



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Prosjektering av ny fylkesveg Åsen –
Helleskaret med tilhørende klimaregnskap

Designing of a new county road Åsen -
Helleskaret with estimated carbon emissions

Bjørn André Nygård

Martinus Haugen Orvedal

BYG150 Bacheloroppgave - Bygg

Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap. Institutt for byggfag

Veileder: Fredrik Ingmar Boge

Innleveringsdato: 21.05.21

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle

kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

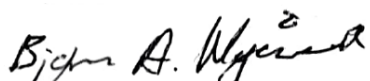
I. Forord

Denne bacheloroppgaven markerer avslutningen på våre tre år med byggingeniørstudier ved Høgskulen på Vestlandet avdeling Bergen. Oppgavens omfang tilsvarer 20 studiepoeng og er utarbeidet våren 2021. Gruppen har bestått av Bjørn André Nygård fra studieretningen «Miljø, plan og infrastruktur» og Martinus Haugen Orvedal fra studieretningen «Prosjekt og byggeledelse, profil: miljø, plan og infrastruktur».

Gjennom arbeidet med oppgaven har vi benyttet teori og kunnskap fra tidligere fag, samt at vi har tillært oss nye kunnskaper underveis. Særlig har arbeid knyttet til klimaregnskap og muligheter for utslippskutt vært svært lærerikt og interessant. På grunn av fagområdets store omfang har vi vært nødt til å begrense oss, og det finnes flere interessante deltemaer som vi ikke hadde mulighet til å se nærmere på. Vi føler likevel at vi har kommet frem til en del interessante funn, og at noen av disse kan være verdt å se nærmere på.

Vi ønsker å rette en stor takk til Thor-Henrik Fredriksen ved Haugen VVA for god faglig veiledning med oppgaven. Vi ønsker også å takke vår interne veileder Fredrik Ingmar Boge for god hjelp med struktur og oppbygging av oppgaven. Uten dem hadde arbeidet med denne oppgaven vært mye vanskeligere.

Bergen, mai 2021



Bjørn André Nygård



Martinus Haugen Orvedal

II. Sammendrag

Oppgaven omfatter å prosjektere en ny trafikkikker hovedveg fra Åsen til Helleskaret med tilhørende tilbud til myke trafikanter. Strekningen skal fungere i sammenkobling til nye E39 Svegatjørn -Rådal som en ny hovedåre til Drange og Sjøvik fra Bergen og Os sentrum. Det finnes flere utbyggingsplaner i området rundt Sjøvik og Drange, og den nye vegen vil oppheve rekkefølgekrav knyttet til infrastrukturen i området (Os kommune, 2016).

Veglinjen er valgt ut fra en forenklet konsekvensanalyse. Krav gitt av Statens Vegvesens håndbøker og veiledere er lagt til grunn under prosjekteringen. Samtidig er dataverktøyene Novapoint og AutoCAD brukt for å lage 3D modeller av de prosjekterte vegene, samt fremstilling av tekniske tegninger. Den nye hovedvegen har et forventet masseoverskudd som vil bli brukt i de tilhørende sekundærvegene, prosjektet som helhet er prosjektert med massebalanse.

Oppgaven hadde som mål å gjennomføre et klimaregnskap for prosjektet ved hjelp av Statens Vegvesen sitt beregningsverktøy «VegLCA». Med bakgrunn i dette regnskapet ble det vurdert ulike tiltak for å redusere klimagassutslipp i utbyggings-, drifts- og vedlikeholdsfasen. Samtidig ble førstegangsberegningen av klimagassutslippet fra VegLCA sammenlignet mot resultater fra beregningsverktøyet til Nye Veier (NV-GHG) og det Svenske Trafikverket (Klimatkalkyl). Dette ble gjort for å verifisere beregningen til VegLCA, samt for å vurdere hvilke verktøy som er best egnet til bruk i lignende prosjekt.

De foreslåtte tiltakene i prosjektet viste at det er mulig å kutte utslipp tilsvarende 1267 tonn CO₂-ekvivalenter. Dette utgjør en reduksjon på 32% fra førstegangsberegningen, og ble gjort gjennom bevisste materialvalg, nattedimming av lys og bruk av mer klimavennlige anleggsmaskiner. Sammenligningen av de forskjellige verktøyene for beregning av klimagassutslipp viste at VegLCA og NV-GHG hadde ganske like resultater, mens Klimatkalkyl beregnet betydelig lavere utslipp. Klimatkalkyl er også svært tett knyttet opp mot svenske standarder for vegbygging, og det er begrensede muligheter til å avvike fra gitte standarder i programmet. Vi har med bakgrunn i dette vurdert det til at VegLCA og NV-GHG er de to verktøyene som er best egnet for å beregne klimagassutslipp fra lignende prosjekter i Norge.

III. Abstract

This bachelor thesis revolves around designing a new main road from Åsen to Helleskaret with an associated parallel road for pedestrians and cyclists. The road will function in connection to the new E39 Sveгатjørn – Rådal as the new main road to Drange and Søvik from Bergen and Os. There are multiple development plans in the area around Søvik and Drange, and the new road will fulfill order demands connected to the infrastructure in the area (Os kommune, 2016).

The road alignment was chosen from a simplified analysis of consequence. Demands given by The Norwegian Public Road Administration's manuals were used under the engineering process. Furthermore, is Novapoint and AutoCAD used to create 3D models of the roads, in addition to producing technical drawings. The new main road has an expected mass surplus that will be used in the associated secondary roads, the project as a whole is designed with a mass balance.

The thesis had a goal to produce a climate accounting for the project using The Norwegian Public Road Administration's calculation tool for greenhouse gas emissions called «VegLCA». As well as consider various measures in the development, operation, and maintenance phase to reduce the climate emissions from the project. Furthermore, the initial calculation in VegLCA was compared to results from the calculation tool by Nye Veier (NV-GHG) and The Swedish Transport Administration (Klimatkalkyl). This was done to verify the calculations done in VegLCA, in addition to consider which tool is best used in similar projects.

The suggested measures in this project showed a potential reduction in climate emissions by 1267 tons CO₂ equivalents. This represents 32% reduction from the initial calculation, and was achieved through conscious material choices, use of nighttime light dimming and the use of more climate-friendly construction machines. The comparison between the calculation tools showed that VegLCA and NV-GHG calculated about the same emission value, whilst Klimatkalkyl calculated a much lower value. Klimatkalkyl is also very closely linked to Swedish standards for road construction, and there are limited opportunities to deviate from the given standards in the program. Based on this, it has been assessed that VegLCA and NV-GHG are the two tools that are best suited for calculating greenhouse gas emissions from similar projects in Norway.

Innholdsfortegnelse

I. Forord	I
II. Sammendrag	II
III. Abstract	III
Vedlegg til oppgaven	0
1. Innledning	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven	1
1.2 Problemstilling og avgrensing	1
2. Planområdet	2
2.1 Dagens situasjon	2
2.2 Planområdet:	3
2.3 Gjeldende reguleringsplan	4
2.4 Grunnforhold	5
3. Metode	6
3.1 Kartlegging av området	6
3.2 Befaring	6
3.3 Linjesetting	6
4. Konsekvensutredning	7
4.1 Metode	7
4.2 Traséalternativ:	8
4.3 Ikke-prissatte konsekvenser	9
4.3.1 Landskapsbilde	9
4.3.2 Friluftsliv og by/bygdeliv	10
4.3.3 Naturmangfold	11
4.3.4 Kulturarv	12
4.3.5 Naturressurser	13
4.3.6 Støy	13

4.3.7 Trafikksikkerhet	14
4.3.8 Samfunnsmessige konsekvenser	14
4.4 Prissatte konsekvenser	15
4.5 Resultat av Konsekvensutredning	16
4.6 Valg av alternativ	17
5 Ros-analyse	18
5.1 Innledning	18
5.1.1 Formål	18
5.1.2 Hjemmel	18
5.2 Metode	18
5.3 Definisjon av begreper	19
5.3.1 Risiko og sårbarhet	19
5.3.3 Sannsynlighet	19
5.3.4 Konsekvens	19
5.4 Risikomatrise	20
5.5 Risikoidentifisering	21
5.6 Analyse av mulige uønskede hendelser	21
5.6.1 Naturgitte forhold	21
5.6.2 Natur- og kulturminnevernområder	22
5.6.3 Trafikksikkerhet og omkjøring	22
5.6.4 Forurensing	23
5.7 Konklusjon	23
6. Detaljprosjektering	24
6.1 Metode	24
6.2 Dimensjonerende trafikkmengde og vegklasse	24
6.3 Løsning for gående eller syklende	26
6.4 Overbygning	27
6.4.1 Trafikkgruppe	27

6.4.2 Parsellinndeling	27
6.4.3 Vegdekke	28
6.4.4 Bærelag.....	28
6.4.5 Forsterkningslag	29
6.4.6 Frostsikring	30
6.5 Overbygning gang- og sykkelveg	30
6.6 Kryssutforming	31
6.6.1 Kryss A (Helleskaret).....	32
6.6.2 Kryss B (Revsåsen)	33
6.6.3 Kryss C (Åsen)	34
6.6.4 Venstresvingefelt:.....	35
6.6.5 Dråpeøy	35
6.6.6 Siktkrav	36
6.6.7 Siktkrav for gang og sykkelvegen	37
6.7 Holdeplasser for buss	38
6.8 Kantstein.....	39
6.9 Belysning.....	39
6.10 Grøfter	40
6.11 Rekkverk	41
6.11.1 Sikkerhetssone	41
6.11.2 Plassering av rekkverk	42
6.12 Breddeutvidelse.....	43
6.13 Tverrfall	43
6.14 Overvannshåndtering.....	43
6.15 Fravik	44
7. Klimagassutslipp	45
7.1 Metode	45
7.2 LCA verktøy og VegLCA.....	46

7.3 Førstegangsberregning	46
7.4 Utslippsreducerende tiltak	48
7.4.1 Vegoppbygging	48
7.4.2 Veglys.....	50
7.4.3 Anleggsmaskiner	51
7.4.4 Kulvert	54
7.5 Endelig klimaregnskap.....	55
7.5.1 Utslipp fra Arealbruksendring	56
7.6 Alternative verktøy for klimaregnskap.....	57
7.7 Sammenligning av resultat	58
7.7.1 Arealbruksendring	58
7.7.2 Materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold	60
7.7.3 Erfaringer fra bruk av programmene	62
7.7.4 Oppsummering av sammenligning.....	63
8. Konklusjon	64
Kilder.....	66
Figurliste	73
Tabelliste	75

Vedlegg til oppgaven

Vedlegg 1: Tegningsvedlegg

Vedlegg 2-10: Vedleggshefte

Vedlegg 2: Utklipp av overbygningstabeller

Vedlegg 3: Overbygning Søvikvegen, tilkomstvegen til Revsåsen og Ole Bulls veg

Vedlegg 4: Klotoider, breddeutvidelse og resulterende fall

Vedlegg 5: Sikt

Vedlegg 6: Rekkverk

Vedlegg 7: Venstresvingefelt

Vedlegg 8: Sporinganalyser

Vedlegg 9: Overvannshåndtering

Vedlegg 10: Fravik

Vedlegg 11: Førstegangsberregning i VegLCA

Vedlegg 12: Endelig klimaregnskap i VegLCA

Vedlegg 13: Klimaregnskap i NV-GHG

Vedlegg 14: Klimaregnskap i Klimatkalkyl

Vedlegg 15: Masserapport Novapoint

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

I det innledende arbeidet med oppgaven tok vi kontakt med Haugen VVA med en forespørsel om interesse for et samarbeid, og om de hadde kjennskap til noen strekninger som kunne være interessante for en bacheloroppgave. De presenterte oss for blant annet strekningen Åsen – Helleskaret i Bjørnafjorden kommune. Dette er en planlagt veg som har blitt regulert ved to tidligere anledninger, men fremdeles ikke blitt realisert. Det siste kostnadsoverslaget er blitt beregnet til 138,8 millioner inklusiv mva. (2021-kroner) (Opdahl, 2021). En økning på 552 % fra det første kostnadsoverslaget på 25 millioner fra 2006 (ikke justert for inflasjon) (*Ny fylkesveg Åsen - Helleskaret i Os kommune, 2006*).

I den undersøkende delen av oppgaven har vi ønsket å se på klimapåvirkningen til prosjektet. Statens Vegvesen har vedtatt at alle prosjekter over 51 millioner må bruke programvaren VegLCA til å beregne klimagassutslipp (*Klimagassreduksjoner i anlegg og drift, 2020*). Siden Vestland fylkeskommune er byggherre i dette prosjektet har det ikke vært satt krav om det skal utarbeides et klimaregnskap for prosjektet. Vi ønsker likevel å gjennomføre dette for å undersøke om vi kan oppnå lavere utslipp ved å gjøre beviste valg i prosjekteringsfasen.

1.2 Problemstilling og avgrensing

Opgaven har som mål å:

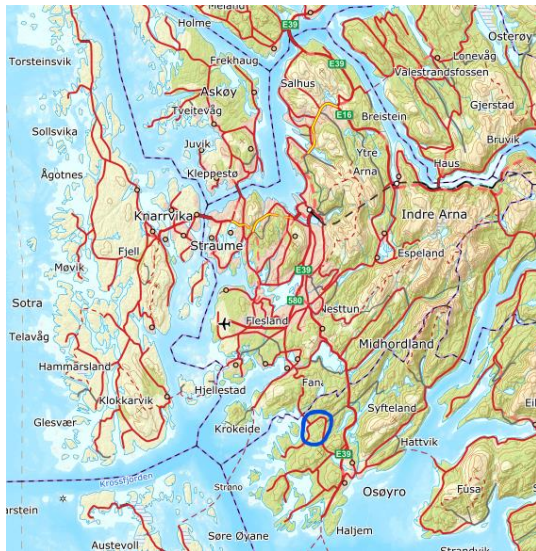
- Prosjekttere en ny og trafiksikker hovedveg fra Åsen til Helleskaret med tilhørende tilbud til myke trafikanter
- Beregne klimagassutslippene til prosjektet ved hjelp av VegLCA
- Vurdere alternative løsninger som kan redusere klimabelastningen til prosjektet
- Sammenligne VegLCA med andre LCA-verktøy for bruk i tidligfase

Med bakgrunn i prosjektets omfang har vi valgt å avgrense deler av oppgaven. I beregningen av klimaregnskap vil vi beregne utbyggingsutslippene til den nye fylkesvegen, samt den kommunale vegen til Revsåsen/Hellebakkane og omlegging av Søvikvegen. Vi vil derimot ikke beregne utslippene fra drift og vedlikehold av de to sidevegene. Dette kommer av at utslippene fra utbygging kan legges inn i klimaregnskapet til fylkesvegen, mens drift og vedlikehold ville krevd et eget regnskap pga. lavere trafikkmengde og andre vedlikeholdsintervall.

2. Planområdet

2.1 Dagens situasjon

Området ligger i Bjørnafjorden kommune rett sør for Bergen. Strekingen strekker seg fra Lyseparken i nordøst og mot tettstedet Søvik i sørvest. Tilkomsvegen fra Lyseparken er allerede utbygd, men ender brått der den planlagte vegen skal starte. Utbygingsområdet kan beskrives som et jomfruelig terreng bestående av myr, skog, bekker og dalsøkk.



Figur 1: Planområde vist med blå ring. Utklipp fra: (Kartverket, u.å.), redigert

Tilkomsvegen i nord ender i en arm fra nye E39 Sveгатjørn – Rådal. Denne armen fungerer som atkomstveg for Lyseparken, samt som ny hovedveg til Bergen for både Søvik og Drange. Svært mye av trafikken på dagens vegger vil dermed bli overført til den nye strekingen, samt at det vil komme en del nyskapt trafikk fra nærliggende utbygingsområder.

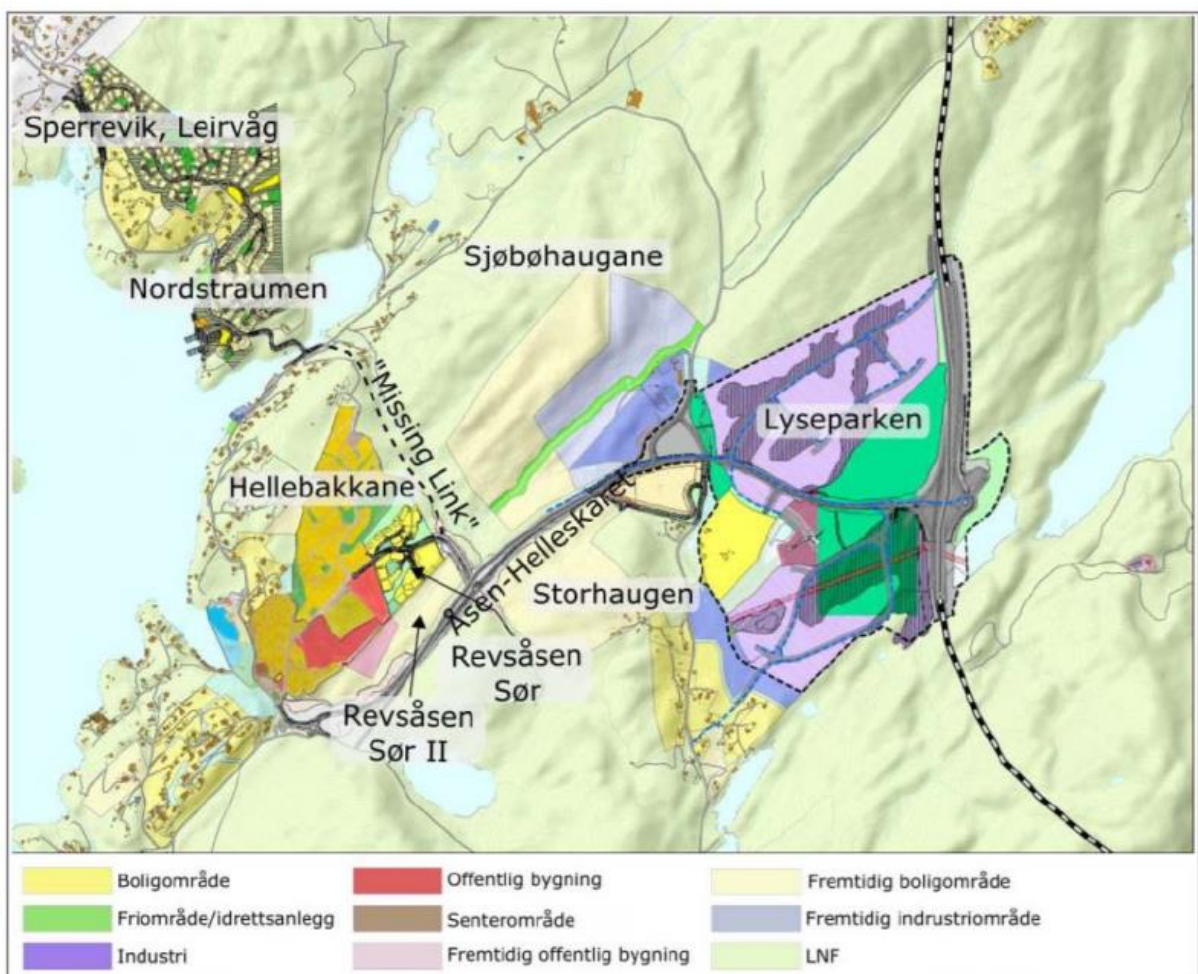
I Sør vil vegen møte Søvikvegen og Drangsvegen. Disse vegene møtes i et kryss ved Helleskaret og her starter også Ole Bulls veg. Dette er dagens hovedveg til Os for innbyggerne i Søvik og Drange og går langs en svært rasutsatt strekning. Vegen kan beskrives som smal med dårlig kurvatur og er ikke tilpasset større kjøretøy. Det er planlagt å omklassifisere Ole Bulls veg til gang/sykkelveg ved åpning av ny hovedveg Åsen – Helleskaret (Åsen-Helleskaret. *Planomtale*, 2019).



Figur 2: Planområde. Utklipp fra: (Kartverket, u.å.), redigert

2.2 Planområdet:

Planområdet for prosjektet strekker seg fra enden av Lyseparken industriområde og ned til boligfeltet ved Helleskaret. På østsiden av området ligger områdeplanene for Revsåsen sør og Hellebakkane – Søvik. Dette er områder som i all hovedsak er utbygde eller i en utbyggingsfase. I kommuneplanens arealdel (KPA) er det flere tilgrensende områder som er avsatt til framtidig boligformål. Dette knytter seg særlig til områdene ved Åsen/Storhaugen og Sjøbøhaugane, samt området mellom den nye fylkesvegen og eksisterende bebyggelse i vest. Den nye fylkesvegen vil knytte disse områdene til eksisterende vegnett, og trafikkmengdene fra disse mulige utbyggingsområdene vil dermed måtte beregnes inn i forventet årsdøgntrafikk (ÅDT).

