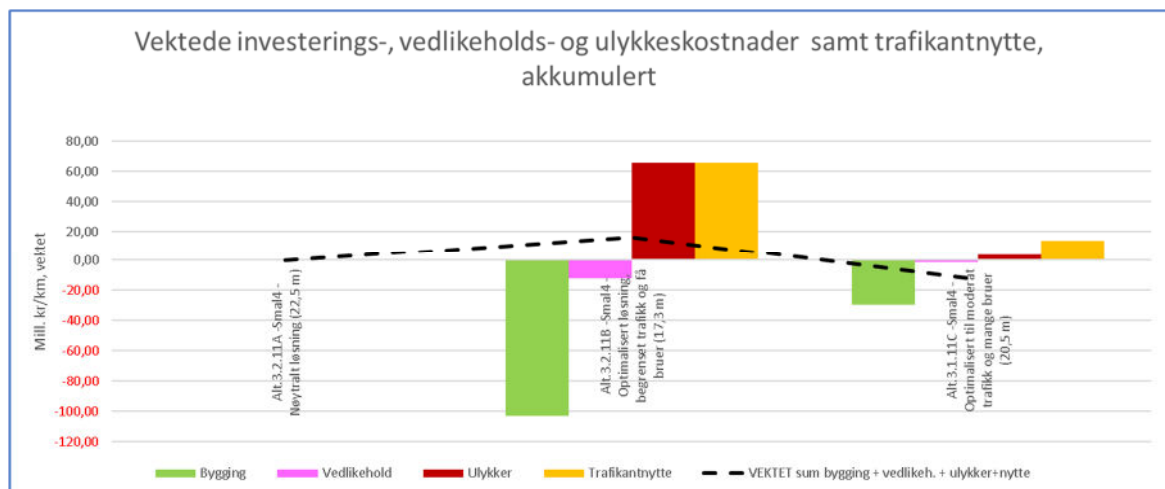
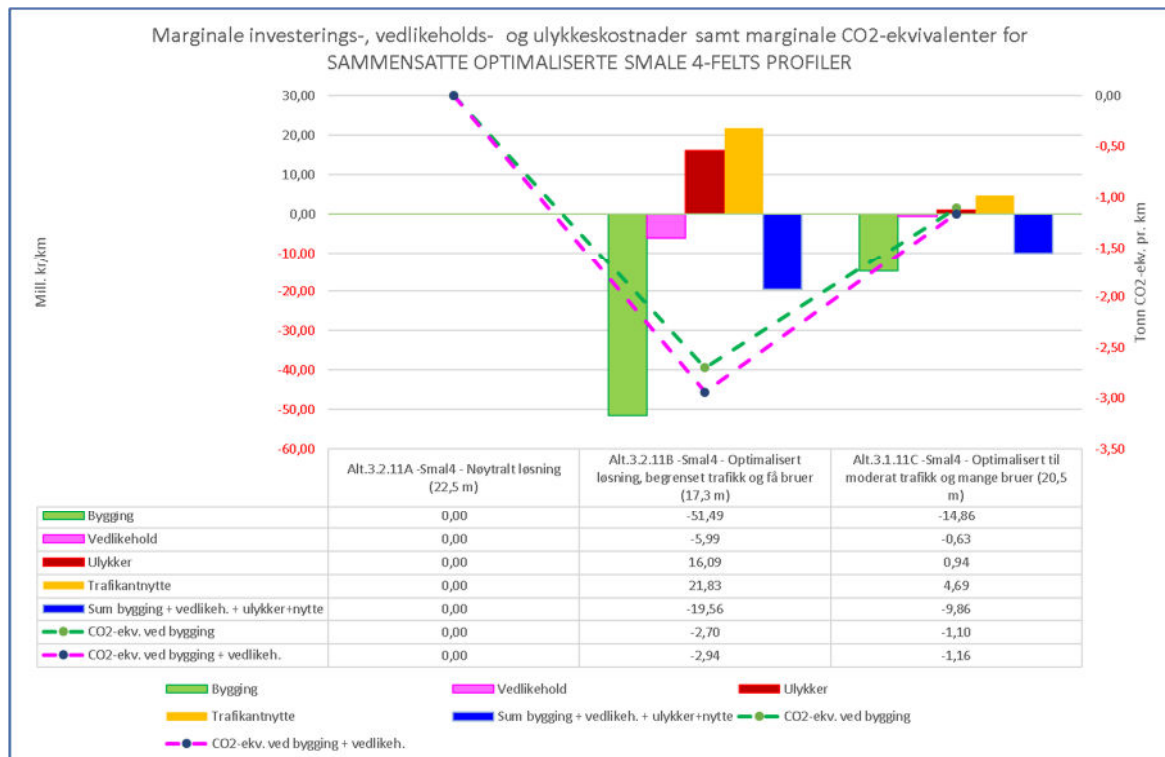
| Prioritet | Uten vektning   | Med vektning    |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 1         | 17,3 m (alt. B) | 20,5 m (alt. C) |
| 2         | 20,5 m (alt. C) | 17,3 m (alt. B) |
| 3         | 22,5 m (alt. A) | 22,5 m (alt. A) |