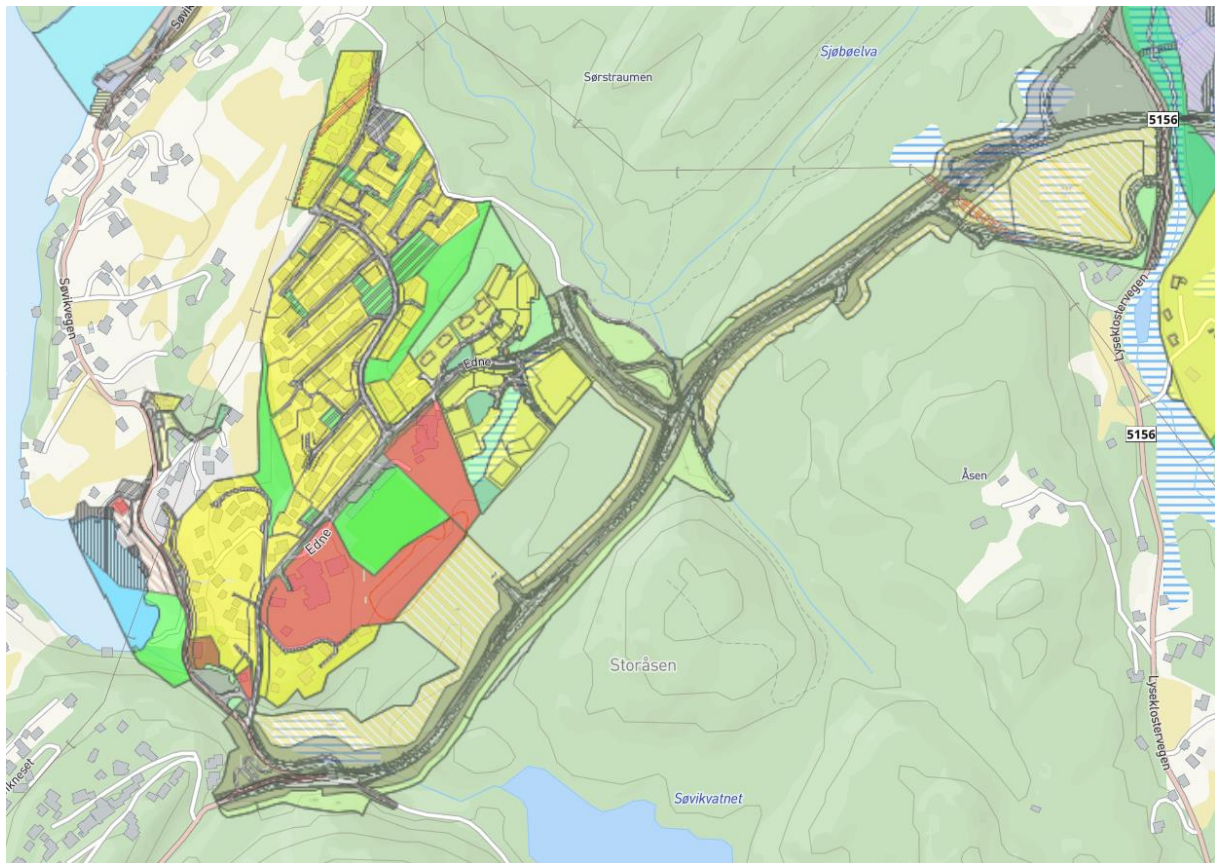


Figur 3: Planer i området. Hentet fra: (Åsen-Helleskaret. Planomtale, 2019)

2.3 Gjeldende reguleringsplan

Arbeidet med å regulere en ny fylkesveg på strekning Åsen – Helleskaret startet helt tilbake i 2004. Vegen ble den gang prosjektert i sammenheng med E39 Svegatjørn – Rådalen og inngikk opprinnelig som en del av prosjektet. Den første reguleringsplanen ble vedtatt i 2008, men for å redusere kostnader ble strekningen tatt ut av E39-prosjektet. Tidligere Os kommune og Hordaland fylkeskommune tok så over strekningen med mål om å realisere prosjektet innen åpningen av ny E39 (*Ny fylkesveg Åsen - Helleskaret i Os kommune, 2006*).

Det viste seg at kostnadene for prosjektet var betydelig høyere enn opprinnelig forespeilet, og kommunen valgte i 2018 å engasjere ABO Plan & Arkitektur for å prosjektere en ny veg med lavere fartsgrense, mykere linjeføring og bedre massebalanse. Den 24. september i 2019 ble ny reguleringsplan for fv. 161 Åsen – Helleskaret vedtatt av Bjørnafjorden kommune (*Åsen-Helleskaret. Planomtale, 2019*).



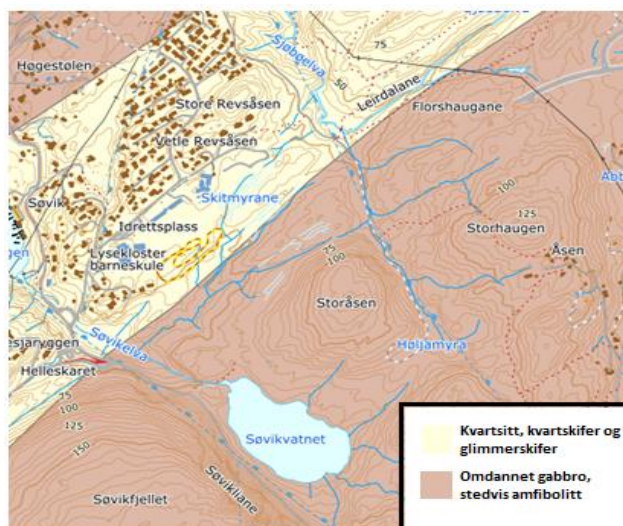
Figur 4: Gjeldende reguleringsplan. Utklipp fra: (Norkart, u.å.)

2.4 Grunnforhold

Ifølge Norges geologiske undersøkelse (NGU) sine kartdata består berggrunnen for det meste av omdannet gabbro og stedvis amfibolitt i det aktuelle utbyggingsområdet. I området rundt Helleskaret og vest i planområdet er det registret kvartsitt, kvartsskifer og glimmerskifer, lokalt amfibol-, granat- og magnetittførende med ganger av granitt nær krossnesgranitten (Norges Geologiske Undersøkelse, u.å.-a).

Ifølge løsmassekartet til NGU består området av bart fjell, der 50% eller mer av arealet er fjell i dagen (Norges Geologiske Undersøkelse, u.å.-b). Supplerende grunnundersøkelser gjort av Multiconsult langs strekningen viste at dybden ned til fjell er svært varierende. De viktigste funnene i den geotekniske rapporten kan oppsummeres som følgende (Åsen-Helleskaret. *Planomtale*, 2019, s. 26):

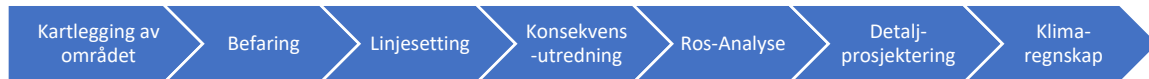
1. Lengst nordvest i området var dybden ned til berg mellom 1,0 og 6,0m. Massene over berget kan kategoriseres som torv/vegetasjon/myr/humusholdige masser.
2. I dalsøkket ved Hellebakkane synker terrenget litt og avstanden ned til berg er registret mellom 1,0 og 13,0m. Massene i området er fastere og består av antatt sand og grovere masser, samt antatt morene.
3. I området ved Helleskaret er det registrert varierende grunnforhold. Totalsonderingene viste en avstand ned til berg på mellom 9 og 19 meter. Lagene består av antatt siltig leire/leirig silt over en større konsentrasjon av sandlag. Over berget er det antatt morene.



Figur 5: Kart over berggrunn. Utklipp fra: (Norges Geologiske Undersøkelse, u.å.-a), redigert

3. Metode

Metoden i prosjektet er i hovedsak forklart under de aktuelle kapitlene. Flytdiagrammet under illustrerer oppgavens hendelsesforløp. Noen av oppgavene ble gjennomført med en viss overlapp, men figuren viser i grove trekk arbeidsmetodikken.



Figur 6: Flytdiagram som illustrerer hendelsesforløpet.

3.1 Kartlegging av området

For å kunne kartlegge området er det benyttet kartdata fra blant annet miljøstatus, Norges geologiske undersøkelse (NGU), Norges vassdrags og energidirektorat (NVE) og Statens Vegvesen. Det er og hentet mye informasjon fra Bjørnafjorden kommune (tidligere Os kommune) sitt arkiv og rapporter utarbeidet for tidligere planer i området.

3.2 Befaring

Det ble gjennomført en enkel befaring av traseen den 18. Februar for at vi skulle skaffe oss et bedre helhetlig inntrykk av området. Hele traseen ble ikke gjennomgått, men de kritiske punktene ved Åsen, Helleskaret og Revsåsen ble befart.

3.3 Linjesetting

Linjesettingen ble gjort ved hjelp av AutoCAD og Novapoint. Novapoint er et datamodelleringsverktøy som bruker AutoCAD som sin DAK-plattform. Traséalternativene ble først tegnet inn i AutoCAD som 2D-element med tillagte høydeegenskaper og ble så modellert ut i Novapoint. Basert på triangulerte terrengoverflater ble det laget masserapporter som fungerte som grunnlag for kostnadsoverslag i konsekvensutredningen.

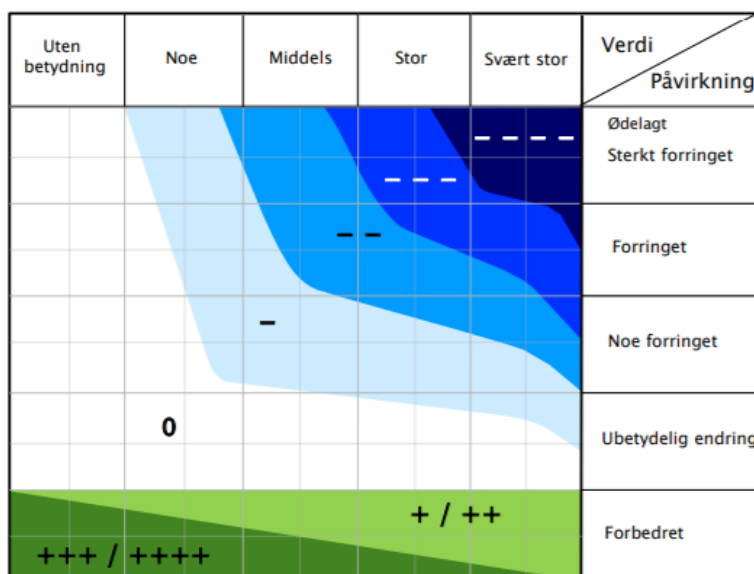
4. Konsekvensutredning

4.1 Metode

En konsekvensutredning har som formål «...å sikre at hensynet til miljø og samfunn blir tatt i betraktning under forberedelsen av planer og tiltak, og når det tas stilling til om og på hvilke vilkår planer eller tiltak kan gjennomføres» (Forskrift om konsekvensutredninger, 2017, §1). For dette prosjektet er det blitt vurdert at vegen ikke er omfattet av §8 i forskriften om konsekvensutredning, og det er derfor ikke krav om konsekvensutredning for dette prosjektet. Vi har likevel valgt å benytte oss av en forenklet konsekvensutredning som metode for å finne det beste alternativet. Statens Vegvesen sin veileder «V712 Konsekvensanalyser» er blitt brukt som utgangspunkt og den forenklete analysen tar for seg de viktigste temaene fordelt på prissatte og ikke-prissatte konsekvenser.

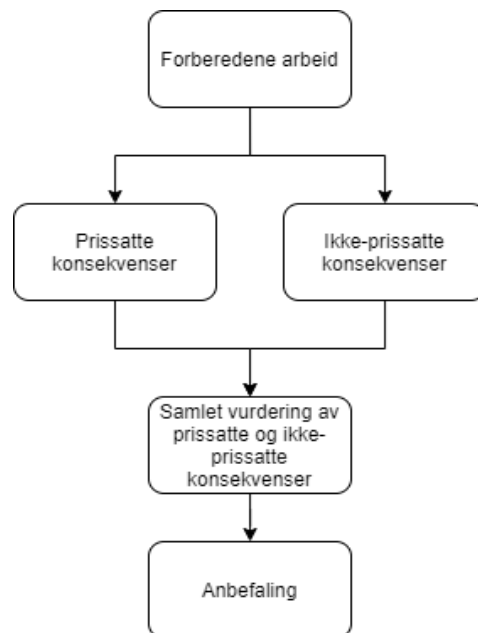
De prissatte konsekvensene har i denne oppgaven i hovedsak knyttet seg til byggekostnader. Temaer som trafiksikkerhet, støy og samfunnsmessige konsekvenser har også blitt vurdert, men da med samme metode som for ikke-prissatte konsekvenser. Grunnen til at vi ikke har prissatt disse konsekvensene er at dette er analyser som krever ressurser og kompetanse utover det denne oppgaven legger opp til.

De ikke prissatte konsekvensene har blitt vurdert etter en konsekvensvifte som vist i figur 7. Den tar utgangspunkt i et såkalt 0-alternativ, og vurderer om tiltaket vil føre til positive eller negative konsekvenser. I denne oppgaven vil 0-alternativet være at vegen ikke blir bygd og at dagens vegsystem består. Denne oppgaven tar for seg fagtemaene landskapsbilde, friluftsliv og by/bygdelig, Naturmangfold og Kulturarv.



Figur 7: Konsekvensgrad. Utklipp av: Figur 6.6 Håndbok V712

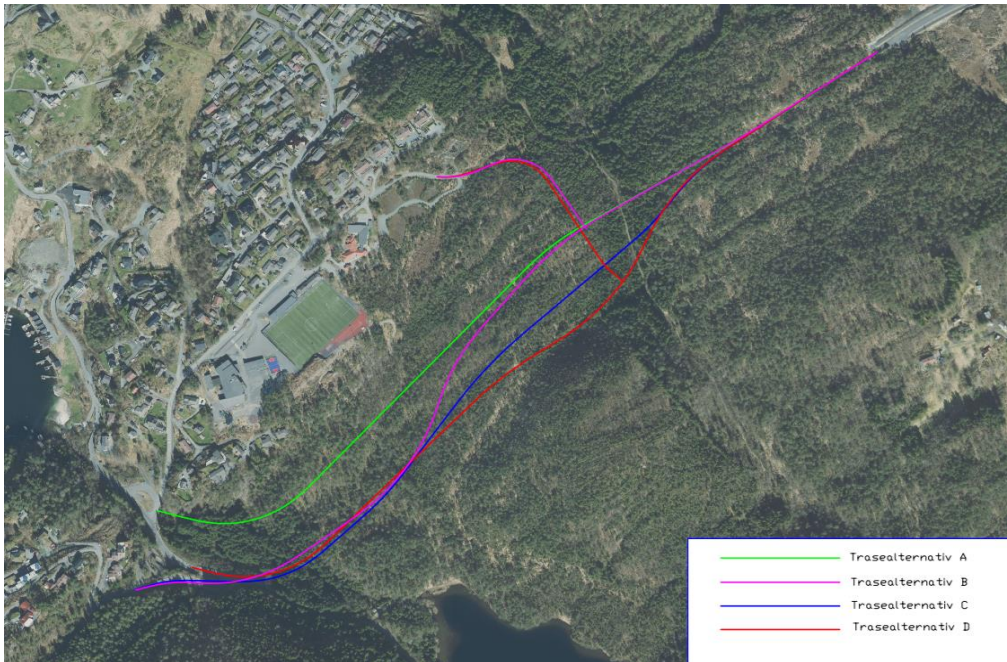
Den samla vurderingen av prissatte og ikke prissatte konsekvenser utgjør grunnlaget for en anbefaling av vegtrasé. I utredningsfasen har det også blitt vurdert muligheten for å gjøre kompenserende tiltak for å redusere skadevirkning av prosjektet. Dette er kommentert under hver av de aktuelle punktene. Den samlede arbeidsprosessen er illustrert i figuren under.



Figur 8: Arbeidsprosess ved konsekvensanalyse.

4.2 Traséalternativ:

Det er utarbeidet fire forskjellige traséalternativ for vegstrekningen. Alle alternativene starter ved enden av den utbygde vegen i Lyseparken og går sørvestover mot Hellekaret. Alternativ A ender ved det som nå er en snuplass for busser langs Søvikvegen, mens de andre alternativene ender i en kryssløsning mot Drangsvegen. For alternativ B og C vil vegen gå som en forlengelse av Drangsvegen i retning Åsen, med Søvikvegen som kobler seg på i et T-Kryss. Ved Alternativ D vil den nye vegen gå som en forlengelse av Søvikvegen, og Drangsvegen vil koble seg på i et T-kryss som vil ligne mye på dagens kryssløsning. Ved alternativ A vil dagens snuplass bli erstattet med en 4-armet rundkjøring. For alle alternativene er det lagt inn et kryss sørvest for Revsåsen som skal koble boligfeltet Revsåsen/Hellebakkane til den nye hovedvegen.



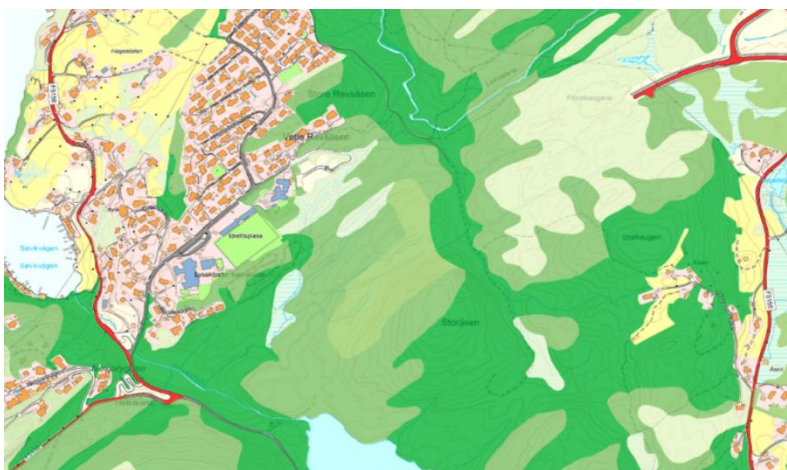
Figur 9: Trasealternativer. Utklipp fra: AutoCAD

4.3 Ikke-prissatte konsekvenser

4.3.1 Landskapsbilde

Landskapsbilde tar for seg landskapets romslige og visuelle egenskaper og hvordan det oppleves som fysisk form. Dette inkluderer både naturlige og menneskeskaptede komponenter og elementer som særpreger et geografisk område (*Håndbok V712 Konsekvensanalyse, 2018, s.130*).

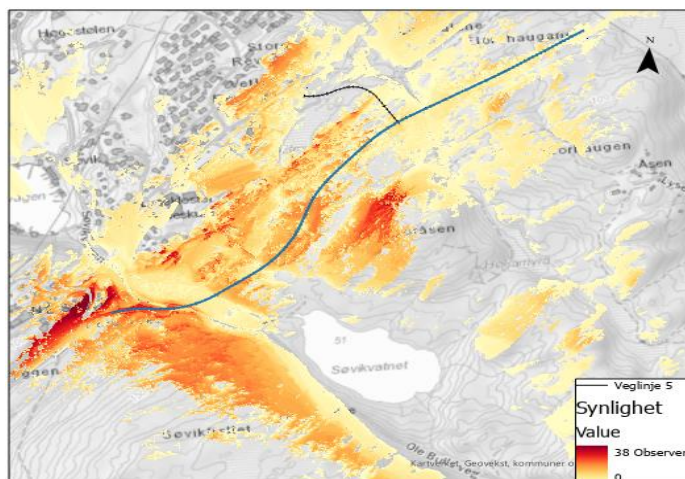
Området kan beskrives som et kupert jomfruelig terreng med skogkledde skråninger. Bekker og elver er med på å forme dalsøkk på tvers av området, samt mindre daler på langs. Miljødirektoratets naturbasekart har registrert landskapstypen som et relativt åpent fjordlandskap i området med bebyggelsen i Søvik, og relativt åpent dallandskap i området hvor den fremtidige Lyseparken er planlagt. Skogboniteten i området varierer og særlig ved området sørøst for boligbebyggelsen på Søvik finner man skog med høg bonitet (Kilden, u.å.).



Figur 10: Bonitet i landskapet. Utklipp fra: (Kilden, u.å.)