## ÅDT 17.500:



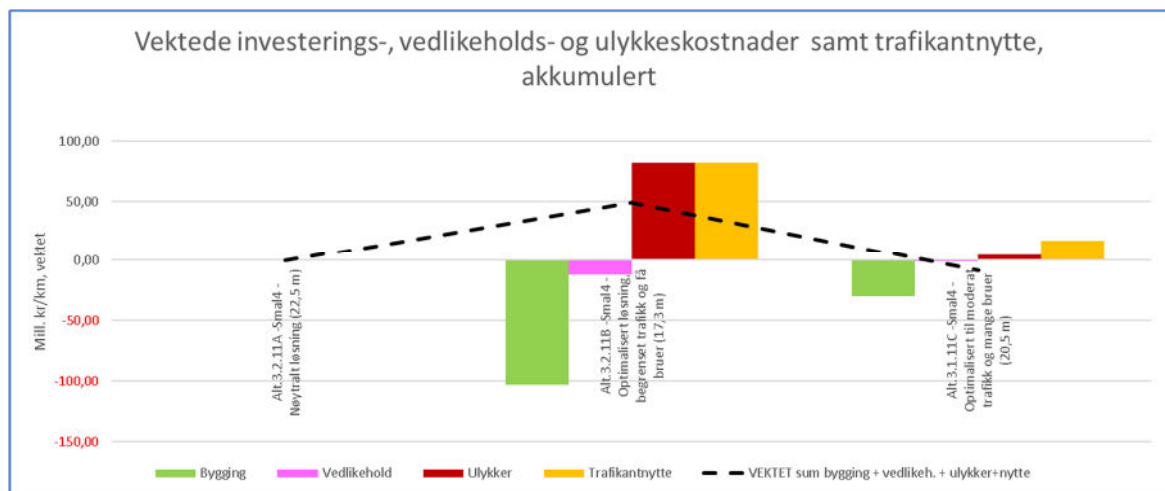
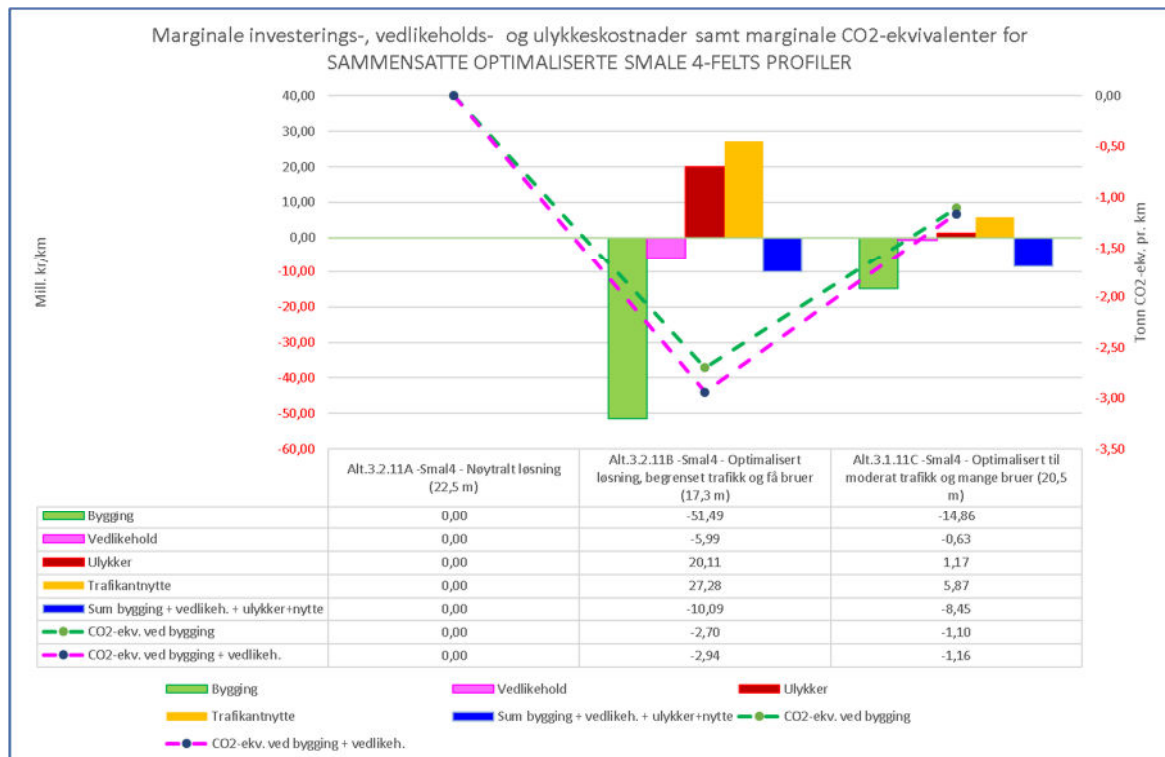
| Prioritet | Uten vektning   | Med vektning    |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 1         | 17,3 m (alt. B) | 20,5 m (alt. C) |
| 2         | 20,5 m (alt. C) | 17,3 m (alt. B) |
| 3         | 22,5 m (alt. A) | 22,5 m (alt. A) |