Området er lite opparbeidet og har få menneskeskapte elementer. Det går en gammel traktorveg på tvers omtrent midt i området, denne er i dag for det meste brukt som tursti. Det er laget noen samlingssteder langs traktorvegen, med blant annet gapahuk. Vegtraseen vil ha en relativt stor innvirkning på landskapsbildet og særlig fyllingene ved Revsåsen og Helleskaret vil være dominerende element. Konsekvensene av vegtraseen blir likevel vurdert til å være lav da området som helhet bare har en middels til noe verdi på verdiskalaen. Dette kommer av at området har lite særpreg og er en relativt vanlig landskapstype som forekommer i stor grad i området rundt.

Det er gjennomført en synlighetsanalyse i forbindelse med landskapsbildet. Figur 11 viser antall synlige punkt i de forskjellige områdene. Denne analysen er gjort på en enkel måte uten vegetasjon og linjen ligger ikke helt korrekt i terrenget. Dette gjør at synligheten på vegen i realiteten vil være betydelig lavere enn vist i analysen.



Figur 11: Analyse av Synlighet. Produsert i ArcGIS Pro

Analysen gir likevel et godt innblikk i hvilke områder vegen er mest synlig fra.

Landskapsbilde		
Traséalternativ	Konsekvens	Kommentar
A	-1	Vegen vil i enkelte områder ha stor betydning for landskapsbildet, men siden landskapet har en relativt lav verddivurdering vil ikke konsekvensene bli så store.
B	-1	
C	-1	
D	-1	
Nullalternativ	0	

Tabell 1: Resultat av landskapsbilde

4.3.2 Friluftsliv og by/bygdeliv

Temaet friluftsliv og by/bygdeliv tar for seg tiltakets virkninger for brukerne av utredningsområdet. I dette inngår områder som har betydning for allmennhetens mulighet til å drive friluftsliv som helsefremmende og trivselsskapende aktivitet i nærmiljøet og i naturen ellers (*Håndbok V712 Konsekvensanalyse*, 2018, s.142).

Området har i dag en lav grad av tilrettelegging for friluftsliv. Unntaket er traktorvegen fra Revsåsen som er en mye brukt tursti. Langs vegen er det anlagt en gapahuk som er markert med rødt på figur 12. Nærheten til skole og barnehage gjør at dette området har en høy verdi da barn og unge er prioriterte målgrupper for friluftsliv i nærmiljøet (Meld. St. 18, 2015-2016). Det er også anlagt en

lysløype på østsiden av idrettsplassen som er godt tilrettelagt for funksjonshemmede og andre sårbare grupper. Løypen ligger helt i utkant planområdet og vil ikke ligge i konflikt med noen av traséalternativene. Området kan bli noe forringet ved at vegen vil være synlig fra området og noe støy kan forekomme.

Den nye vegen vil inneholde en gang og sykkelveg, dette vil åpne for lettere ferdsel i det lite opparbeidede området. Vegen vil også trekke mye av trafikken gjennom Lysekloster vekk fra bebyggelsen som vil gjøre det lettere å ferdes langs de eldre vegene. Traktorvegen som blir brukt som tursti, vil kobles på den nye gang og sykkelvegen og fortsette under vegen i en kulvert.



Figur 12: Illustrerer traktorvegen, samt gapahuk markert med rød. Utklipp fra: (Kartverket, u.å.), redigert

Det skal anlegges kryssløsning sørøst for Revsåsen. Dette vil gjøre at mesteparten av trafikken fra boligfeltet på Hellebakkane/Revsåsen vil kjøre til det nye krysset fremfor å kjøre forbi skolen og idrettsplassen. Dette vil gjøre dagens leke- og rekreasjonsområde ved skolen mer attraktivt enn ved dagens situasjon, og dermed være en positiv konsekvens av utbyggingen.

Friluftsliv og by/bygdelig		
Traséalternativ	Konsekvens	Kommentar
A	-1	Krysser populær turveg og ligger nært tilrettelagt friluftslivsområdet
B	-1	
C	-1	Krysser populær turveg
D	-1	
Nullalternativ	0	

Tabell 2: Resultat av friluftsliv og by/bygdelig

4.3.3 Naturmangfold

Naturmangfold tar for seg biologisk, landskapsmessig og geologisk mangfold, samt økologiske prosesser. Formålet med analysen av naturmangfold er å verdsette områdene og belyse konsekvenser av de ulike utbyggingsalternativene (*Håndbok V712 Konsekvensanalyse*, 2018).

Det finnes ingen truede arter rundt eller i området. I sør blir prosjektområdet berørt av et område hvor det tidligere har vært oppdaget Gulspurv og Fiskemåke, som har kategorien nær truet (Artsdatabanken, u.å.). Prosjektet vurderes ikke til å ha stor konsekvens for disse artene siden krysningssområdet er lite.

Utbygging av veg vil medføre ulik grad av forurensing til omgivelsene langs traseen både i byggefasen og i driftsfasen. Store deler av den omkringliggende naturen vil ikke ta stor skade som følge av denne forurensingen. Det tas her derfor størst hensyn til vassdrag når vi ser på påvirkningsgraden av forurensing. Det er i Sjøbøelva påvist ørret, sporvis laks og ål ved munningen mot sjø (Åsen-Helleskaret. *Planomtale*, 2019). Prosjektet vil indirekte påvirke Sjøbøelva da vegen vil krysse en tilrenningsbekk ved Revsåsen. Under utbygging må det derfor innføres tiltak for å unngå forurensning av elven.

Det er gjort oppdagelse av flere hjortetråkk over store deler av området, både på tvers og på langs. Utbyggingen av vegen vil kunne forandre hjortetråkkene noe, men vil ikke direkte ødelegge for hjortebestandigheten. Det vil alltid være en jevn påkjørselsgrad av både hjort og fugler. Slike påkjørsler vil kun i lav grad gå ut over dyrestanden, men vil også føre med seg en risiko for biltrafikken. Siden fartsgrensen på vegen settes til 60km/t antas det at påkjørselsrisikoen blir relativt lav (Håland, 2006).

Naturmangfold		
Traséalternativ	Konsekvens	Kommentar
A	-1	Avbøtende tiltak for å ikke forurense sjøbøelva må vurderes. Det vil alltid eksistere en risiko for påkjørsel av fugler og hjort.
B	-1	
C	-1	
D	-1	
Nullalternativ	0	

Tabell 3: Resultat av naturmangfold

4.3.4 Kulturarv

Det er ikke registrert kulturminne, kulturmiljø eller SEFRAK registrerte bygg i området (Miljødirektoratet, u.å.-b). Hordaland fylkeskommune har gjennomført befarings av området og det ble da heller ikke gjort funn av automatisk freda kulturminner eller nyere tids kulturminner (Åsen-Helleskaret. *Planomtale*, 2019).

Prosjektområdet ligger nær Lysekloster kloster, dette medfører en mulighet for funn av kulturarv under bakken. Det er ikke mulig å si noe om dette på det nåværende tidspunkt av prosjektet, men må tas hensyn til ved utbygging. Vi antar likevel at sannsynligheten for betydelige funn blir lav, og det vil derfor ikke ha noen konsekvens for prosjektet.

Kulturarv		
Traséalternativ	Konsekvens	Kommentar
A	0	Ingen kulturarv i området
B	0	
C	0	
D	0	
Nullalternativ	0	

Tabell 4: Resultat av kulturarv

4.3.5 Naturressurser

Det er ikke registrert noen form for jordbruk eller utmarksbeite i området. De søndre delene av området har tidligere vært et hogstområde og er i dag dominert med utplantet gran, samt ungskog av typen bjørk og furu. De nordlige delene av området består av myrer og eldre skog, hvor furu dominerer. Området blir ikke lenger brukt som hogstområde og vegen vil derfor ikke ha noen betydning for naturressurser, men vil føre til en endring i arealbruk for skog (Kilden, u.å.).

Naturressurser		
Traséalternativ	Konsekvens	Kommentar
A	0	Vil føre til endring av arealbruk for skog, men skogen blir ikke per i dag brukt som aktivt hogstområde
B	0	
C	0	
D	0	
Nullalternativ	0	

Tabell 5: Resultat av naturressurser

4.3.6 Støy

Vegen vil føre til støy. Statens vegvesens V712 viser at anbefalt grenseverdi for støy på uteoppholdsarealer ikke bør overstige 55db (*Håndbok V712 Konsekvensanalyse*, 2018). Som følge av terrenget og den tette skogen i området, antas det at vegen ikke vil føre til mye støy på eksisterende bebyggelse. Det vil for alle alternativene i hovedsak være det sørlige området av Søvik som blir berørt av støy. Dette området består i hovedsak av arealer til skole og idrettsområde, og konsekvensen av støy blir derfor lav.

Støy		
Traséalternativ	Konsekvens	Kommentar
A	-2	Ligger nærme bebyggelse, og fører derfor til en del støy
B	-1	Vil medføre litt støy
C	-1	
D	-1	
Nullalternativ	0	

Tabell 6: Resultat av støy

4.3.7 Trafikksikkerhet

Stortinget vedtok i 2002 en Nullvisjonspolitikk for trafikkbildet. Dette er en etappevis plan hvor målet er å oppnå null drepte eller skadde i vegtrafikken. Nasjonal transportplan (2022-2033) har ambisjon om maksimalt 350 hardt skadde eller drepte innen 2030, hvor maksimalt 50 skal være drepte. Det fremtidige målet er å oppnå null drepte i trafikken innen 2050 (*Meld. St. 20, 2020-2021*).

Ny veg vil overta mesteparten av trafikken fra dagens eksisterende veger rundt Sjøvik. Disse vegene har dårlig kurvatur, er smale og er flere steder preget av telehiv og sprekker i asfalten. Ingen av vegene har noen form for tilbud til myke trafikanter. Det er registret flere skredhendelser langs Ole Bulls veg, og vegen blir vurdert til å være rasutsatt (NVE, u.å.-a). Det er også dokumentert flere utforkjøringsulykker i kurve og møteulykker på vegene tilknyttet planområdet (Statens Vegvesen, u.å.-d).

Den nye vegen vil være etter dagens standard, og vil derfor føre til en mye høyere trafikksikkerhet. Vegen er antatt å ta opp mot 90% av dagens eksisterende trafikk på Lyseklostervegen, Sjøvikvegen og Ole Bulls veg. Det vil bli anlagt parallell gang- og sykkelveg langs traseen. Dette vil gjøre det mer attraktivt å ferdes med sykkel eller til fots, og vil være trafikksikkert da det skiller myke fra harde trafikanter.

Trafikksikkerhet		
Traséalternativ	Konsekvens	Kommentar
A	3	
B	3	Forventes stor nedgang i trafikkulykker som følge av nybygd vei etter dagens standarder og sikkerhetstiltak
C	3	
D	3	
Nullalternativ	-1	Mer trafikk som følge av Lyseparken, og generell utbygging i området, kan føre til flere ulykker på de gamle veiene

Tabell 7: Resultat av trafikksikkerhet

4.3.8 Samfunnsmessige konsekvenser

Samfunnsmessige konsekvenser er normalt sett noe som blir vurdert under de prissatte konsekvensene. Dette er et ressurskrevende arbeid som krever høy fagkompetanse innen samfunnsøkonomi for å verdsette konsekvensene av prosjektet. Gruppen har med bakgrunn i dette valgt å vurdere de samfunnsmessige konsekvensene på samme måte som ikke-prissatte konsekvenser istedenfor å beregne en netto sum som er den vanlige måten å gjøre det på.

Den nye vegen antas å ha en stor positiv samfunnsmessig konsekvens. Dette kommer av at vegen vil inneholde et godt tilbud for myke trafikanter, samt legge til rette for et bedre og enklere kollektivtilbud i området. Nasjonal transportplan (2018-2029) har et mål om en nullvekstplan av trafikk, dette betyr at all økning i persontransport i byer skal tas med kollektiv, sykkel og gange

(Regjeringen.no, 2019). Dette gjør det viktig å legge til rette for gode transportmuligheter utover personbil.

I tilhørende planområder ligger det rekkefølgekrav som forhindrer videre utbygging av Drange og Søvik før ny veg som tåler høyere ÅDT er på plass. Den nye vegen vil oppfylle dette kravet og muliggjøre utbyggingen av området (Os kommune, 2016).

Det er ønskelig å anlegge denne vegen som en videreføring av Drangsvegen. Dette kommer av at mesteparten av fremtidig trafikk i krysset i sør vil komme fra Drange. Trafikken fra boligfeltet ved Hellebakkane er forventet å hovedsakelig nytte seg av nytt kryss sørøst for Revsåsen.

Samfunnsmessige konsekvenser		
Traséalternativ	Konsekvens	Kommentar
A	2	Blir ikke lagt opp som hovedvei mot Drange. Dette er vurdert til å være den mest gunstige orienteringen for vegen.
B	3	Spart tid, tilbud for myke trafikkanter, forbedret kollektivtilbud og gir mulighet for utbygging av området
C	3	
D	2	Blir ikke lagt opp som hovedvei mot Drange. Dette er vurdert til å være den mest gunstige orienteringen for vegen.
Nullalternativ	-2	Ikke mulighet for fremtidig utbygging av Søvik eller Drange.

Tabell 8: Resultat av samfunnsmessige konsekvenser

4.4 Prissatte konsekvenser

For å vurdere byggekostnadene til de forskjellige alternativene er det gjennomført et overslag med bakgrunn i masserapporter fra Novapoint, se vedlegg 15. Kalkylen tar for seg entreprisestandarder, men er ikke tillagt byggherrekostnader. Dette er gjort siden det ikke er kjent hvordan byggherre ønsker å gjennomføre prosjektet, samt at hvem som skal være byggherre har endret seg flere ganger gjennom prosjektets historie. Et påslag på 25% vil kunne gi et realistisk anslag på tillagte byggherrekostnader. Traséalternativene er prosjektert med samme dimensjoner på veg og g/s-veg og omtrent samme detaljnivå. Detaljnivået må anses som middels til lavt på de forskjellige alternativene. Det er derfor lagt inn en 15% usikkerhetsavsetning i prisen for å ta hensyn til usikkerhet knyttet til detaljnivå og uforutsette kostnader (f.eks. grunnforhold).

For å gjøre et prisoverslag er det benyttet enhetspriser gitt av Haugen VVA. Enhetsprisene er sensitive opplysninger og er derfor ikke vedlagt i oppgaven.

Pris		
Traséalternativ	Pris (i 1000 k)	Kommentar
A	63 595	
B	66 930	
C	69 633	
D	66 010	
Nullalternativ	0	

Tabell 9: Beregnede entreprisestrukturer på de ulike traséalternativene

4.5 Resultat av Konsekvensutredning

Alle alternativene vil ha en positiv innvirkning på samfunnet kontra nullalternativet. Dette kommer av at trafiksikkerheten øker betraktelig sammen med den samfunnsmessige nytten. Alternativene kommer ganske likt ut, men det skiller noe på støy og samfunnsnytt for de ikke prissatte konsekvensene. Her er det traséalternativ B og C som kommer best ut.

Prisoverslaget er som nevnt svært usikkert da det var basert på grove masser og hadde relativt lav detaljeringsgrad. Siden forskjellene mellom alternativene prismessig er små, er de ikke-prissatte konsekvensene vekta tyngst. De prissatte konsekvensene kan likevel være utslagsgivende der alternativene kommer likt ut.

Resultat	Traséalternativ				
	A	B	C	D	Nullalternativ
Ikke prissatte konsekvenser					
Landskapsbilde	-1	-1	-1	-1	0
Friluftsliv og by/bygdsliv	-1	-1	-1	-1	0
Naturmangfold	-1	-1	-1	-1	0
Kulturarv	0	0	0	0	0
Naturressurser	0	0	0	0	0
Støy	-2	-1	-1	-1	0
Trafiksikkerhet	3	3	3	3	-1
Samfunnsmessige konsekvenser	2	3	3	2	-2
Resultat	0	2	2	1	-3
Prissatte konsekvenser					
Pris (i 1000kr)	63 595	66 930	69 633	66 010	0
Rangering	4.	1.	2.	3.	5.

Tabell 10: Resultat av Konsekvensutredning

4.6 Valg av alternativ

Etter en vurdering av de prissatte og ikke-prissatte konsekvensene satt vi igjen med alternativ B og C som de mest gunstige løsningene. Hovedforskjellene mellom de to alternativene er hvordan de krysser dalsøkket ved Revsåsen, og hvordan tilkomstvegen vil bli utforma som følge av dette.

Alternativ B krysser dalsøkket lengre nord en C og vil få en kortere tilkomstveg til Revsåsen. Dette er gunstig da kostnadene med tilkomstvegen vil bli redusert som følge av dette. Det vil også være kortere for innbyggerne i Revsåsen/Hellebakkane å gå til busstoppet ved ny fylkesveg, og det kan bli mer attraktivt å nytte kollektivtransport som følge av dette.

Alternativ B kommer derimot i konflikt med et planforslag for Revsåsen Sør II. Dette er et planlagt boligområde som ligger mellom den nye fylkesvegen og eksisterende boliger i Revsåsen. Planforslaget foreslår å omregulere en del areal som er avsatt til LNF-formål til konsentrert boligbebyggelse og ligger delvis i konflikt med gjeldende KPA. Trasealternativ B ligger i dette partiet tett opp mot den angitte fremtidige veglinjen i KPA, og vegen vil ikke legge beslag på områder som er avsatt til boligbebyggelse i KPA.

Alternativ C krysser dalsøkket lengre sør, og veglinjen ligger tettere opp mot dagens regulerte veg. Dette alternativet er i mindre grad i konflikt med planforslaget for Revsåsen Sør II, men medfører en lengre tilkomstveg, og at kollektivstopp vil være plassert lengre vekk fra dagens boligbebyggelse.

Med bakgrunn i dette har vi valgt å gå videre med alternativ B. Vi anser det som for usikkert å ta hensyn til en plan som ligger delvis i konflikt med dagens KPA og fordelene med en kortere tilkomstveg overveier ulempen med en eventuell konflikt med planforslaget. Det er også verdt å nevne at det tapte mulige boligarealet vil være relativt beskjedent viss en ser det i sammenheng med andre nærliggende planområder som Storhaugen og Sjøhaugane.

5 Ros-analyse

5.1 Innledning

5.1.1 Formål

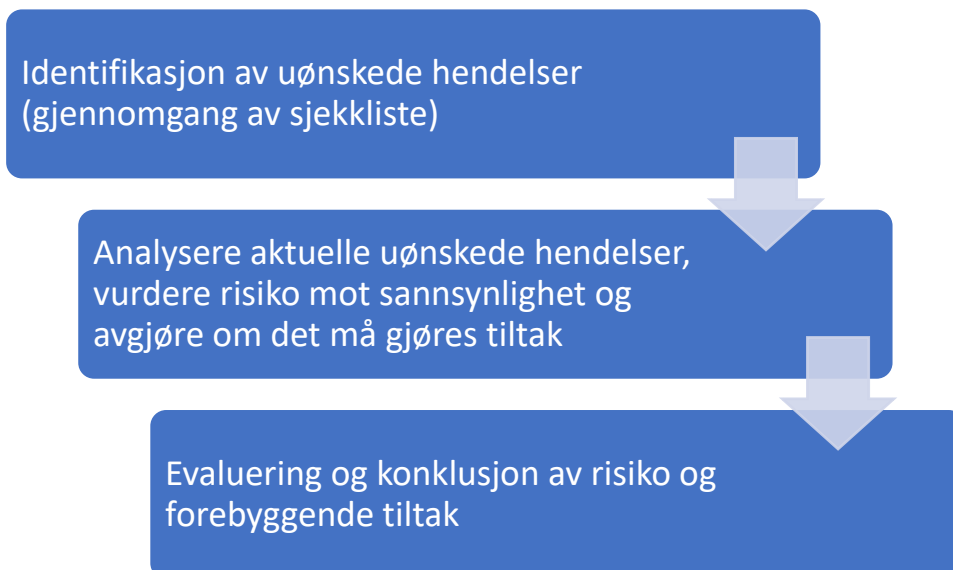
Formålet med denne risiko- og sårbarhetsanalysen er å forebygge risiko for tap av liv og skade på helse, miljø og infrastruktur i forbindelse med utbygging av ny fylkesveg 161 Åsen-Helleskaret. ROS-analysen er utført for å identifisere risiko- og sårbarhet ved planområdet og få oversikt over uønskede hendelser.

5.1.2 Hjemmel

Krav til risiko- og sårbarhets analyse for alle planer for utbygging kommer fra plan og bygningsloven §4-3. Her fremgår det at det for alle planer for utbygging skal utarbeides en ROS-analyse. Her skal alle risiko- og sårbarhetsforhold som har eller kan få innvirkning på området komme frem og vurderes. Planmyndigheten skal vedta bestemmelser til utbyggingen som er nødvendig for å unngå skade eller tap av liv (Plan- og bygningsloven, 2008).

5.2 Metode

Metoden brukt i denne ROS-analysen er befarings og innhenting av informasjon fra eksisterende kartdata. Analysen vil bli utført i følgende trinn og vil ta for seg risikoer knytt til planområdet til vegtrasé B:



Figur 13: Arbeidsmetode i ROS-analysen

5.3 Definisjon av begreper

5.3.1 Risiko og sårbarhet

Risiko defineres som konsekvensen en hendelse som inntreffer har for mennesker, miljø og samfunnet. Risiko er et resultat av sannsynligheten for at en hendelse skal inntreffe og konsekvensen den har (Aven, 2019). Sårbarhet defineres som systemets evne til å håndtere uønskede hendelser (Aven, 2021).

5.3.3 Sannsynlighet

Vurdering av sannsynlighet blir gjort slik:

Sannsynlighetskategori	Tidsintervall	Sannsynlighet (per år)
Lite sannsynlig (1)	Sjeldnere enn 1 gang i løpet av 100 år	< 1 %
Mindre sannsynlig (2)	1 gang i løpet av 10-100 år	1-10 %
Sannsynlig (3)	Oftere enn 1 gang i løpet av 10 år	> 10 %
Svært sannsynlig (4)	Hvert år	> 90 %

Tabell 11: Sannsynlighet

5.3.4 Konsekvens

Konsekvensen av en uønsket hendelse blir delt i:

Konsekvens	Liv/Helse	Miljø	Samfunnsviktige funksjoner
Ufarlig	Ingen eller små skader	Ingen skade	Ingen betydning
Noe risiko	Mindre behandling	Ubetydelig	Midlertidig ute av drift, lav betydning
Kritisk	Hardt skadet	Betydelig	Langvarig driftstans
Farlig	Langt sykehusopphold	Omfattende skade	Langvarig driftstans, rammer andre systemer
Katastrofalt	Død	Varig skade	Hovedsystem ute av drift

Tabell 12: Konsekvens

5.4 Risikomatrise

For å vurdere om en hendelse behøver forebyggende tiltak blir det brukt en risikomatrise:

Konsekvens/ sannsynlighet	Ufarlig (1)	Noe risiko (2)	Kritisk (3)	Farlig (4)	Katastrofalt (5)
Lite sannsynlig (1)	Grønn	Grønn	Grønn	Gul	Rød
Mindre sannsynlig (2)	Grønn	Grønn	Gul	Rød	Rød
Sannsynlig (3)	Grønn	Gul	Rød	Rød	Rød
Svært sannsynlig (4)	Gul	Rød	Rød	Rød	Rød

Tabell 13: Risikomatrise

Uønskede hendelser i røde felt utgir uakseptabel risiko. Her må det gjøres forebyggende tiltak for å redusere risiko.

Uønskede hendelser i gule felt utgir noe risiko. Her må det vurderes ulike tiltak som reduserer risikoen. Svært fordyrende tiltak ses ikke på som nødvendig i denne risikogruppen.

Uønskede hendelser i grønne felt utgjør lav risiko. Her er det ikke krav til forebyggende tiltak.

5.5 Risikoidentifisering

Uønskede hendelser	Relevans	Kommentar
Naturgitte forhold		
Sterk vind	Nei	IR
Bølger	Nei	IR
Snø/is	Nei	Planområdet er ikke spesielt utsatt for snø eller is.
Frost/tele/sprengkulde	Ja	Det er flere steder telefarlige materialer i grunnen.
Nedbørmangel	Nei	IR
Store nedbørmengder	Ja	
Stormflo/havnivåstigninger	Nei	IR
Flom i sjø/vassdrag	Ja	Vil kunne bli et faremoment ved ekstremvær
Urban flom/overvann	Nei	IR
Havnivåstigning	Nei	IR
Skred (kvikkleire, jord, stein, fjell, snø)	Ja	
Erosjon	Nei	IR
Radon	Nei	IR
Skog- og lyngbrann	Ja	
Terrengformasjoner (stup etc.)	Nei	IR
Natur- og kulturminnevernområder		
Sårbar flora/fauna/fisk eller rødlistearter	Ja	Fiskeressurs i Sjøbøelva
Verneområder, herunder kulturlandskap eller bymiljø	Nei	Ingen verneverdige områder
Kulturminner (automatisk fredede) eller verneverdige bygg	Nei	Ingen dokumenterte kulturminner
Trafikksikkerhet og omkjøring		
Påkjørsel med myke trafikanter	Ja	
Bilulykker	Ja	
Ulykker i av-/påkørsel	Ja	
Utforkjøring	Ja	
Vilt/husdyrpåkørsel	Ja	
Omkjøringsmuligheter under utbygging	Ja	
Kritiske samfunnsfunksjoner og kritiske infrastrukturer		
Infrastruktur for forsyning av vann, avløps og overvannshåndtering, energi, gass og telekommunikasjon	Nei	Mulige komplikasjoner under utbygging av kryss til Drange
Tjenester som skoler, barnehager, helseinstitusjoner, nød og redningstjenester	Nei	IR
Forurensing		
Akutt forurensing	Ja	
Permanent forurensing	Ja	
Støv og støy	Ja	
Forurenset grunn	Nei	
Avfallsbehandling	Ja	Vil bli relevant under utbygging

Tabell 14: Risikoidentifisering

5.6 Analyse av mulige uønskede hendelser

Sjekklisten viser at det er flere mulige hendelser som utgir en risiko for området. Under vil gruppen ta for seg disse og gi en konklusjon på sårbarhet.

5.6.1 Naturgitte forhold

For de naturgitte forholdene er det ulik grad av sannsynlighet og risiko ved de ulike aktuelle punktene. Frost, store nedbørmengder og flom vil være sannsynlig at inntreffer. Vegen skal bygges med tilstrekkelige grøfter og frostsikring der det trengs, samt at elven fra Sjøvikvatnet ledes i kulvert under vegen. Frost og store nedbørmengder vil derfor bare utøve noe risiko.

Det er i sør kartlagt noen steinutløsningsområder, og utløpsområder (NVE, u.å.-b). Disse områdene kommer i konflikt med kryssområdet som skal anlegges her. Konsekvensen av et slikt steinsprang kan være katastrofalt og hendelsen vil være sannsynlig. Området er i dag rassikret, men det må undersøkes om det er behov for rassikring utover dette.

Området ved Hellebakkane ligger under marin grense, og dette medfører en fare for kvikkleire. Konsekvensen av et kvikkleireskred blir vurdert til å være farlig. Dersom det skulle påvises kvikkleire i området må området undersøkes videre, og områdestabiliteten må vurderes etter NVE sin kvikkleireveileder (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2020). Ved tidligere totalsonderinger i området ble det påvist lag med lav boremotstand, noe som kan være en indikasjon på kvikkleire. I etterkant av dette ble det gjennomført supplerende grunnundersøkelser langs traseen, og da ble det vurdert at en hadde god oversikt over grunnforholdene i området (*Åsen-Helleskaret. Planomtale*, 2019). Sannsynligheten blir med bakgrunn i dette satt til mindre sannsynlig, siden grunnforholdene regnes å være godt kartlagt.

Skog- og lyngbrann får liten sannsynlighet på grunn av nedbørsmengdene i området, men konsekvensen av en skogbrann vil være farlig. Nødvendige tiltak må vurderes.

5.6.2 Natur- og kulturminnevernområder

Det er bare Sjøbølva som vil ha en verneverdig verdi i området. Dette kommer av at det er oppdaget ørret, laks og ål i elven. Denne elven vil ikke bli påvirket av utbygging, men kan ha en fare for å bli forurenset under utbygging da vegen krysser over en tilrenningsbekk. Konsekvensen av forurensning blir kritisk, og det blir satt en mindre sannsynlighet. Det må derfor vurderes om det trengs tiltak i utbyggingsfasen.

5.6.3 Trafikksikkerhet og omkjøring

Veger vil alltid utøve en risiko for trafikkulykker i form av påkjørsler eller utforkjøring. Konsekvensen av en påkjørsel eller utforkjøring kan være katastrofal, men vil i dette tilfellet være mindre sannsynlig grunnet at vegen blir bygget etter dagens krav som er laget med tanke på en fremtidig nullvisjon. Det vil bli utført ulike tiltak for å senke risikoen. Dette innebærer bl.a. rekkverk, 3m skille fra kjørebane til gang- og sykkelveg og trygge planadskilte krysningsspunkt.

Under utbygging av krysset til Drange finnes det ikke i dag noen omkjøringsmuligheter. Det er svært bratt her og vanskelig å anlegge ny omkjøring rundt krysset. Dette medfører en risiko for en eventuell stengeperiode. Dette vil få en kritisk konsekvens og vil være sannsynlig. Det må derfor gjøres tiltak for å forhindre en langvarig stenging. Dette kan være kolonnekjøring med mulighet for kortere stengeperioder.

5.6.4 Forurensing

Vegutbyggingen vil føre til forurensing i form av klimagassutslipp, støv og støy ved utbygging og drift. Denne vegen åpner også for videre boligutbygging, som vil føre til mer trafikk og derav mer utslipp. Økt utslipp som følge av utbygging vil være svært sannsynlig, og konsekvensen blir noe risiko. I planleggingsarbeidet blir det utført VegLCA for å beregne klimagassutslipp på vegen. Det vil på bakgrunn av dette bli valgt materialer i overbyggingen som gir lavere utslipp samtidig som det overholder kravene.

Utbygging av vegen vil føre til økning av avfall i utbyggingsfasen. Dette vil være sannsynlig med vil være ufarlig. Det trengs derfor ingen tiltak for å forhindre dette.

5.7 Konklusjon

ROS analysen viser at det er flere hendelser med negativ konsekvens som kan inntreffe. De hendelsene som har høyest risiko er påkjørsler/utforkjøring, steinsprang og kvikkleireskred. Dette er fordi de kan føre til tap av liv. Det må derfor gjøres tiltak for disse kategoriene slik at de kommer ned på gult eller grønt nivå.

Risikoen ved de ulike hendelsene kan reduseres ved hjelp av ulike tiltak. Rassikring og sikring av vegbanen i form av rekkverk og skille mellom gang- og sykkelveg og kjørebane blir hovedtiltakene som blir utført. Vegen får en relativt høy risikokategori totalt, men risikoen av å kjøre på de eksisterende vegene er vurdert til å være høyere.

Konsekvens/ sannsynlighet	Ufarlig	Noe risiko	Kristisk	Farlig	Katastrofalt
Lite sannsynlig				Skog/lyngbrann	
Mindre sannsynlig			Forurensing av Sjøbøelva	Kvikkleireskred	Påkjørsler/utforkjøring
Sannsynlig	Avfall i byggefasen	Frost Nedbørmengder Forurensing	Stenging av Drangsvegen		Steinsprang/ras
Svært sannsynlig					

Tabell 15: Konklusjon av ROS-analysen

6. Detaljprosjektering

6.1 Metode

Håndbøkene til Statens vegvesen har utgjort grunnlaget for detaljprosjekteringen. Særlig Håndbok N100 «Veg og gateutforming» og N200 «Vegbygging» har vært sentrale for valg av løsninger. Vegen med tilhørende tilbud til myke trafikanter har blitt modellert i Novapoint og tegnet ut i AutoCAD.

6.2 Dimensjonerende trafikkmengde og vegklasse

Analysen av antatt ÅDT blir gjort på bakgrunn av eksisterende trafikk og forventet ny boligbebyggelse. ABO Plan & arkitektur har utarbeidet en analyse «Fremtidig boligvekst i Lysefjorden», her blir det gjort en antagelse av antall mulige boliger i Lysefjorden basert på arealformål i kommuneplanen (*Åsen-Helleskaret. Planomtale, 2019, s. 29*). De foresetter 2-3 boliger pr. daa. Hordaland fylkeskommune har også utarbeidet en rapport «Kartlegging av tilgjengeleg areal i bustadregulerte område». Rapporten fastsetter at ca. 239 daa av boligarealet ligger innenfor 15 minutters gangavstand fra sentrum i Lysefjorden. Her legges det opp til 3,8 boliger pr. daa i sentrumsnære områder og 1,3 boliger pr. daa for hele kommunen (Hordaland Fylkeskommune, 2017). Siden bare 239 av 790 dekar boligområdet ligger innenfor 15 minutter fra sentrum har vi valgt å benytte en noe lavere gjennomsnittlig verdi på 2,8 boliger per daa.

ÅDT blir beregnet med følgende forutsetninger:

- Antall boliger pr. daa: 2,8
- Antall bilturer pr. bolig: 3,5 (Statens Vegvesen, u.å.-a)

Overført trafikk	ÅDT (2019)	Overført trafikkmengde	Dimensjonerende trafikk
Trafikk fra Nord			
Fv 5158 Søvikvegen	1500	75 %	1125
Fv 5158 Drangsvegen	1100	75 %	825
Fv 5156 Lyseklostervegen nord	1600	80 %	1280
Kv 1202 Edne	<1000 (anslag)	60 %	600
Total overført trafikk			3830
Trafikk fra Sør			
Fv 5156 Lyseklostervegen sør	2100	85 %	1785
Fv 5158 Drangsvegen	1100	75 %	825
Ole Bulls veg	<500 (anslag)	95 %	475
Total overført trafikk			3085
Gjennomsnitt Nord og Sør			3457,5

Tabell 16: Utregning av trafikk i åpningsåret. Verdier hentet fra: (Statens Vegvesen, u.å.-c)

Nyskapt trafikk					
Område	Daa	Bustader	ÅDT	Overført trafikkmengde	Dimensjonerende trafikk
Sperreviken	138	386,4	1352,4	75 %	1014,3
Revsåsen	119	333,2	1166,2	90 %	1049,58
Sjøbøhaugane	359	1005,2	3518,2	70 %	2462,74
Storhaugen	174	487,2	1705,2	90 %	1534,68
Totalt	790	2212	7742		6061,3

Tabell 17: Utrekning av nyskapt trafikk

Dimensjonerende trafikk	
Dagens trafikk	3457,5
Fremtidig trafikk	6061,3
Totalt	9518,8

Tabell 18: Total trafikk

På grunn av usikkerhet i fremtidig ÅDT blir det antatt en ÅDT på mellom 8000-10000. Vegen blir dimensjonert med hastighet 60km/t siden dette er mest hensiktsmessig i forhold til horisontalkurvatur, antall avkjørsler og størrelse på vegen. Aktuell dimensjoneringsklasse blir da Hø2 veg, som er en øvrig hovedveg med ÅDT < 12000 og fartsgrense 60km/t. Figur 14 blir lagt til grunn for prosjektering av horisontal- og vertikal-geometri. Dimensjonerende kjøretøy for vegklasse Hø2 er modulvogntog (MVT) eller vogntog (VT). Siden Statens Vegvesen sin vegliste fra 2021 viser at det ikke er noen veger i Vestland fylke som er godkjent for kjøring med MVT, blir det naturlig å dimensjonere for vogntog i denne oppgaven (Statens Vegvesen, 2021). På bakgrunn av at mesteparten av trafikken på Søvikvegen og Lyseklostervegen vil bli overført til den nye vegen, vil det i disse vegene bli lagt til grunn 1% trafikkvekst. Andel tung trafikk er antatt til 10%.

R _n ¹	Horisontalkurvatur		Vertikalkurvatur			
	Klotoide	Sikt lengde	R _{v,høy}	R _{v,lav}	Overhøyde	Stigning ³
	Min	Stopp ²	Min	Min	e	Maks ⁴
125	75	65	900	600	8,0	6,0
150	85	65	900	600	8,0	6,0
175	90	65	900	600	8,0	6,0
200	100	70	1000	600	8,0	6,0
225	105	70	1000	600	8,0	6,0
250	110	70	1000	600	8,0	6,0
275	115	70	1000	600	8,0	6,0
300	120	70	1000	600	8,0	6,0
350	125	70	1000	600	7,6	6,0
400	135	70	1000	600	7,3	6,0
450	140	70	1000	600	6,9	6,0
500	140	70	1000	600	6,5	6,0
550	145	70	1000	600	6,2	6,0
600	145	70	1000	600	5,8	6,0
700	150	70	1000	600	5,1	6,0
800	150	70	1000	600	4,4	6,0
900	150	70	1000	700	3,7	6,0
≥ 1000	150	75	1200	700	3,0	6,0

Figur 14: Utklipp av prosjekteringstabell for vegklasse Hø2. Hentet fra: Håndbok N100 (2019), s. 45

For kommunale veger skal kommunens vegnorm nyttes i valg av vegklasse (Bjørnafjorden Kommune, 2021). For tilkomstvegen til Revsåsen benyttes derfor gjeldene vegnorm i Bjørnafjorden kommune (*Forskrift om kommunal vegnorm for Os kommune, 2015*). Av de aktuelle vegklassene velger vi å benytte Sa2 veg med ensidig fortau. Vegnormen viser videre til Håndbok N100 (2013), for geometriske krav til vegen. For fylkesveg 5158 Søvikvegen blir vegen dimensjonert som overordnet boligveg med ensidig fortau og fartsgrense 50km/t.

6.3 Løsning for gående eller syklende

For Hø2 veger bør det etableres løsning for gående og syklende når ÅDT på vegen overstiger 1000, og potensialet for gående og syklende overstiger 50 i døgnet. Ved en ÅDT > 6000 bør kryssing av hovedvegen være planskilt eller lysregulert. Løsningen bør utformes som parallell gang- og sykkelveg eller via lokalt vegnett.

Under beregningen av antall syklende og gående er det tatt hensyn til utbygging langs vegstrekningen på nord og sørsiden, samt fremtidig utbygging av Lyseparken. Grunnet fremtidig høy ÅDT må det legges til rette for gode løsninger for krysningspunkt og kollektivholdeplasser.

Lyseparken er et planlagt og vedtatt næringsområde som befinner seg nordøst for planområdet. Her legges det opp til 4000 arbeidsplasser på kort sikt (2030) og opp mot 12500 arbeidsplasser på lang sikt (2050). Reiser mellom de planlagte boligområdene og lyseparken blir dermed viktig i beregningen av dimensjonerende trafikkmengde. Det antas at ca. 70% vil reise med kollektivtransport, gå eller sykle til Lyseparken. Sykkelandelen har i mobilitetsanalyser for området blitt satt til 15% på kort sikt, og 20% på lang sikt (Os kommune, 2019).

Tabell D.7 N100 brukes for å bestemme størrelsen på gang- og sykkelvegen. Det blir lagt til grunn 15-100 gående og 15-300 syklende pr. time. Dette tilsier sykkelveg på 2,5m med fortau på 1,5m. Parallell sykkelveg skal ha skille mot hovedvegen, da dette kommer frem av *tabell D.8 i N100*. Det er for fartsgrense 60km/t gitt krav til 1,5m skille. Det vil likevel bli prosjektert for 3m, da dette er kravet for å kunne ha belysning i skillet (*Håndbok V124 Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning, 2014, s. 43*).

Gående pr time/ Syklende pr time	<15	15-100	100-200	>200
<15	Gang- og sykkelveg=2,5	Gang- og sykkelveg=3		
15-300	Gang- og sykkelveg=3	Sykkelveg=2,5 Fortau= 1,5		Sykkelveg=2,5 Fortau= 2
300-1500	Sykkelveg=3 Fortau= 1,5	Sykkelveg=3 Fortau= 2		
> 1500	Sykkelveg=4 Fortau=1,5	Sykkelveg=4 Fortau= 2		Sykkelveg=4 Fortau= 2,5

Figur 15: Dimensjoneringstabell for GSV. Utklipp av: Tabell D.7 Håndbok N100

6.4 Overbygning

Overbygningen har som formål å fordele laster fra trafikken til undergrunn slik at det ikke oppstår skadelige eller uakseptable deformasjoner. Dimensjonering av overbygningen gjøres med bakgrunn i forutsetninger om ÅDT, trafikkvekst, grunnforhold og frostdybde. I vedlegg 2 er det vist hvor i tabellene vi har hentet verdiene fra. Overbygningen i Søvikvegen, tilkomstvegen til Revsåsen og Ole Bulls veg er vist i vedlegg 3.

6.4.1 Trafikkgruppe

Vegens trafikkgruppe bestemmes ut fra dimensjonerende trafikkbelastninger (N) og ligning 511.1 fra N200. ÅDT og tungtrafikkandel er hentet fra beregningene gjort i kapitel 6.1 «dimensjonerende trafikkmengde og vegklasse». Det legges til grunn en midlere verdi på 9000 i ÅDT. Beregningen er vist under, og en trafikkbelastning på 4,09 millioner vil plassere vegen i trafikkklasse E.