## ÅDT 20.000:



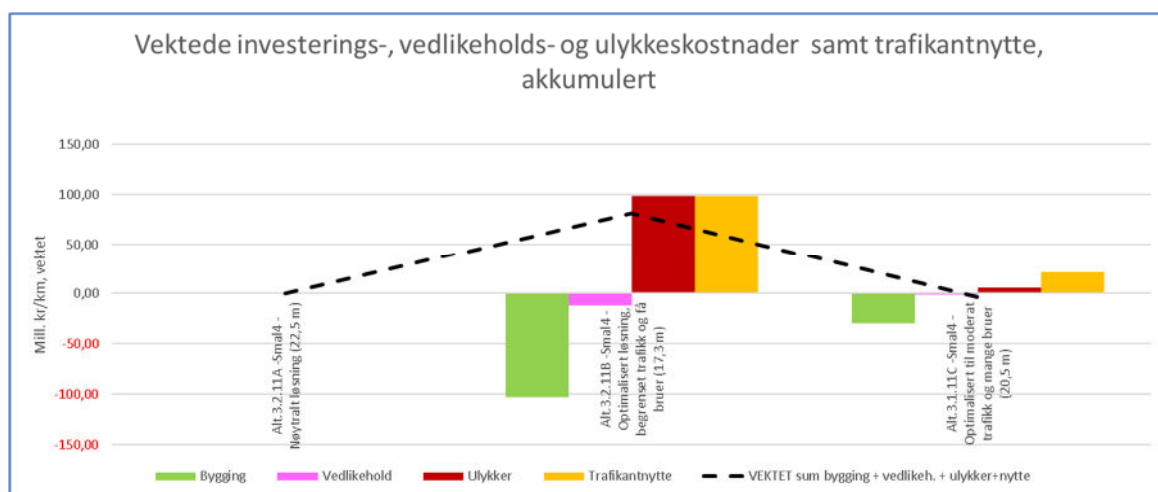
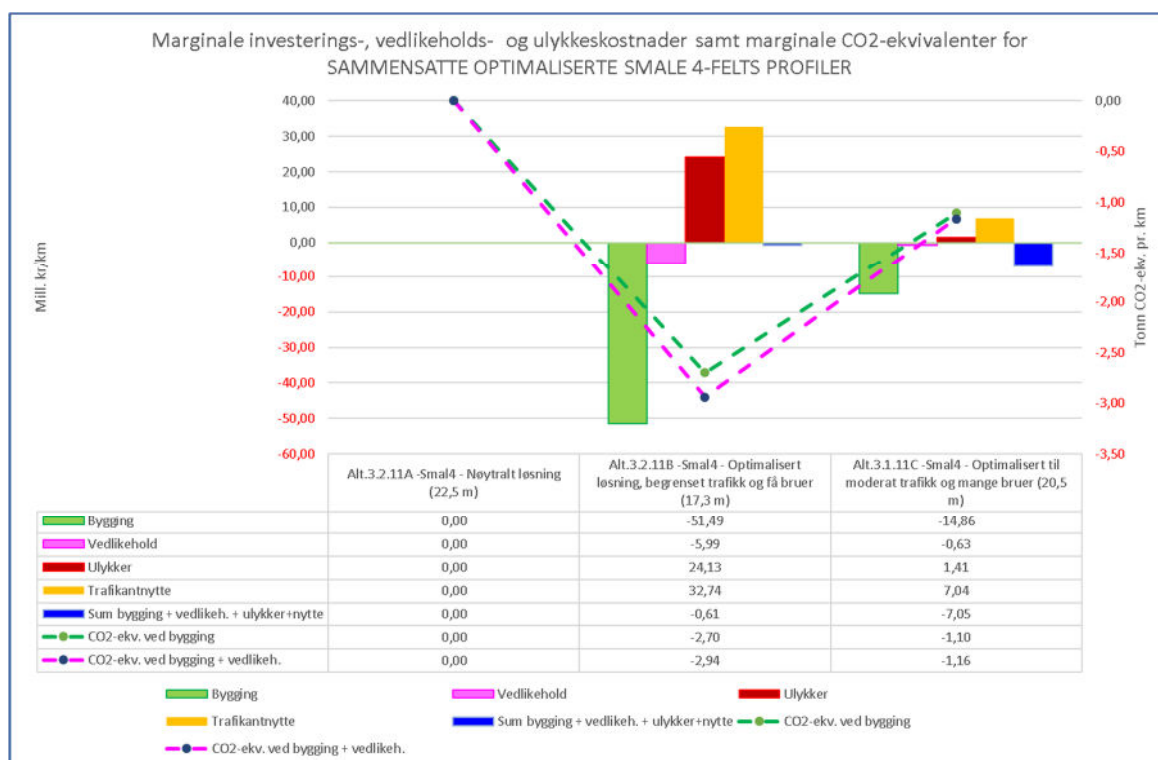
| Prioritet | Uten vektning   | Med vektning    |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 1         | 17,3 m (alt. B) | 20,5 m (alt. C) |
| 2         | 20,5 m (alt. C) | 22,5 m (alt. A) |
| 3         | 22,5 m (alt. A) | 17,3 m (alt. B) |