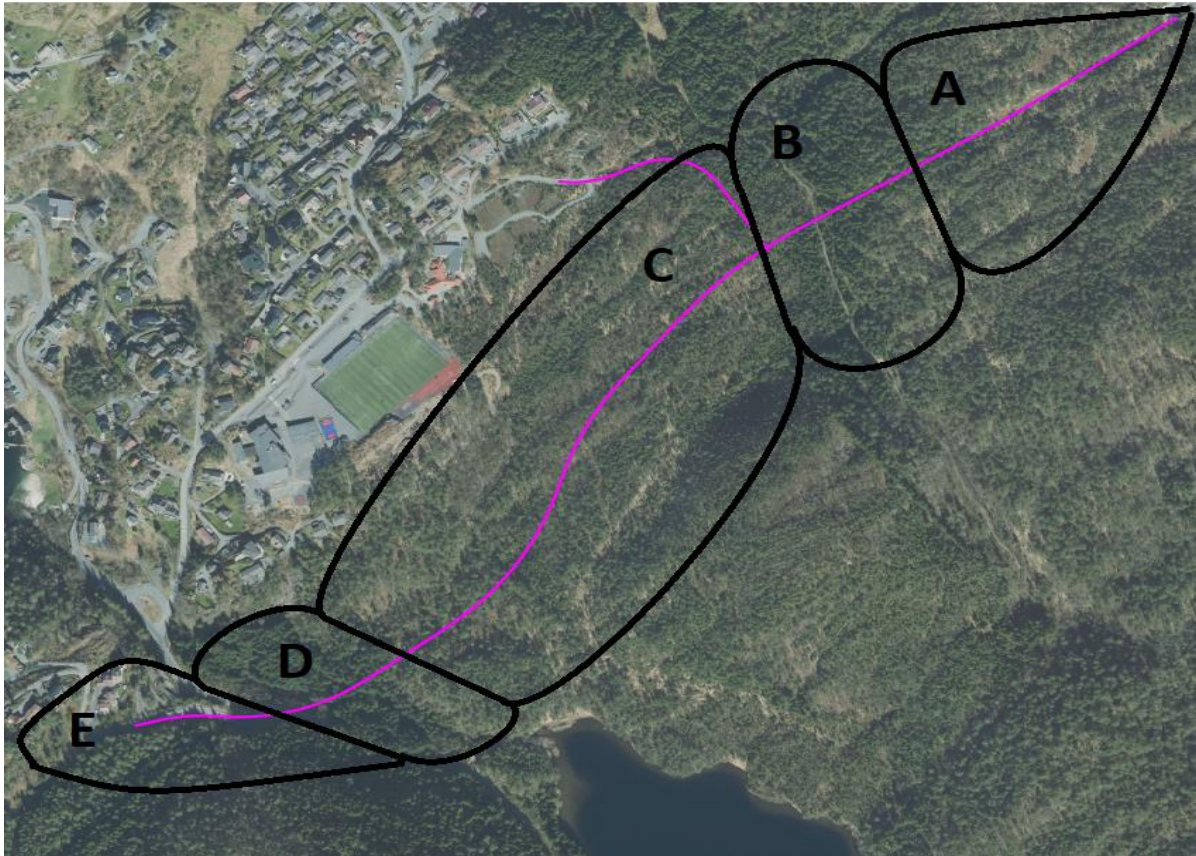
$$N = C * E * \text{ÅDT}_T * f * \frac{(1,0 + 0,1 * p)^{20} - 1}{0,01 * p}$$
$$N = 365 * 2,4 * 0,427 * 900 * 0,5 * \frac{(1 + 0,01 * 2)^{20} - 1}{0,01 * 2} = 4\,089\,816$$

N	Trafikkbelastning	
C	Gjennomsnittlig antall aksler pr. tungt kjøretøy	2,4 (normal)
E	Gjennomsnittlig ekvivalensfaktor for akslene på tunge kjøretøy	0,427 (normal for aksellast 10 tonn)
ÅDT _t	Gjennomsnittlig antall tunge kjøretøy per døgn	900
f	Fordelingsfaktor	0,5 (for 2-feltsveg)
p	Årlig trafikkvekst for tunge kjøretøy	1 %

Tabell 19: Forklaring og verdier brukt i utregning

6.4.2 Parsellinndeling

Grunnforholdene i området er varierende, og vegen blir dermed delt opp i parseller med ensartede forhold. Grunnforholdene er nærmere beskrevet i kapitel 2.4 «Grunnforhold» og det er beskrivelsene her som legges til grunnlaget for parsellinndelingen vist i figur 16. En slik parsellinndeling vil i hovedsak kunne gi forskjeller på frostsikring- og forsterkningslaget.



Figur 16: Parsellinndeling. Utklipp fra: AutoCAD, redigert

6.4.3 Vegdekke

ÅDT i åpningsåret er beregnet til ca. 3500. Dette gir oss fra *tabell 530.1 N200* stive dekker med 4,0cm over 3,0cm. Det er antatt stor vekst på vegen i nær fremtid, og for å tilfredsstille krav til bærelagsindeks velger vi å bruke 4,0cm over 4,0cm. Bjørnafjorden kommune har ikke gebyr for kjøring med piggdekk, og det antas derfor at piggdekkslitasje vil være den dominerende slitasjetypen basert på hastighet og trafikkmengde. Ut fra *tabell 513.1 N200* blir det da naturlig å velge Ab16 som slitelag. Vegdekke blir derfor 4.0cm Ab16 over 4.0cm Ab16. Utførelsen skal gjøres i henhold til N200 kap. 65 (*Håndbok N200 Vegbygging*, 2018).

6.4.4 Bærelag

Tabell 533.1 i N200 legger føringer for bærelag og forsterkningslag. Trafikkgruppe E gir to alternativer til bærelaget: 13 cm Asfaltert grus (Ag) eller 7 cm asfaltert grus over 9 cm asfaltert pukk (Ap). Vi anser det som en fordel å benytte ensartede materialer i overbygningen og velger derfor å bruke 13 cm Ag som bærelag. Bærelagsindekskravet til trafikkgruppe E er i N200 satt til 62. Vi kontrollerer derfor om oppbyggingen har tilstrekkelig høy bærelagsindeks:

$$BI_k = a * hi = 4,0 * 3,0 + 4,0 * 3,0 + 13,0 * 3 = 63$$

6.4.5 Forsterkningslag

Parsell A: Massene i parsellen består i hovedsak av myr og humusholdige materialer, og er derfor uegnede til vegunderbygning. Det må derfor gjennomføres masseutskifting ned til fjell eller fastere masser. Det vil også flere steder i parsell A være nødvendig med grunnsprenging for å oppnå riktig profilhøyde. Bergtypen består av omdannet Gabbro og amfibolitt som er vannømfintlige steinmaterialer ved sprenging (*Håndbok 018 Vegbygging*, 2013). Dette tilsier telefarlighetsklasse T2 som gir et forsterkningslag på 50cm og en total overbygning på 71cm. For grunnsprenging skal minsteavstand fra vegoverflate til topp av knøler være 75cm *jf. N200 kap. 224.3*. Vi øker derfor overbygningen med 4 cm til 54cm for å tilfredsstille kravet.

Parsell B: Parsell B består av en relativt stor fylling på grunnforhold som består av morene eller sandige materialer. Det antas at dette er gode nok masser å etablere fyllingen på og at det ikke vil være nødvendig med masseutskifting ned til fjell. Fyllingen vil bestå av sprengstein, og forsterkningslaget kan dermed dimensjoneres for T2 masser. Kravet til forsterkningslag blir dermed 50cm.

Parsell C: Parsell C består av skogdekke med tynt jordlag over fjell. Jordlaget antas å være rundt 0,3m tykt med små variasjoner. Siden store deler av vegen ligger i skjæring eller delvis skjæring/fylling, vil det være behov for å grunnspreng på strekningen. For å opprettholde kravet til 75cm fra topp vegoverflate til knøler blir forsterkningslaget derfor 54cm slik som i parsell A.

Parsell D: Vegen i Parsell D vil bli bygd på en stor fylling på opptil 12 meters høyde. Grunnforholdene i området består i hovedsak av leirig-silt eller siltig-leire over en større konsentrasjon av sandlag. I prosjekteringen er det forutsatt 6m masseutskifting ned til fastere grunn fra dagens terrengnivå. Det vil være nødvendig med en nærmere geoteknisk vurdering om dette er tilstrekkelig for å unngå setninger på vegen. Området ligger også under nivå for marin grense, og det er derfor viktig å sjekke om leiren i området kan være kvikk. Dersom det oppdages kvikkeleire, må områdestabiliteten undersøkes i henhold til NVE sin kvikkeleireveileder (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2020). I planomtalen til dagens regulerte veg er det vurdert at en har kontroll på grunnforholdene og vi forutsetter derfor at det ikke er påvist kvikkeleire i området. Fyllingen vil bestå av sprengstein, og forsterkningslaget kan dermed dimensjoneres for T2 masser. Kravet til forsterkningslag blir dermed 50cm.

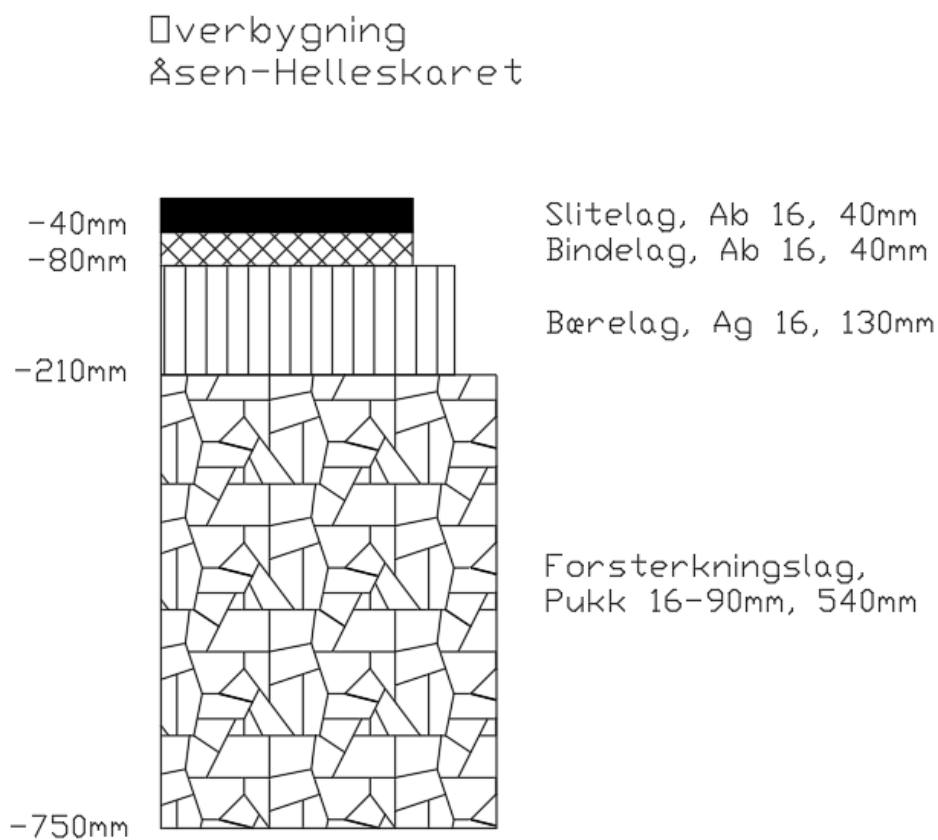
Parsell E: Parsell E består av dagens vegkryss mellom Søvikvegen og vegen til Drange. Denne vegen ble under utbygging sprengt ned til fjell og det antas derfor gode grunnforhold her. Telefarlighetsklasse T2 gir forsterkningslag på 50cm og av samme grunn som i parsell A og C økes forsterkningslaget til 54cm.

Alle parsellene vil ha forsterkningslag som består av pukk i henhold til *tabell 513.3 N200*.

Korngraderingen blir valgt til 16/90 jf. *N200 kap. 631.1*. Med tanke de små forskjellene kravene til forsterkningslag gir mellom de forskjellige parsellene velger vi å benytte en lik overbygning på hele vegen. Dette gir da forsterkningslag på 54cm, som gir total overbygning på 75cm.

6.4.6 Frostsikring

Håndbok N200 fastsetter i Kap. 520 at for undergrunn bestående av T1 eller T2 masser er det ikke nødvendig med frostsikring (*Håndbok N200 Vegbygging, 2018, s. 147*). Dette er gjeldene for alle parsellene. Den totale overbygningen for vegen er vist i figur 17.



Figur 17: Overbygning for ny hovedveg. Produsert i AutoCAD

6.5 Overbygning gang- og sykkelveg

Gang og sykkelvegen vil bli dimensjonert etter *tabell 5436.1 N200*. Det blir lagt til grunn normal trafikkbelastning da den vil ha behov for jevnlig vedlikehold av vanlige drift/vedlikeholds maskiner.

Dekke blir derfor bestående av 3,0cm Agb11 over 3,0cm Agb11. Bærelaget blir 20cm Fk 0/45, bærelaget forkiles med Fk 0/22. Dette gir en bærelagsindeks på $3*3+3*3+20*1,35=45$.

Grunnforholdene antas like som for hovedvegene. Det vil derfor, for alle parsellene, bli lagt til grunn T2 masser som gir 30cm forsterkningslag. Forsterkningslaget skal bestå av pukk med korngraderingen 16/90.

Det vil ikke bli nødvendig med frostsikring i gang- og sykkelveg da alle parsellene består av T2 masser *jf. N200 Kap. 520*.



Figur 18: Overbygning i Gang- og sykkelveg. Produsert i AutoCAD

6.6 Kryssutforming

For vegklasse Hø2 skal kryss bygges som T-kryss, X-kryss eller rundkjøring, hvor X-kryss skal signalreguleres. I valgt løsning vil det komme tre T-kryss, disse er nærmere forklart i påfølgende underkapitler. T-kryss har noe strengere krav til geometriske parametere for primærvegen i kryssområdet:

- Horisontalkurveradius skal være ≥ 200 m
- Vertikalkurveradius i høybrekk $\geq 2\ 200$ m
- Overhøyden skal maksimalt være 6%
- Stigningen maksimalt 5%. (*Håndbok N100 - Veg- og gateutforming*, 2019, s. 46)

Dimensjonerende kjøretøy for Hø2 er VT (vogntog) eller MVT (modulvogntog). Kryss skal likevel dimensjoneres for VT, men det bør sikres fremkommelighet for MVT (*Håndbok N100 Veg- og gateutforming*, 2019, s. 46). Ved utforming av kryss skal det legges til grunn et 10 års perspektiv,

trafikkmengden og antallet venstresvingene blir derfor beregnet på bakgrunn av dette. Det er gjennomført sporingsanalyse for kryssene, og disse er vist i vedlegg 8.

Det bør ikke være større stigning/fall enn 3% på sekundærvegen frem mot kjørebaneanten, og forskjellen mellom primærvagens tverrfall og sekundærvagens lengdefall bør ikke overstige 5% (*Håndbok N100 Veg- og gateutforming*, 2019).

6.6.1 Kryss A (Helleskaret)

Krysset er i dag et T-kryss med primærretning nord-sør der Drangsvegen kobler seg på fra vest. Etter omleggingen vil krysset nå isteden ha primærretning øst-vest, med Søvikvegen som kobler seg på fra nord. Den videre vegen i sørgående retning (Ole Bulls veg) vil bli omklassifisert til gang/sykkelveg, og vil krysse vegen noe forskjøvet i kryssområdet.

Krysset har en utfordrende geometri ved at Drangsvegen kommer fra en stigning på 9,3%, og skal flates ut til 0% på fyllingen mot Åsen. Krysset blir etablert i enden av lavbrekket, og krysset vil derfor ligge innenfor kravet til maks stigning på 5%. Vegen fra Søvik ligger i dag på en hylle i sideterrenget, og det å flytte vegen lengre ut i skaret vil medføre store fyllinger. For å få minst mulig fyllinger følger derfor Søvikvegen dagens veg i størst mulig grad, før den svinges ut i en S-form som ender i krysset. Også her ligger dagens veg i stor stigning, utsvingen blir etablert som et høybrekk som endrer stigningen fra 10,5% til 2,5%. Høybrekket blir etablert med høyest mulig vertikalradius for å sikre god sikt.



Figur 19: Kryss A. Produsert i AutoCAD

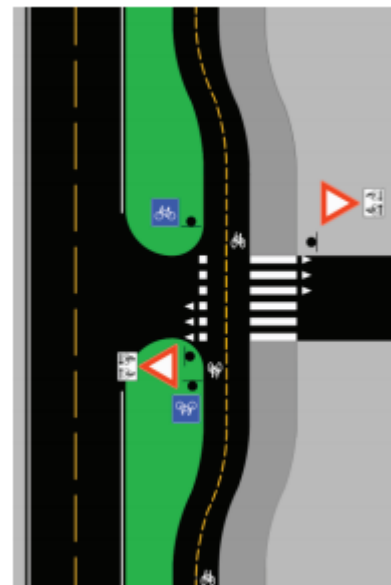
Gang- og sykkelvegen fra Åsen fortsetter som en ordinær 3m gang/sykkelveg mot Drange etter kryssområdet. Her vil den svinge seg litt vekk fra den nye veien, før den kobler seg på den eksisterende gangvegen i Helleskaret, og slynger seg opp skaret og igjen kobler seg på Drangsvegen. Vi anser det som fordelaktig å benytte dagens gangveg, da det å etablere en parallell gang/sykkelveg i kryssområdet både vil være fordyrende, men også mer trafikkfarlig. Grunnen til at vi mener det kan være mer trafikkfarlig er at syklister kunne kommet inn i kryssområdet i stor fart pga. stigningsgraden. Dette øker sannsynligheten for at det kan oppstå trafikkfarlige situasjoner ved kryssing av Søvikvegen. Ved å svinge syklisterne gjennom den eksisterende gangvegen senkes farten og en oppnår samtidig en mer oversiktlig trafikksituasjon.

Avkjørselen til Ole Bulls veg ligger som nevnt delvis i kryssområdet. På grunn av den fysiske kanaliseringen, og deleøya i vestgående retning, vil det bare være mulig svinge til høyre inn og ut av Ole Bulls veg. Avkjørselen legges her for å minske utfyllinger i Helleskaret. Den reduserte tilkomsten antas ikke å ha stor betydning da Ole Bulls veg skal stenges for ordinær trafikk, og hovedsakelig tiltenkt å sikre tilgang til vannverket ved Søvikvatnet og landbrukseiendommer.

6.6.2 Kryss B (Revsåsen)

Kryss B ved Revsåsen er ikke like utfordrende. Krysset har en gjennomgående stigning på ca. 3%, og ligger i et rett strekke. Sekundærvegen strekker seg tilnærmet vinkelrett ut fra krysningspunktet for så å svinge seg inn til eksisterende boligområde i Hellebakkane. Store deler av krysset vil ligge i skjæring, men veien vil fortsette i en stor fylling mot Åsen. Det vil bli etablert busslommer før og etter krysset for å sikre gode kollektivmuligheter i området.

Gang- og sykkelvegen blir ført gjennom krysset og krysser sekundærvegen som vist i figur 21. Trafikk på sekundærvegen skal vike for gående og syklende slik som vist i figur 20. Langs sekundærvegen skal det anlegges et 3m bredt fortau på nordlig side, som skal kobles på fortauet i gang- og sykkelvegen.



Figur 20: Kryssing mellom veg og sykkelveg med fortau der trafikk på sekundærvegen skal vike for syklisterne. Utklipp av: Figur 4.16 Håndbok V122



Figur 21: Kryss B. Produsert i AutoCAD

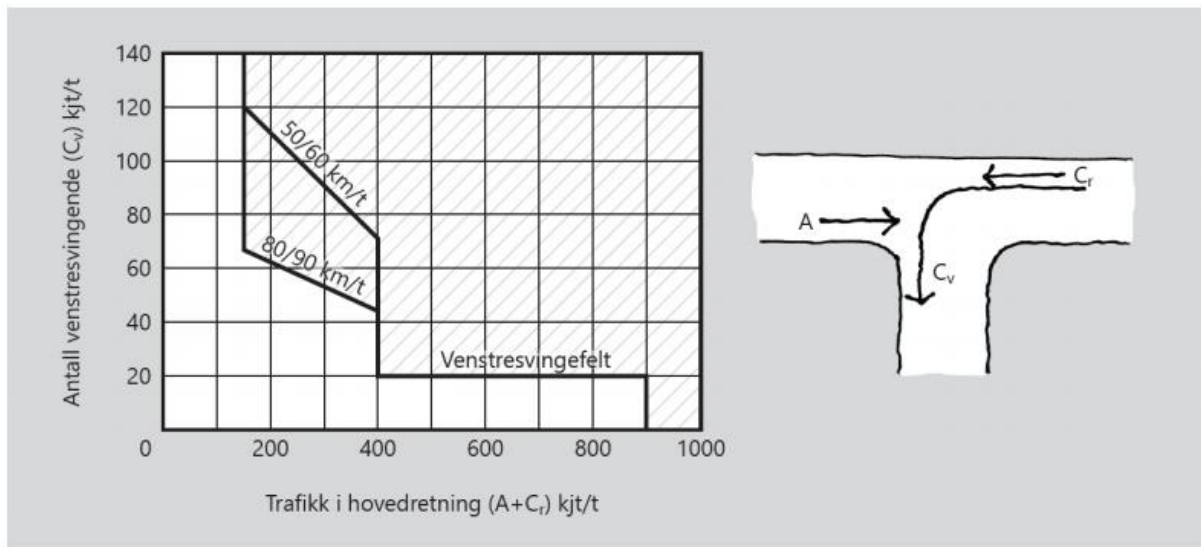
6.6.3 Kryss C (Åsen)

Kryss C vil bli anlagt i slutten av stigningen i østgående retning. Krysset vil fungere som vegutløsning for det planlagte boligområdet i Åsen, og blir dimensjonert for vogntog. Videre prosjektering av sekundærvegen inn i boligfeltet blir tilrettelagt for vegstandard Sa2 ihht. Kommunal vegnormal for Bjørnafjorden kommune (*Forskrift om kommunal vegnorm for Os kommune, 2015*). Krysset vil ligge i en skjæring og videre linjeføring for sekundærvegen er planlagt med en stigning på litt over 5 %.



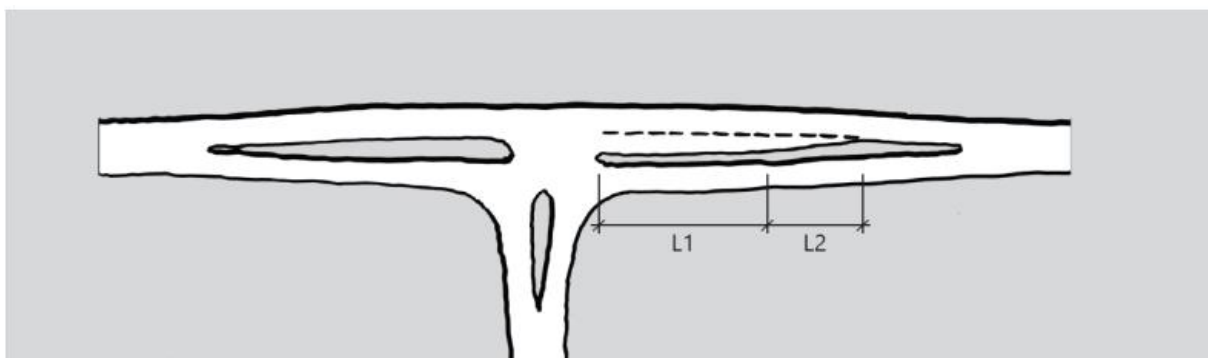
Figur 22: Kryss C. Produsert i AutoCAD

6.6.4 Venstresvingefelt:



Figur 23: Kriterier for venstresvingefelt basert på trafikk i dimensjonerende time. Utklipp av: Figur D.3 Håndbok N100

For beregning av kryssløsninger er det nødvendig med trafikk i dimensjonerende time. Dette er vanligvis den trafikkmengden som bare overskrides 30 ganger i året. Statens Vegvesen bruker ulike prosentsetser basert på hovedfunksjonen til vegen for å regne ut dimensjonerende timetrafikk. Siden dette er en veg hvor arbeids-/reisetrafikk er dominerende antas det at dimensjonerende timetrafikk vil være omtrent 10% (Statens Vegvesen, u.å.-b). Dette gir oss 800-1000 kjt/t, det blir også antatt ca. 50 venstresvingende i kryss A (Helleskaret), 75 i kryss B (Revsåsen) og 100 i kryss C (Åsen). Dette gjør at kryssene behøver venstresvingefelt. Venstresvingefeltene utformes etter figur 24 hvor L2 er gitt av tabell D.1 N100 og L1 regnes ut fra beregningsmodellen gitt av Statens Vegvesen, se vedlegg 7.

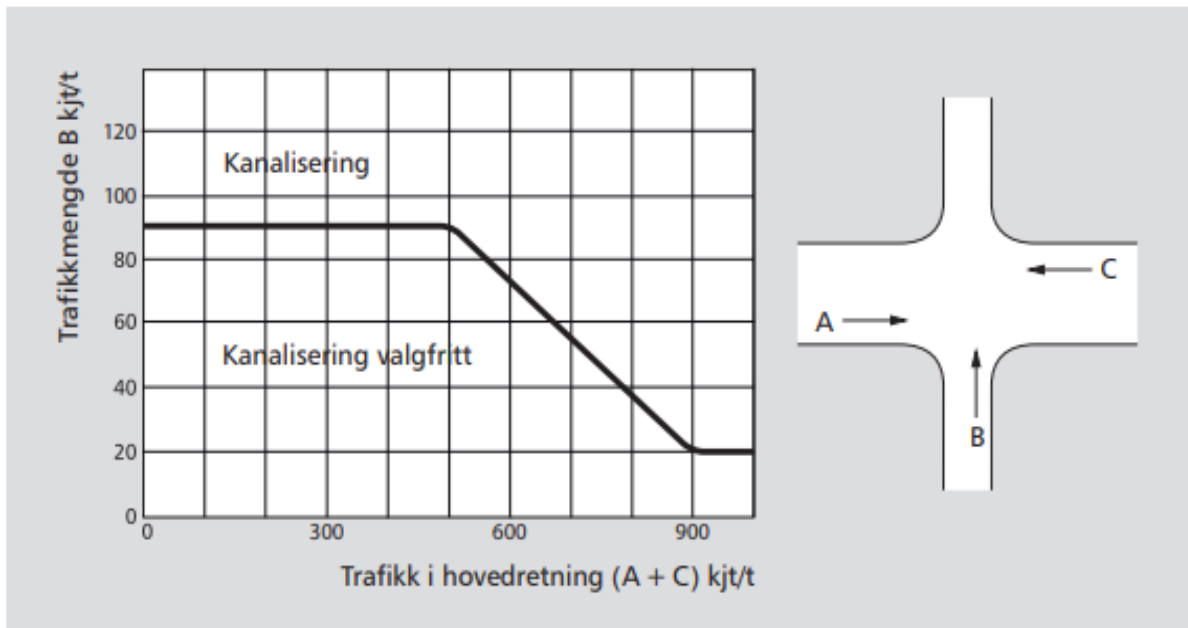


Figur 24: Utforming av venstresvingefelt. Utklipp av: Figur D.4 Håndbok N100

6.6.5 Dråpeøy

ÅDT i dimensjonerende time på 800-1000 på primærvegen og mer enn 40 i ÅDT på sekundærvegen gir at det er hensiktsmessig å anlegge en dråpeøy i kryssene. Hensikten med en dråpeøy er å gjøre kryssingen av vegen enklere for de myke trafikantene, samt å lede de harde trafikantene til riktig sporvalg i krysset. Dråpeøyen skal være så liten som mulig, men skal trekkes 1-2,5m bak gangfeltet

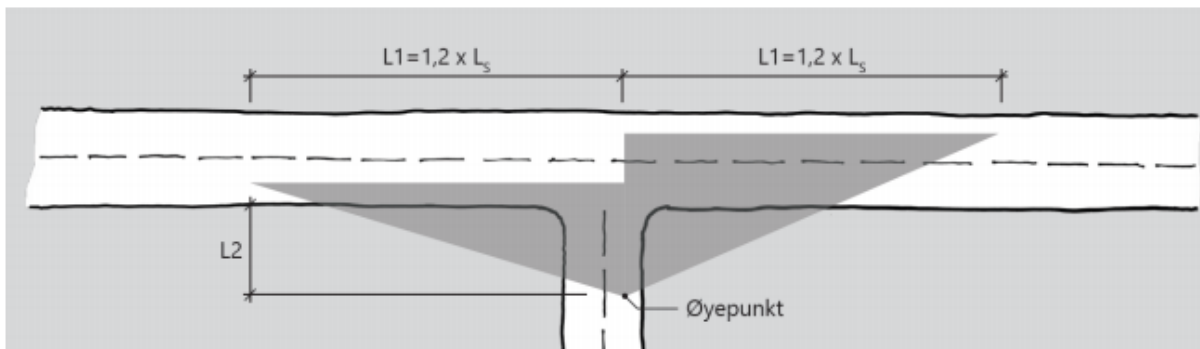
inn i sekundærvegen. Dråpeøyen skal anlegges med ikke avvisende kantstein for å sikre fremkommelighet for MVT. (Håndbok V121 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss, 2014, s. 29)



Figur 25: Kriterier for trafikkøy i sekundærveg basert på trafikk i dimensjonerende time. Utklipp av: Figur 3.4 Håndbok V121

6.6.6 Siktkrav

Både kryss A, B og C skal utformes som forkjørsregulerte kryss. Dette gjør at vi skal følge figur D.7 N100. Stoppsikt for vegklasse Hø2 med 60km/t er 75m. Dette gir oss $L1 = 1,2 \cdot 75\text{m} = 90\text{m}$. $L2$ kommer fra tabell D.3 N100, det antas at sekundærvegene vil ha over 500 i ÅDT, $L2$ blir derfor 10m.



Figur 26: Siktkrav i forkjørsregulerte kryss. Utklipp av: Figur D.7 Håndbok N100

Kryss A har utfordrende stigning i retning mot Drange med omtrent 9% fall inn mot krysset, samt at det er ganske flatt nord for krysset. Hø2 gir at stoppsikt ved maksimalt fall skal utvides med 5m, dette gjelder for 6%. Siden vegen her har 9% blir det interpolert opp. Dette gir at krav til stoppsikt i krysset blir utvidet med 7,5m mot Drange. I motsatt retning fra Helleskaret er det omtrent flatt. Sikt lengdene blir derfor: $L1(\text{Drange}) = 97,5\text{m}$, mens $L1(\text{Helleskaret}) = 90\text{m}$.

Kryss B har ca. 3% gjennomgående stigning. Dette gir en reduksjon i stoppsikt i sørvest på 2m og en økning i stoppsikt på 2,5m i nordøst. $L1n = 92,5m$, mens $L1s = 88m$.

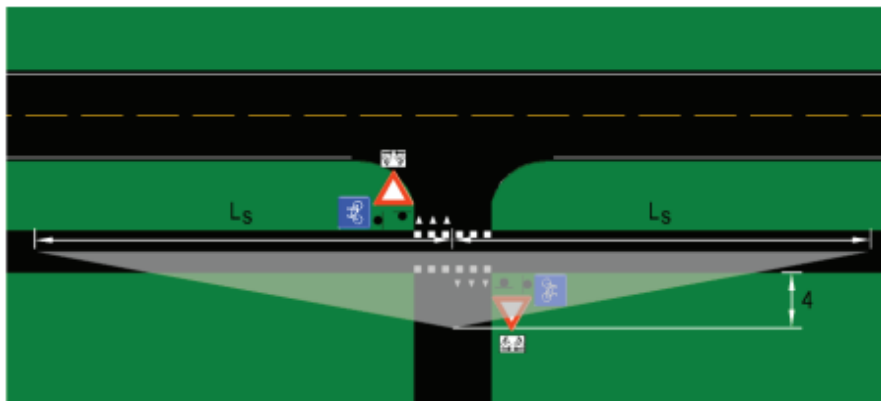
Kryss C har ca. 4,8% stigning fra sør som gir en reduksjon i stoppsikt på 2,6m. Nordsiden av krysset ligger i et høybrekk som gjør det vanskelig å anslå nøyaktig stigning. Det blir likevel målt at utgangen av krysset har omtrent 3,5% fall inn mot krysset, som gjør at stoppsikten skal økes med 2,5m. $L1n = 92,5m$, mens $L1s = 87,4m$. Se Vedlegg 1 for uttegning av sikttrekanter.

Trafikkmengde i sekundærveg	Fartsgrense primærveg [km/t]		
	30 og 40	50 og 60	80 og 90
ADT < 100	4	6	6
100 < ADT < 500	6	6	10
ADT > 500	6	10	10

Figur 27: Lengde av L2 basert på ÅDT i sekundærvegen. Utklipp av: Tabell D.3 Håndbok N100

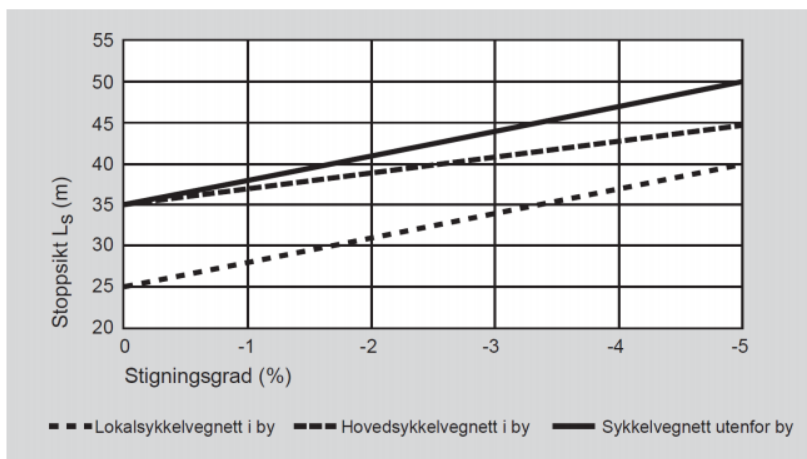
6.6.7 Siktkrav for gang og sykkelvegen

Gang- og sykkelvegen i Kryss A har lite stigning/fall inn mot krysset. Siden sykkelvegnettet regnes som sykkelveg utenfor by blir stoppsikten på sykkelvegen 35m fra begge retninger. Sikt lengden inn i sekundærvegen når syklende på gang- og sykkelvegen har forkjørersrett skal være 4m (*Håndbok V122 Sykkelhåndbok*, 2014, s. 63).



Figur 28: Siktkrav mellom GSV og veg der trafikanter på sekundærvegen har vikeplikt. Utklipp av: Figur 4.26 Håndbok V122

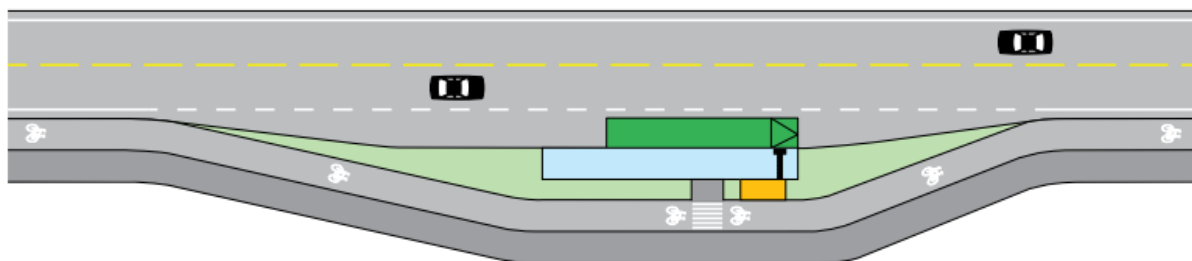
I Kryss B blir stoppsikt for de som kommer fra sør på sykkelvegen 35m etter *figur D.27 N100* da denne retningen vil ha ca. 3% stigning. For syklende som kommer fra nord vil stoppsikten være lengre siden det er ca. 3% fall inn mot krysset. Ls blir da 43m. Sikt lengden inn i sekundærvegen skal være 4m (*Håndbok V122 Sykkelhåndbok*, 2014, s. 63). Siktkrav for avkjørsler og stoppsikt er beregnet og kontrollert i vedlegg 5.



Figur 29: Stoppesikt for syklende på gang- og sykkelveg. Utklipp av: Figur D.27 Håndbok N100

6.7 Holdeplasser for buss

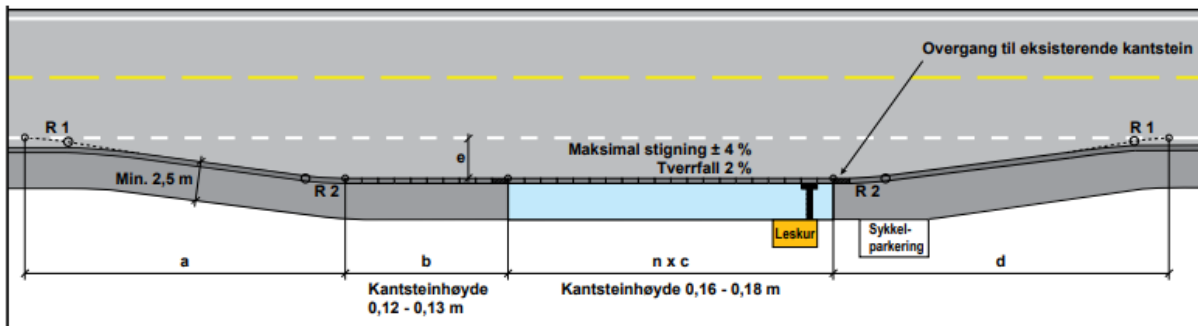
For Hø2 skal kollektivholdeplasser utformes som busslomme uten trafikkdeler eller som kantstopp. På grunn av trafiksikkerhet og fremtidig ÅDT blir kollektivholdeplassene anlagt som busslommer (*Håndbok V123 Kollektivhåndboka*, 2014). Kollektivholdeplasser i kryss skal anlegges like etter krysset. Gang- og sykkelvegen skal ledes bak holdeplassen som vist i *figur 11 V123*, dette er for at ventearealet ikke skal være en del av sykkelvegen siden dette er betydelig mer trafiksikkert og sikrer god fremkommelighet på sykkelvegen.



Figur 30: Busslomme med gang- og sykkelvegen ledet bak plattformen. Utklipp av: Figur 11 Håndbok V123

Holdeplassene skal utformes etter *figur 9* og *tabell 5* i *V123*. Fra *tabell 5* skal *a* og *d* være 20m. Det antas at det maksimalt vil være en buss i busslommen til enhver tid, dette gir $n = 1$.

Oppstillingsplassen får derfor en lengde på 20m + 10m rettlinje før oppstillingsplassen. Radius i inn og utkjøring av lommen blir 20, og busslommen skal ha en bredde på 3m. Total lengde på busslommen blir da 70m (*Håndbok V123 Kollektivhåndboka*, 2014, s. 17).



Figur 31: Utforming av busslomme. Utklipp av: Figur 9 Håndbok V123

Fartsgrense (km/t)	Innkjøringslengde (a) (meter)	Lengde rettlinje før oppstillingsplass (b) (meter)	Lengde oppstillingsplass (n x c) (meter)	Utkjøringslengde (d) (meter)	Radius		Bredde på busslomme (e) (meter)	Total lengde på busslomme, 1 buss (meter)	Total lengde på busslomme, 2 busser (meter)
					R1 (m)	R2 (m)			
≤ 60 *	20	10	n x 20	20	20	20	3,0	70	90
80 **	25	10	n x 20	20	40	20	3,25	75	95

* For dimensjoneringsklasse H1 med ÅDT < 4000 kan holdeplassen utformes med kantstopp dersom holdeplassen ikke trafikkeres med skolebuss.
 ** For dimensjoneringsklassene H4, H7 og Hø1, se N100 Veg- og gateutforming for detaljer i plassering og utforming av busslomme.

Figur 32: Krav til lengder og bredder på busslommer. Utklipp av: Tabell 5 Håndbok V123

6.8 Kantstein

Det skal etableres kantstein mellom fortau og kjørebane eller sykkelveg. For sykkelvegen skal det anlegges en 4cm høy ikke-avvisende kantstein mellom fortau og sykkelvegen. En ikke-avvisende kantstein skal utformes med skrå eller avrundet hjørne. For Søvikvegen og tilkomstvegen til Revsåsen skal kantsteinen mellom fortau og kjørebane utformes som en 12cm avvisende kantstein, avvisende kantstein brukes mot arealer som ønskes beskyttet mot biltrafikk (*Håndbok N100 - Veg- og gateutforming*, 2019, s. 75).

Busslommen skal utformes med avvisende kantstein, der den skal være 16cm høy i hele oppstillingsplassens lengde. Det skal ikke være kantstein i inn og utkjøringspartiene på busslommen. Kantsteinen i busslommen skal ha avrundet bunn slik at det er enkelt å manøvrere bussen helt inn til plattformen (*Håndbok N100 - Veg- og gateutforming*, 2019, s. 76).

Kryssene skal være kanaliserte, og ved fartsgrense 60km/t bør kanaliseringen være utformet som fysisk kanalisering. Kanaliseringen skal bestå av 4cm høy ikke-avvisende kantstein. Dette gjelder også dråpeøyene i sidevegene (*Håndbok N100 Veg- og gateutforming*, 2019, s. 52).