## ÅDT 25.000:



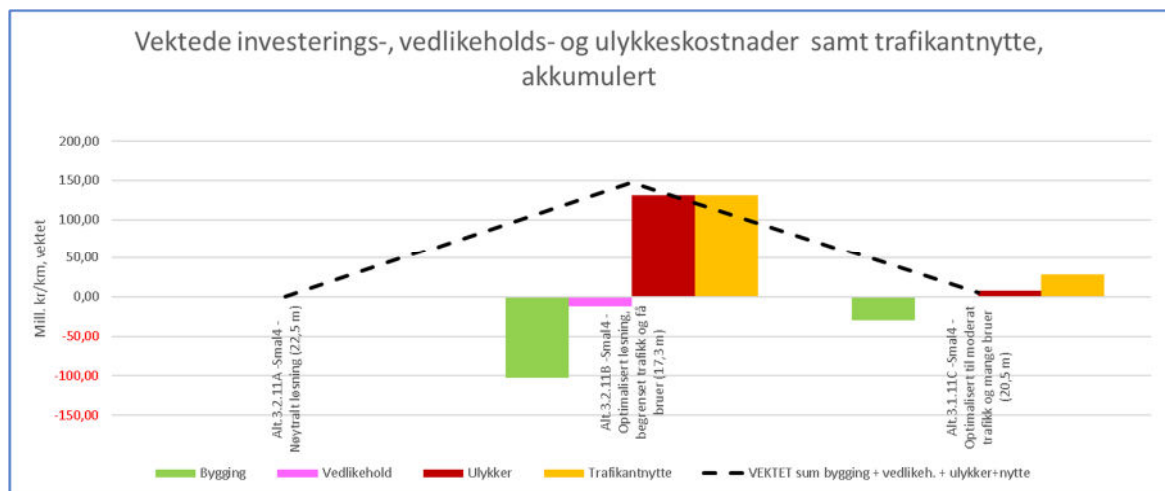
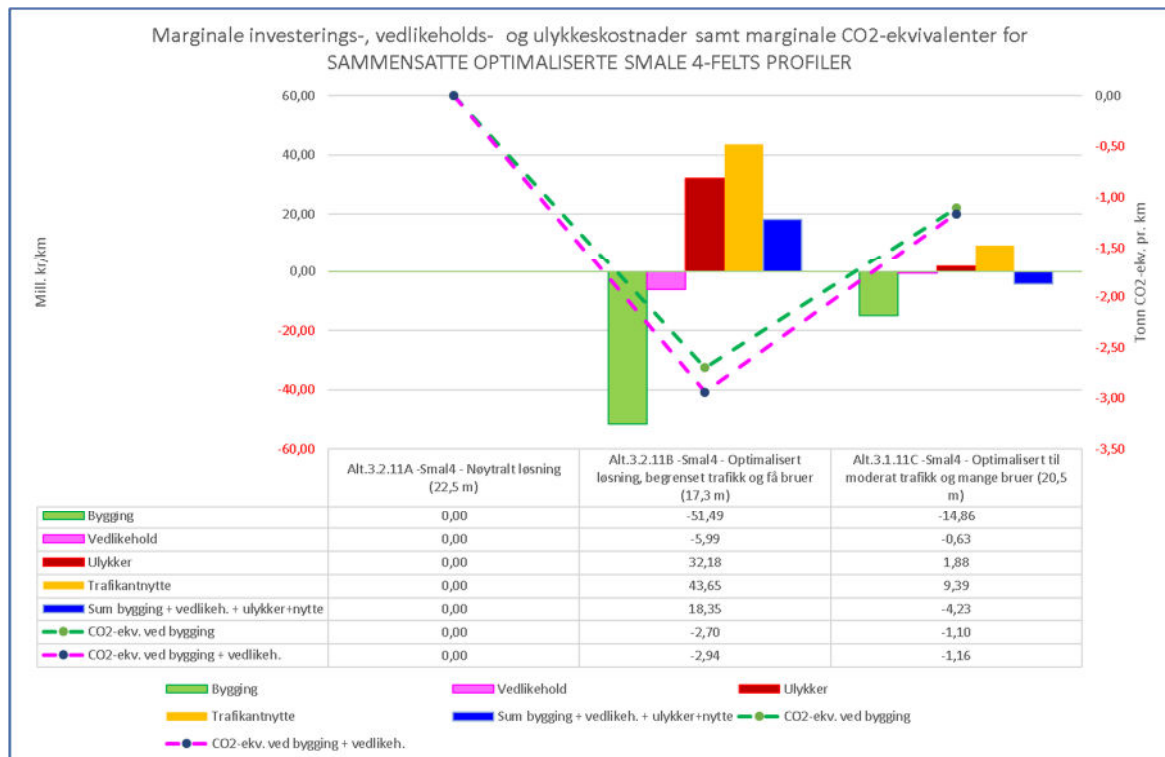
| Prioritet | Uten vektning   | Med vektning    |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 1         | 17,3 m (alt. B) | 20,5 m (alt. C) |
| 2         | 20,5 m (alt. C) | 22,5 m (alt. A) |
| 3         | 22,5 m (alt. A) | 17,3 m (alt. B) |