6.9 Belysning

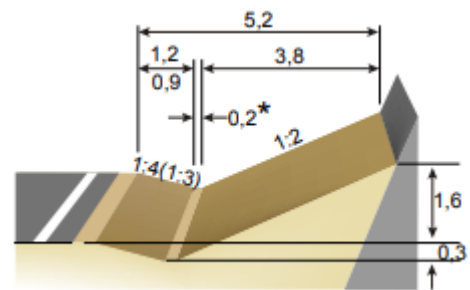
Belysning har som hovedformål å øke trafikksikkerheten i mørket. Myke trafikanter er trafikkgruppen som er mest utsatt i mørket, da spesielt ved kryssing av kjørebane. Vegklasse Hø2 gir krav til belysning på veger med ÅDT over 1500. Belysningen skal utformes etter *kapittel D.6 N100*. Ut fra ÅDT på vegen vil det fra *tabell D.18 N100* bli valgt lysklasse M2. Det skal også anlegges en overgangssone i

enden av vegen mot Drangsvegen hvor vegen blir ubelyst, denne sonen vil ha en lengde lik stoppsikt og skal ha lysklasse M4.

Kryssløsningene skal ha lysklasse C2 etter *tabell D.19 N100* og overgangsfeltene skal ha egen intensivbelysning. Med intensivbelysning menes intensivt hvitt lys som skal gjøre det lettere å se fotgjengere eller syklistene som skal krysse vegbanen (*Håndbok N100 Veg- og gateutforming*, 2019, s. 79–84). Belysningen vil bli plassert i skillet mellom vegbanen og gang- og sykkelvegen. Siden avstanden mellom kjørebane kant på primærvegen og asfaltkanten på GSV-en er 4m er det ikke nødvendig med egen belysningen for GSV-en (*Håndbok V124 Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning*, 2014, s. 43).

6.10 Grøfter

Grøfter og drenering anlegges for å sikre vegen og vegens sideområder mot vannskader. Grøftene skal utformes etter *Håndbok N200*. Lukkede grøfter er mer trafiksikkert enn åpne grøfter siden de er grunnere og ofte har lavere helningsgrad. Derimot er kostnadene ved å anlegge en lukket grøft betydelig større enn åpen grøft i anleggsfasen og i driftsfasen (Statens Vegvesen, u.å.-c). På grunn av stor fremtidig ÅDT blir det ut fra N200 valgt å anlegge lukkede grøfter (*Håndbok N200 Vegbygging*, 2018).

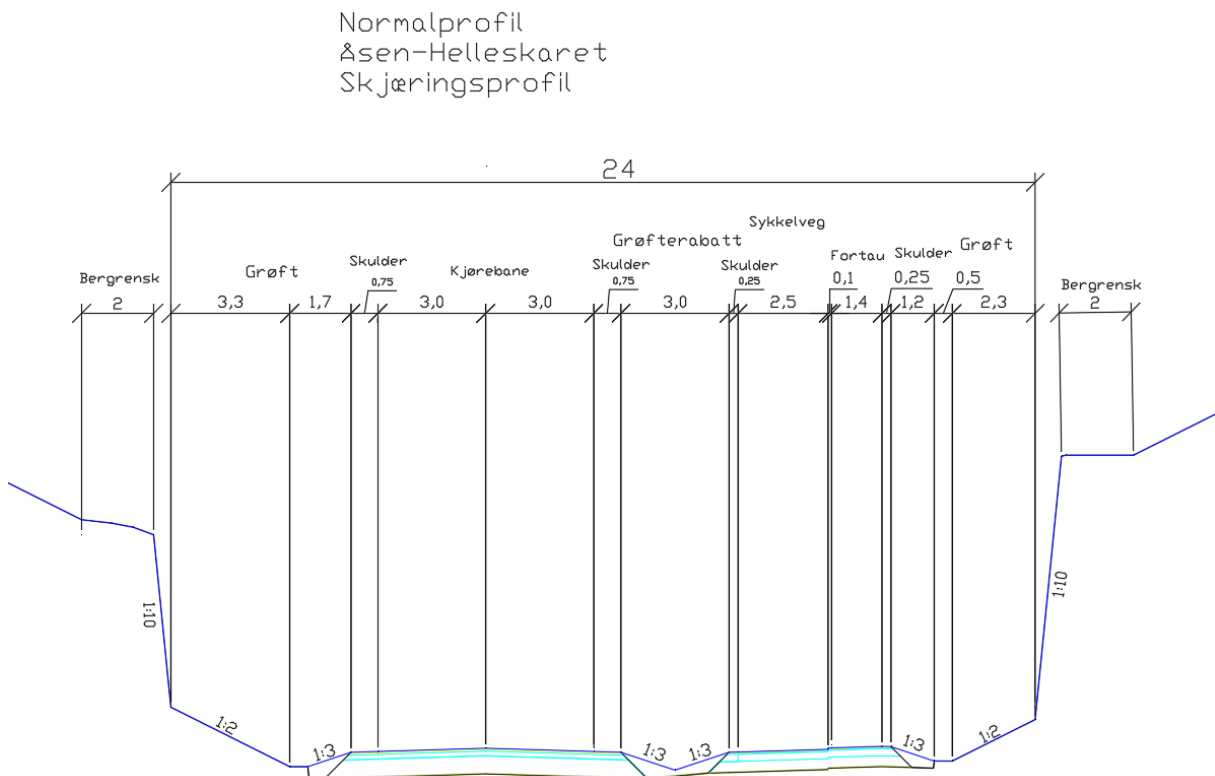


Figur 33: Minstekrav til utforming av jordvoll mot bergskjæring. Utklipp av: Figur 2.11 *Håndbok N101*

Grøftene mellom kjørebane og GSV-en skal være 3m brede for å tilfredsstille krav til belysning, grøfteskråningene skal ha helning 1:3 ned til 0,5m dybde. Grøftene på utsiden av gang- og sykkelvegen blir anlagt som en fanggrøft og trenger derfor å være 3,6m bred etter *figur 222.2 i håndbok N200*. Grøften skal være 0,4m dyp og ha en indre grøfteskråning med helning 1:3, grøftebunn skal være 0,5m bred og ytre grøfteskråning skal være 2,3m bred med en helning på 1:2. Dette gir oss en grøftebredde på 4m som tilfredsstiller kravet til fanggrøft.

På utsiden av kjørebane blir grøften større grunnet sikkerhetsavstand for å unngå rekkverk. Krav til fanggrøft er også her 3,6m, men i disse tilfellene blir sikkerhetsavstanden for rekkverk avgjørende. Grøfter med helning på ytre grøfteskråning 1:2 mot bergskjæring unngår rekkverk når bergskjæringen er utenfor sikkerhetssonen, eller ved å lage en jordvoll som går 1,6m over kjørebane. For å komme over 1,6m over kjørebane blir grøften over 5m bred, siden sikkerhetssonen til vegen er 5m er det ikke nødvendig å gå lengre ut enn det. Dette gjør at grøften blir 5m bred. Grøften utformes på samme måte som på utsiden av GSV-en, men utvides med 1m.

Bergskjæringene skal sprenges ut så jevnt som mulig, slik at det ikke er noen partier som stikker ut lengre enn 0,3m, slik at de ved påkjørsel vil føre til bråstopp og personskafer.



Figur 34: Normalprofil primærveg. Produsert i AutoCAD

6.11 Rekkverk

Rekkverk settes opp for å redusere skadeomfanget ved utforkjøringsulykker. Rekkverk skal ved påkjørsel lede kjøretøyet langs rekkverket til en kontrollert stopp, eller lede kjøretøyet inn igjen på vegen, men ikke slik at det er fare for å treffe motgående trafikk. Rekkverkendene skal enten lede kjøretøyet utenom farenmomentet eller føre kjøretøyet til en kontrollert stopp (*Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder*, 2014, s. 10).

Rekkverk ses på som et farenmoment i seg selv, og det er derfor ønskelig å bruke minst mulig rekkverk. I dette prosjektet vil det være nødvendig med rekkverk flere steder grunnet store fyllinger med bratte fyllingsskrånninger. Samt at det er plassmangel flere steder som gjør at enkelte uønskede situasjoner kan oppstå uten rekkverk. Rekkverk er videre utarbeidet i vedlegg 6.

6.11.1 Sikkerhetssone

Sikkerhetssonen defineres av sikkerhetsmessige årsaker i en avstand ut fra kjørebaneanten, slik at dersom et kjøretøy ender opp utenfor kjørebane skal den ikke treffe noen farlige sidehindre, velte eller treffe andre momenter som kan føre til personskafe. Sikkerhetssonens bredde settes ut fra

trafikkmengde, hastighet, kurvatur og sideterrengets utforming og innhold (*Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder*, 2014).

Utregning av sikkerhetssonens bredde blir gjort i vedlegg 6. Den dominerende sikkerhetssonen blir 5m over hele traseen. I områdene hvor det er behov for utvidelse av sikkerhetssonen blir det satt opp rekkverk da disse områdene får krav til det (*Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder*, 2014).

6.11.2 Plassering av rekkverk

Det er behov for rekkverk i Parsell B og E. I parsell B blir det satt opp rekkverk langs sørsiden fra profil 380-497. Her er det nødvendig med rekkverk på grunn av stor og bratt fylling med helning 1:1,5. Det er også en jordbrukskulvert som går gjennom fyllingen. Over kulverten fra profil 410-417,5 blir det satt opp brurekkverk på 1,2m med lavere arbeidsbredde enn rekkverket ellers. I parsell E blir det satt opp rekkverk på nordsiden i profil 1215-1320. Her er det nødvendig med rekkverk på grunn av bratt terreng, samt mur med høyde opp til 4m. I tillegg til at gang- og sykkelvegen mot Drange føres som nevnt mellom Drangsvegen og Søvikvegen som gjør at en utforkjøring fra Drangsvegen kan ha store konsekvenser.

Ole Bulls veg blir senket litt ned i terrenget for å lettere koble seg på primærvegen. Dette gjør at rekkverket som står i Ole Bulls veg blir flyttet og det er nødvendig å sette opp nytt rekkverk. Rekkverket starter i profil 90 på Ole Bulls veg hvor det føres ut 1:5 og forankres i terrenget, i profil 15 kobles det sammen med eksisterende rekkverk.

Det skal settes opp g/s rekkverk i parsell B og D på nordsiden fra profil 310-450 og 1060-1190. Dette gjøres på grunn av bratthet og høyde på fyllingene som ligger inntil gang- og sykkelvegen. G/s rekkverk er ikke dimensjonert for kjøretøy, de skal være 1,2m høy og ikke-klatrevennlige (*Håndbok V160 Vegrekkverk og andre trafiksikkerhetstiltak*, 2016). De skal avsluttes med en avrundet endebøyle for å forhindre skader ved påkjørsel av skarpe kanter. Rekkverket ved profil 1190 føres videre langs Søvikvegen på utsiden av fortauet og kobles på eksisterende rekkverk etter omtrent 150m.

Profil	Lengde	Avslutning	Total lengde	Styrkeklasse	Arbeidsklasse (W)
380-497	117	15+0=15	132	H2	W2 (W1 i profil 410-417,5)
1215-1320	105	0+10=10	115	H2	W2
Ole Bulls veg	75	0+0=0	75	N1	W2
	297		322		
310-450	140	0+0=0	140	G/S	
1060-1190	130	0+150=150	280	G/S	
	270		420		

Tabell 20: Oversikt over rekkverks profil, styrkeklasser og arbeidsklasser

Profil	Rekkverksende
Vegrekkeverk	
380	Utsvinging 1:5 langs busstopp med støtpute i ende
497	Utsvinging og avslutting i full høyde
1215	Støtpute
1320	Utsvinging og nedføring utenfor sikkerhetssonen
Ole Bulls (15)	Koble på eksisterende rekkverk
Ole Bulls (90)	Utsvinging og avslutting i full høyde
Gang og sykkelveg	
310	Avslutning med endebøyle
450	Avslutning med endebøyle
1060	Avslutning med endebøyle
1190	Videreføring til Søvikvegen

Tabell 21: Oversikt over rekkverksavslutninger

6.12 Breddeutvidelse

For å sikre godt manøvreringsareal utvides vegbredden i krappe kurver. Breddeutvidelsens størrelse er basert på horisontalkurveradius og dimensjonerende kjøretøy. For vegklasse Hø2 skal kurver med radius ≤ 500 ha breddeutvidelse (*Håndbok N100 Veg- og gateutforming*, 2019, s. 100).

Breddeutvidelse er videre utarbeidet i vedlegg 4.

6.13 Tverrfall

Tverrfall anlegges på veger for å sikre god vannavrenning og for å motvirke sidekrefter i kurver. På rettlinjler skal det anlegges takfall med 3% helning og i kurver skal det anlegges ensidig tverrfall på maksimalt 8%. Tverrfallsendingene skal bygges opp i klotoidene for å få en jevn overgang fra takfall til ensidig fall. Overhøyden i kurver bestemmes fra *tabell C.9 N100*.

Det vil for armen mot Drange i Kryss A være nødvendig med lavere maksimalt tverrfall på grunn av krav om maksimalt resulterende fall på 10%. Maksimalt mulig ensidig tverrfall blir her 3,6%. Det er samtidig satt et krav til minimum resulterende fall på 2% for å sikre god vannavrenning. Tverrfall og resulterende fall er videre utarbeidet i vedlegg 4.

6.14 Overvannshåndtering

Vegen skal krysse to vassdrag, og det vil bli nødvendig å dimensjonere kulverter for disse. Dette blir gjort med bakgrunn i metoden beskrevet i N200 og bruk av den rasjonelle formelen.

$$Q = \phi * A * I * K_f$$

Datamaterialet brukt i beregningen er hentet fra NVE sin karttjeneste NEVINA (NVE, u.å.-c). NEVINA har blitt brukt til å generere nedbørsfelt og feltparametere. Nedbørsintensiteten er hentet fra IVF-kurven på Sandsli. Dette er den nærmeste målestasjonen som gir en IVF-kurve, og ligger omtrent 10 km unna planområdet. Rapporten med tilhørende parametere er lagt i vedlegg 9. Kulvertene vil bli lagt med 5‰ helning for å tilfredsstille krav til minimum helning iht. selvrensing og anleggsteknisk utførelse. Dette vil medføre at utløpet til kulvertene vil ligge litt oppe i sidene på fyllingene, og det vil dermed være behov for å erosjonssikre fyllingene nedstrøms.

Parametere Søvikelva	
Avrenningskoeffisient (φ)	0,5
Areal (A)	83 ha
Nedbørsintensitet (I)	43,9 l/s*ha
Klimafaktor (K_f)	1,4
Avrenning (Q)	2550 l/s
Høydeforskjell	0,3 m (kote 34 til 33,7)
Lengde	61 m

Tabell 22: Parametere Søvikelva

Parametere tilrenningsbekk Sjøbøelva	
Avrenningskoeffisient (φ)	0,5
Areal (A)	30 ha
Nedbørsintensitet (I)	86,8 l/s*ha
Klimafaktor (K_f)	1,4
Avrenning (Q)	1823 l/s
Høydeforskjell	0,2 m (kote 50 til 48,8)
Lengde	38,8 m

Tabell 23: Parametere tilrenningsbekk Sjøbøelva

Statens vegvesen har definert at for alle anlegg med levetid over 50 år skal det brukes en sikkerhetsfaktor F_u for usikkerhet ved beregning av dimensjonerende vannføring Q_{dim} . For dette anlegget vil den bli på 1,2 siden anlegget dimensjoneres for ÅDT på over 4000 (*Håndbok N200 Vegbygging*, 2018, s.88). Håndboken har også satt krav om at dimensjoneringen skal ta hensyn til forventet gjentetting gjennom rørets levetid. N200 sier at det skal antas gjentetting i 1/3 av løpets høyde, men at viss det benyttes fangrist kan man anta lavere gjentettingsgrad opp til fullt tverrsnitt. (*Håndbok N200 Vegbygging*, 2018, s.92). Vi legger derfor inn vingemur med fangrist framfor innløpet, og antar fullt tverrsnitt.

Medregnet sikkerhetsfaktor F_u blir dimensjonerende vannføring på Søvikelva 3060 l/s, og tilrenningsbekken til Sjøbøelva blir 2188 l/s. For å finne nødvendig diameter på kulvertene benytter vi Basal sitt kapasitetsberegningsprogram for stikkrenner med innløpskontroll. Den gir oss at vi har behov for DN1600 for Søvikelva og DN1400 for tilrenningsbekken til Sjøbøelva (Basal, u.å.).

6.15 Fravik

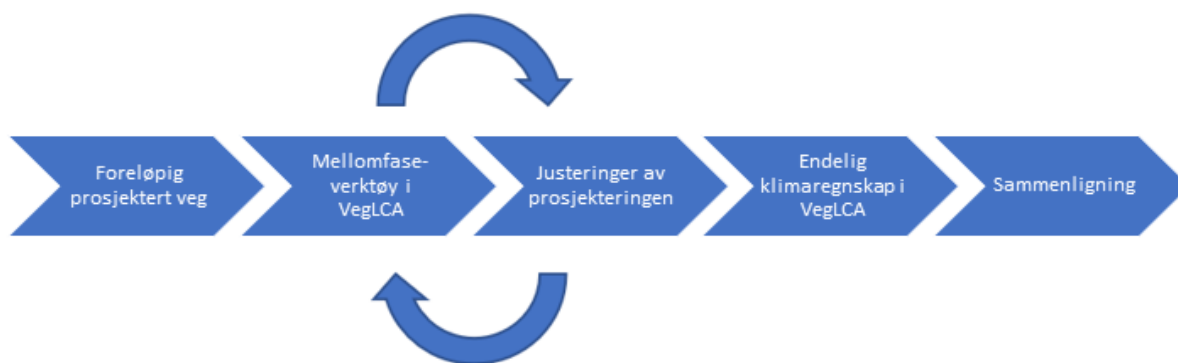
Det skiller i håndbøkene mellom skal, bør og kan krav. Skal og bør er krav som skal opprettholdes, og behøver godkjenning dersom det ikke er mulig. Kan krav er en anbefaling som det er ønskelig at skal tilstrebes, men kan fravikes uten søknad etter en faglig vurdering. Fravik til «skal» krav skal søkes til vegdirektoratet, og «bør» krav skal søkes til Regionvegkontoret. Ved fravikssøknad til «bør» krav skal også vegdirektoratet ha melding og mulighet for å endre fraviksvedtaket (*Håndbok N100 Veg- og gateutforming*, 2019). Oversikt over fravik i prosjektet er vist i vedlegg 10.

7. Klimagassutslipp

Klimagassutslipp fra vegprosjekter har de siste årene fått økt fokus, og flere offentlige byggherrer har satt seg konkrete mål om utslippskutt. Blant annet har Statens Vegvesen satt seg mål om å redusere utslippene fra anlegg og drift med 50% innen 2030, mens Nye Veier har mål om minst 40% kutt i anleggsfasen og 75% i driftsfasen (*Klimagassreduksjoner i anlegg og drift*, 2020; Nye Veier, u.å., s. 2). For dette prosjektet vil Vestland fylkeskommune være byggherre, og selv om de ikke har satt seg et konkret mål om utslippskutt, har de et mål om å «redusera klimagassutsleppa i omstillinga mot eit lågutsleppssamfunn» (Vestland Fylkeskommune, u.å.). Med bakgrunn i dette vil vi derfor utarbeide et klimaregnskap for prosjektet, og se på muligheter for å redusere utslippene.

7.1 Metode

For å beregne klimagassutslippene ble det tatt utgangspunkt i Statens Vegvesen sitt beregningsverktøy «VegLCA». Dette er en Excel-basert programvare som blir brukt i vegprosjektering for å beregne klimagassutslipp. Verktøyet tar utgangspunkt i mengdeverdier og standardiserte utslippsfaktorer for de ulike temaene. I dette prosjektet gjennomførte vi et foreløpig klimaregnskap mot slutten av prosjekteringen for å få et anslag på mengden utslipp fra vegen slik som prosjektert. Med bakgrunn i denne rapporten ble det gjort ulike justeringer i prosjektet for å redusere klimapåvirkningen. Disse endringene kulminerte i et endelig klimaregnskap for prosjektet, og vi sammenlignet dette opp mot det første anslaget for å vurdere hvilken effekt tiltakene våre vil ha.



Figur 35: Arbeidsmetodikk for klimaberegninger

Førstegangs klimaregnskapet for prosjektet i VegLCA ble i tillegg vurdert opp mot lignende regnskap fra LCA-verktøyet til Nye Veier «NV-GHG» og det svenske trafikkverkets «Klimatkalkyl». Dette ble gjort for å vurdere validiteten til beregningene våre, samt for å vurdere om det finnes verktøy som er mer egnet å bruke i en tidlig fase av et prosjekt. Eventuelle funn og forskjeller mellom verktøyene ble så diskutert, og vi vurderte hvilket verktøy vi mener er best egnet til tidlig bruk i lignende prosjekt.