## ÅDT 30.000:



| Prioritet | Uten vektning   | Med vektning    |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 1         | 20,5 m (alt. C) | 20,5 m (alt. C) |
| 2         | 17,3 m (alt. B) | 22,5 m (alt. A) |
| 3         | 22,5 m (alt. A) | 17,3 m (alt. B) |

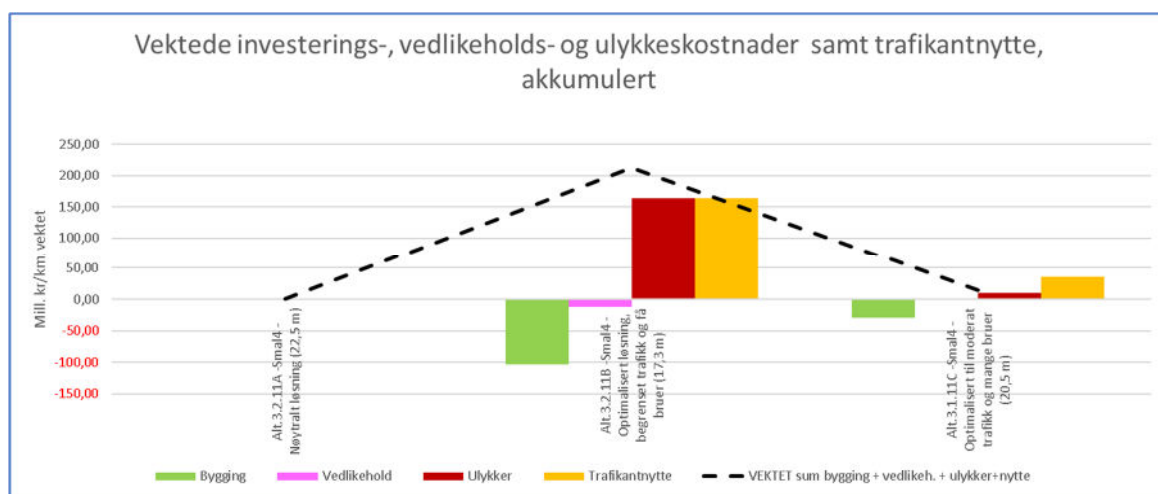
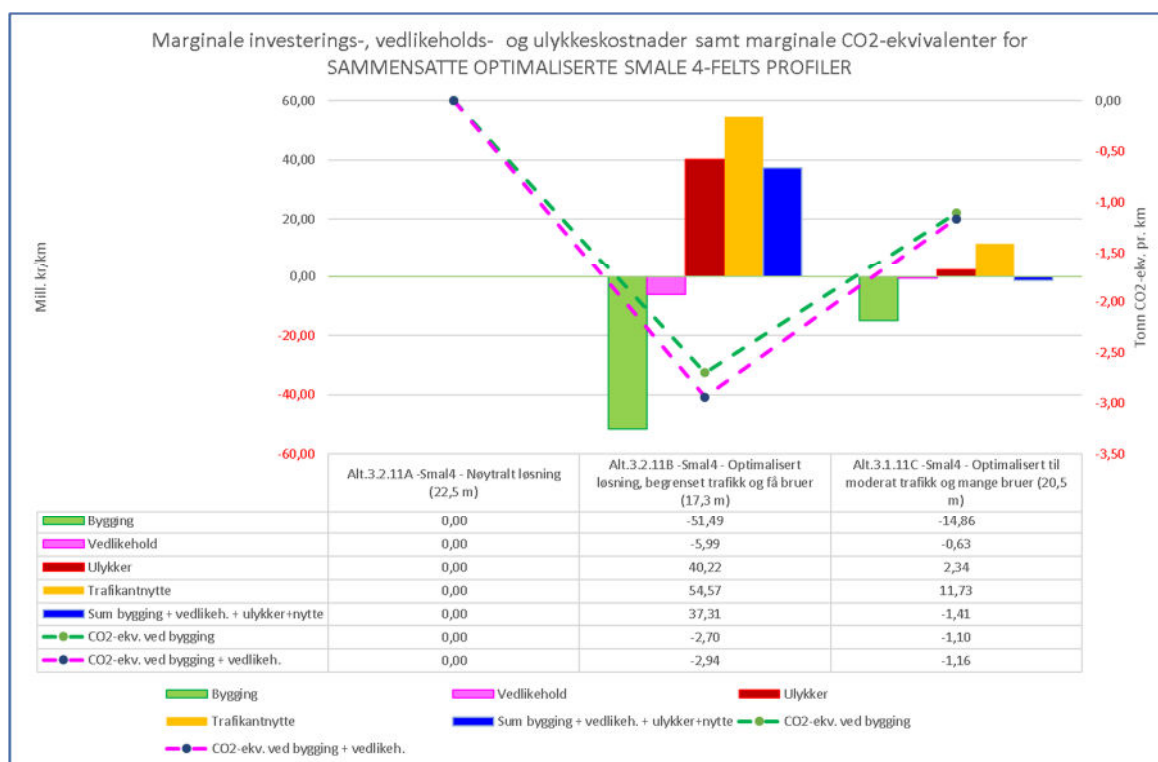
## ÅDT 40.000:



| Prioritet | Uten vektning   | Med vektning    |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 1         | 20,5 m (alt. C) | 22,5 m (alt. A) |
| 2         | 22,5 m (alt. A) | 20,5 m (alt. C) |
| 3         | 17,3 m (alt. B) | 17,3 m (alt. B) |

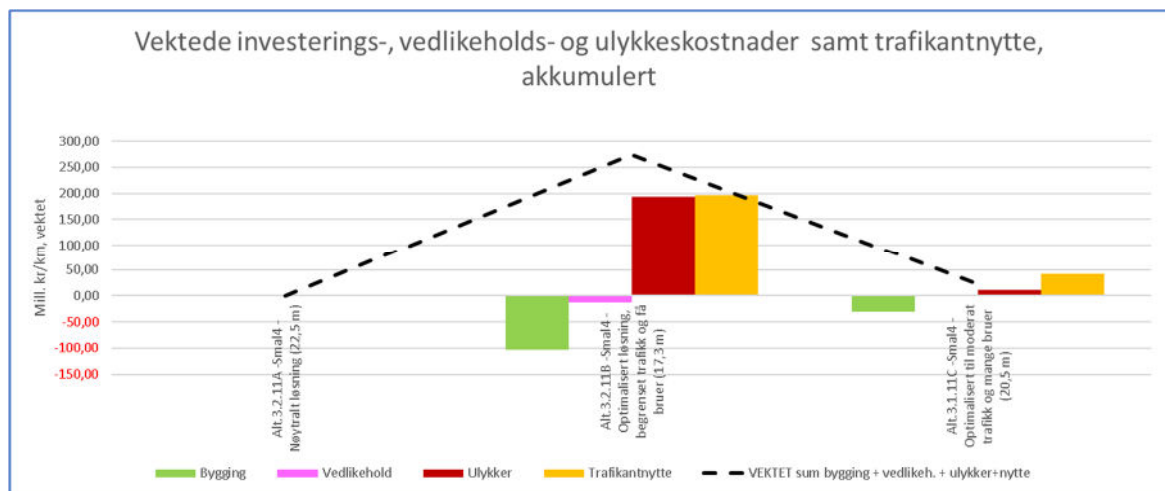
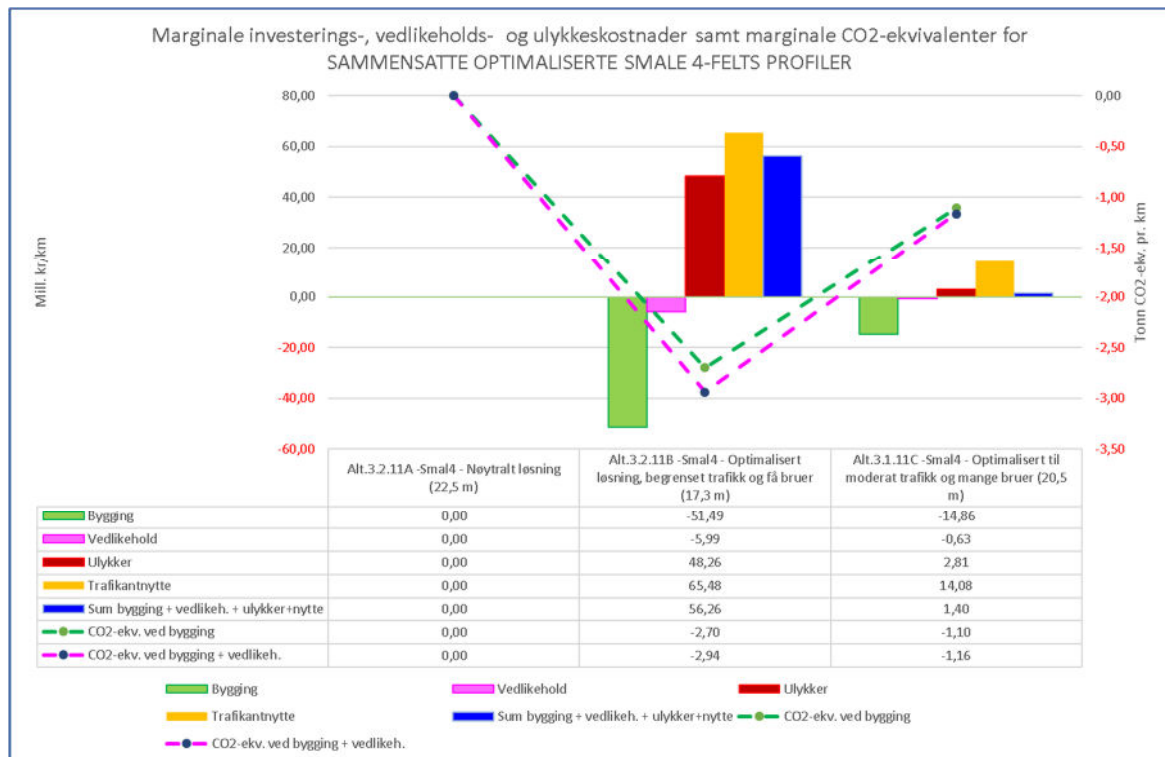


## ÅDT 50.000:



| Prioritet | Uten vektning   | Med vektning    |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 1         | 20,5 m (alt. C) | 22,5 m (alt. A) |
| 2         | 22,5 m (alt. A) | 20,5 m (alt. C) |
| 3         | 17,3 m (alt. B) | 17,3 m (alt. B) |

## ÅDT 60.000:



| Prioritet | Uten vektning   | Med vektning    |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 1         | 22,5 m (alt. A) | 22,5 m (alt. A) |
| 2         | 20,5 m (alt. C) | 20,5 m (alt. C) |
| 3         | 17,3 m (alt. B) | 17,3 m (alt. B) |

## Vedlegg

Vedlegg A      Beregningsmodell