7.2 LCA verktøy og VegLCA

På bakgrunn av målet om utslippskutt utviklet Asplan Viak, i samarbeid med Statens Vegvesen, i 2014-15 et LCA (life cycle analysis) verktøy for å gjennomføre livsløpsvurderinger av vegprosjekter. Vegvesenet hadde på dette tidspunktet et ønske om å videreutvikle det eksisterende LCA verktøyet for broer til et verktøy som kunne brukes for alle aspekter i vegbygging (Hammervold, 2020). LCA verktøyet brukes for å beregne klimagassutslipp i vegprosjekter, og tar for seg materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold.

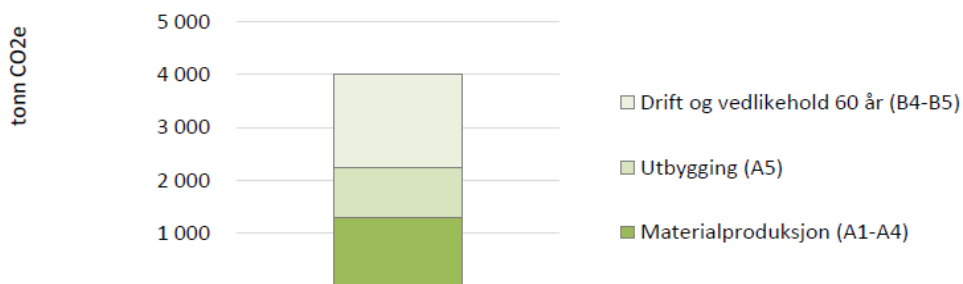
VegLCA verktøyet består av et mellomfaseverktøy og et senfaseverktøy. Mellomfaseverktøyet brukes for å gjøre klimavurderinger underveis i planleggingen av prosjektet. Dette er gjerne før en har utarbeidet detaljerte masserapporter. Senfaseverktøyet brukes derimot helt i slutten av en detaljprosjektering, eller etter anleggsarbeidet. Senfaseverktøyet krever verdier med et høyt detaljeringsnivå for å gi en korrekt klimaberegning. Dette krever at alle, eller de fleste, aspekter ved et prosjekt er fastsatt. På grunn av usikkerhet knyttet til flere av aspektene i prosjektet, vil trolig bruk av mellomfaseverktøyet også i den endelige klimaberegningen gi et mer korrekt anslag for det totale klimagassutslippet fra prosjektet.

7.3 Førstegangsberregning

Fra førstegangsberregningen i VegLCA fikk vi at prosjektet vil ha en klimabelastning på 4007 tonn CO₂-ekvivalenter over en 60 års periode. Disse utslippene fordeler seg på tre faser: A1 til A4 som er materialproduksjon, A5 som er utbygging, og B4 til B5 som er drift og vedlikehold. Av disse kommer ca. 32 % av utslippene fra Materialproduksjon, 24% fra utbygging og 44% fra drift og vedlikehold. Dette er vist i figur 36 under.

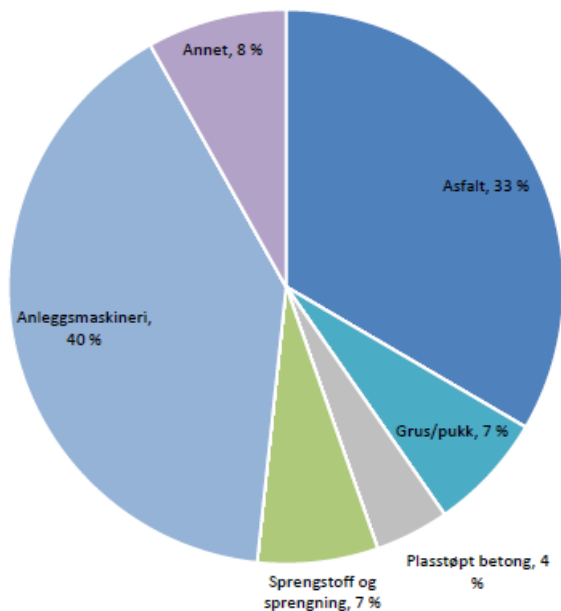
Livsløpsfase	tonn CO ₂ e
Materialproduksjon (A1-A4)	1 291
Utbygging (A5)	953
Drift og vedlikehold 60 år (B4-B5)	1 763
Totalt for hele levetiden	4 007

Inkludert direkte utslipp på byggeplass, ikke inkludert arealbruksendringer



Figur 36: Klimagassutslipp fra materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold fra førstegangsberregning

Videre er fordeling av utslipp fra fase A1 til A5 vist i figur 36. De største postene her er anleggsmaskiner (40%), asfalt (33%), sprengstoff og sprengning (7%), grus/pukk (7%), og plasstøpt betong (4%). I det videre arbeidet med å redusere klimagassutslipp vil disse postene derfor være fokusområder for utslippskutt. Hele førstegangsberegningen er vist i vedlegg 11.



Figur 37: Fordelingsdiagram av utslipp fra materialproduksjon og utbygging i førstegangsberegningen

I beregningene av en foreløpig klimabelastning er det gjort en del forenklinger og antagelser som kan påvirke det endelige resultatet. For utslippene knytt til kulverten (betong og armering) er det tatt utgangspunkt i Statens Vegvesen sin veileder V425 og en forhåndsgodkjent tegning av en prefabrikkert kulvert. Her har vi nyttet målene fra en kulvert med bredde/høyde målene 4,0*4,3 m, og dimensjonering for 1,5 meter overfyllingshøyde (*Håndbok V425 Prefabrikkerte kulverter*, 2020). Den gir oss et tverrsnitt på ca. 8 m³ betong per meter kulvert. For et anslag på armering tar vi utgangspunkt i Statens Vegvesen sin rapport «Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp i vegprosjekt», og forholdstallet mellom armering og betong i vedlegg 1 i rapporten. Den gir oss et forhold på 183 kg armeringsjern per m³ betong (Hammervold, 2009). For en 35 meter lang kulvert vil dette bli 51,24 tonn armeringsjern. En nøyaktig dimensjonering av kulverten kan gi andre resultat og det er derfor knytt en del usikkerhet til denne delen av klimaberegningen.

7.4 Utslippsreducerende tiltak

Statens Vegvesen Region Øst tok i 2020 initiativ til en felles «klimaworkshop» med formål å finne de beste klimakuttene ved bygging av ny veg. Deltakerne bestod av personer fra flere deler av arbeidskjeden, inklusivt prosjekterende, byggeledere, kontraktsrådgivere og prosjektledere. I etterkant av workshopen vurderte rådgivningsselskapet NIRAS de ulike tiltakene, og prioriterte de mest lovende tiltakene (Angell et al., 2020). Vi har med bakgrunn i denne rapporten valgt å se på noen av de foreslåtte tiltakene.

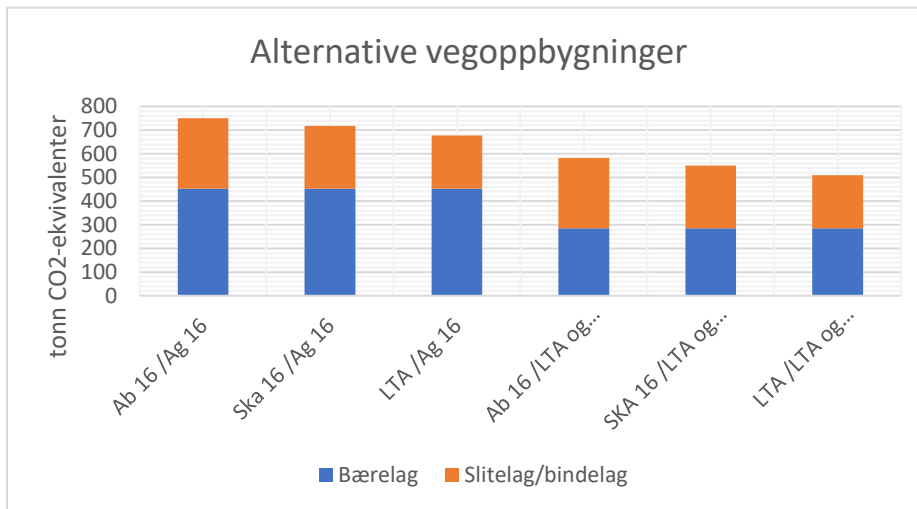
7.4.1 Vegoppbygging

Etter den første beregningen av klimagassutslipp i VegLCA utgjorde asfalt ca. 33% av utslippene fra vegen. Istedenfor asfaltbetong (Ab) kan en velge å bruke skjelettasfalt (Ska) som slite og bindelag. Skjellettasfalt har en 14% lavere utslippskoeffisient, noe som kan redusere utslippene med 33 tonn CO₂-ekvivalenter. Ved bruk av Ska₁₆ istedenfor Ab₁₆ øker også den forventede dekkelevetiden på slitelaget fra 11år til 14,3år. Viss man tilsetter PMB (polymermodifisert bitumen) kan man videre utvide dekkelevetiden med ytterligere 3 år (Myre, 2013). Den økte levetiden er gunstig i både et klimaperspektiv og i et drift- og vedlikeholds perspektiv, da lengre levetid gir et mindre behov for reasfaltering. Beregninger gjort av Multiconsult, på oppdrag fra Nye Veier, viser at dette kan gi en reduksjon i klimagassutslipp over en periode på 60 år på omtrent 20% (Zero & Nye Veier, 2020).

En kan også oppnå ytterligere reduksjon ved å velge lavtemperaturasfalt (LTA). Lavtemperaturasfalt er ikke en egen massetype, men en asfalt som er produsert ved lavere temperatur ved hjelp av en dokumentert teknikk (Aakre, 2018). Beregninger i VegLCA gir en 27% reduksjon i CO₂-ekvivalenter ved bruk av LTA. Undersøkelser fra Veiteknisk institutt viser at kvaliteten og dekkelevetiden er den samme for LTA som for varmprodusert asfalt. Samtidig er det gunstig for arbeidsmiljøet for de som legger asfalten, da en oppnår opp til 50 % reduksjon i utslipp av asfaltrøyk under utlegging (*Lavtemperatur asfalt*, 2020).

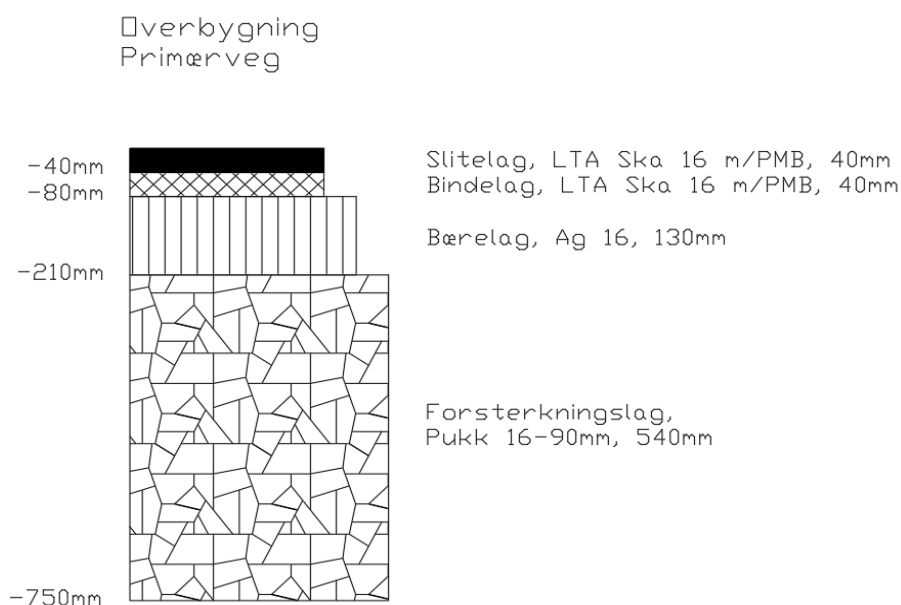
Selv om en reduserer utslippene fra slitelaget ved bruk LTA asfalt, vil det totale utslippet fra asfaltproduksjon fortsatt bare reduseres med omtrent 6,5%. Dette kommer av at utslippene fra bærelaget står for omtrent 74% av utslippene fra asfaltproduksjonen. N200 sier at en istedenfor 13cm Ag kan bruke 7cm Ag over 9cm Ap som bærelag. Utslippene fra asfaltert puk (Ap) er lavere enn asfaltert grus (Ag), men siden den totale overbygningen øker, vil utslippene ved dette alternativet være høyere enn for 13cm Ag. Vi velger derfor å beholde overbygningen med 13cm Ag. Det er likevel mulig å redusere utslippene fra bærelaget ved å bruke lavtemperaturasfalt også her. Dette har blant annet blitt gjort ved E4 Enåger-Hundiksvall i Sverige (Olsen et al., 2012). Vi har ikke funnet prosjekter der dette har blitt gjort i Norge, men Nye Veier har beregnet en mulig reduksjon på

37% fra bransjestandarden ved bruk av lavtemperatur- og gjenbruksasfalt for Ag16 (Zero & Nye Veier, 2020). Utslippene fra de forskjellige alternative oppbyggingene er vist i figur 38.



Figur 38: Utslipp fra alternative vegoppbygninger

Både skjelettasfalt og asfalt produsert ved LTA-teknikker er noe dyrere enn asfaltbetong. Arne Aakre i Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg anslo i 2018 at merkostnadene ved produksjon av LTA var på «et par kroner tonnet» (Skoglund, 2018). Med tanke på både klimaeffekten og det bedra arbeidsmiljøet bruken av LTA utgjør, vil vi anbefale at det brukes LTA på strekningen, og da fortrinnsvis Ska 16 med PMB for lengst mulig dekkelevetid. Vi vil også anbefale at byggherren undersøker om det finnes produsenter i nærområdet som kan produsere Ag 16 til bærelaget med LTA-teknikker. Vi har ikke lagt dette inn i det endelige klimaregnskapet, men et overslag på 37% reduksjon ville kuttet utslippene fra bærelaget med 167,6 tonn CO2-ekvivalenter. Den endelige overbygningen til vegen er vist under i figur 39.



Figur 39: Anbefalt overbygning basert på klimagassutslipp. Produsert i AutoCAD

7.4.2 Veglys

For å redusere kostnader og strømbruk kan det anlegges LED belysning med ett trinns dimming (statisk dimming). LED armaturer leveres vanligvis med mulighet for ett trinns dimming, og det vil derfor ikke medføre store ekstrakostnader å legge til rette for dimming på strekningen. Dersom belysningen dimmes, kan lyset ifølge Håndbok V124 reduseres til 50% i tidsrommet mellom 23:00-05:30 på vinterstid, og 00:00-06:30 på sommerstid (*Håndbok V124 Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning*, 2014). Trinnvis dimming med 50% lysreduksjon vil i gjennomsnitt føre til omtrent 20% strømbesparelse (Tommelstad, 2009). Dette tilsvarer en reduksjon på omtrent 76 tonn CO2 ekvivalenter.

Ved bruk av dynamisk dimming er energibesparelspotensialet større enn for statisk dimming. Ved dynamisk dimming skrur lysene på ved hjelp av radarteologi til full lysstyrke ved bevegelse på vegen, og dimmes til 20% i tidsrommene uten trafikk. Det er i slike tilfeller også mulig for enda større besparelser ved å redusere den maksimale lysstyrken til 70 eller 80%. Lysmaster med denne funksjonen koster en del mer enn standard statisk dimming, men kan oppnå en strømbesparelse på mellom 25-35% (Tommelstad, 2009).

Ved dimming er det også viktig å se på lysforurensing i nærområdet. Brå lysforandring vil virke sjenerende for beboere langs vegen. Siden det i dette tilfellet er boliger i nærheten av vegen, samt flere potensielle utbyggingsområder langs vegtraseen, bør dimmingen skje over lengre tid for å minske lysforurensingen (B. Kråkevik et al., u.å., s. 36). Med bakgrunn i dette og den økte kostnaden med dynamisk dimming blir det anbefalt å benytte statisk dimming til 50%.

7.4.3 Anleggsmaskiner

I den første klimaberegningen stod anleggsmaskiner for 40% av utslippene fra materialproduksjon og utbygging. For å oppnå en lavere klimabelastning fra prosjektet vil det derfor være viktig å redusere utslippene fra anleggsmaskinene. Vi anser at de tre beste tiltakene for å gjennomføre dette er:

- Optimalisering av anleggsplassen
- Bruk av fossilfritt drivstoff
- Bruk av nullutslippsmaskiner

Optimalisering:

Optimalisering av anleggsplassen er et tiltak som kan gjennomføres med dagens maskinteknologi, og er noe som ikke krever store investeringer fra entreprenørens side. Det fordrer likevel god planlegging og en bevist prosjektering med mål om minst mulig massetransport med korte transportavstander. F.eks. vil det å unngå mellomlagring av masser være et effektivt virkemiddel, da dette fører til færre løfteoperasjoner og mindre massetransport.

Klimagevinsten i optimalisering ligger i et redusert drivstofforbruk og vil derfor være gunstig uavhengig av hvilke drivstoff maskinene nytter. Optimalisering av anleggsplassen er noe som entreprenører, ofte uavhengig av en eventuell klimagevinst, vil etterstrebe, da redusert drivstofforbruk og maskinbruk er gunstig for bedriftens bunnlinje. Erfaring fra maskinprodusenter tilsier at optimalisering av anleggsplassen gir en utslippsreduksjon på ca. 10% (Statens vegvesen et al., 2018, s.33).

Fossilfritt drivstoff:

Bruken av fossilfritt drivstoff i Norge i dag er økende, og i 2019 økte salget av flytende biodrivstoff med 20% fra 2018 (*Miljødirektoratet, 2020*). Med fossilfritt drivstoff mener vi i denne oppgaven biodrivstoff og syntetisk drivstoff som er produsert basert på ikke-fossilt CO₂. Biodrivstoff deles videre ofte inn i «førstegenerasjons» og «avansert» biodrivstoff.

Førstegenerasjons biodrivstoff er ofte laget av matplanter, der produkter fra raps og palmeolje er de mest vanlige. Bruken av palmeolje i biodrivstoff blir sett på som problematisk, og ved uheldig bruk av råstoffer og produksjonsmetoder kan klimagassutslippene i et livsløpsperspektiv faktisk være høyere for biodrivstoff enn for fossilt drivstoff (Statens vegvesen et al., 2018, s.35). EU har derfor definert palmeolje som et råstoff med stor risiko for negative konsekvenser som følge av indirekte arealbruksendringer, uavhengig om bruken tilfredsstillende bærekravskriteriene som er gitt i omsetningskravet til biodrivstoff (*Miljødirektoratet, 2020*).

Mye av problematikken knyttet til arealbruksendring og bærekraft unngår en ved å bruke HVO (hydrogenisert vegetabilsk olje) eller avansert biodrivstoff som nytter avfall fra industri, landbruk og skogbruk til produksjonen. HVO har også den fordel av at de fleste anleggsmaskiner kan per i dag kjøres på HVO, såfremt de oppfyller EN 15940 standarden (Statens vegvesen et al., 2018, s.36). Nøyaktig hvor stor klimagassreduksjonen bruk av avansert biodrivstoff er, kan variere avhengig av produsent, men etter krav fra bærekraftskriteriene skal biodrivstoff føre til minimum 50% reduksjon i det totale klimagassutslippet gjennom livsløpet, sammenlignet med bensin og diesel (Fuglseth & Strand-Hanssen, 2019, s.26). Denne reduksjonen kan også være høyere, og Circle K hevder at sitt HVO100 drivstoff kan ha inntil 90% reduksjon sammenlignet med fossil diesel (Circle K, u.å.). Miljødirektoratet beregner derimot at biodrivstoff omsatt i Norge har i snitt 65% lavere livsløpsutslipp en fossil bensin og diesel (Fuglseth & Strand-Hanssen, 2019, s.28).

For beregningsfaktoren til HVO har vi valgt å bruke en prosjektspesifikk verdi på 1,46kg CO₂-ekvivalenter per liter drivstoff, fremfor den angitte standardverdien i VegLCA på 0 kg CO₂-ekvivalenter per liter drivstoff. Dette tilsvarer en 65% reduksjon fra utslippsfaktoren til vanlig anleggsdiesel som ligger inne i VegLCA. Forskjellen mellom vår beregnede verdi, og den gitte standardverdien i VegLCA, stammer fra hvilken metode en nytter for å beregne utslippene.

VegLCA har brukt verdier fra en Tank-to-Wheel-analyse (TTW) som bare tar for seg utslipp fra selve forbrenningen av drivstoffet. For fornybare drivstoff forutsetter en dermed at all CO₂ som frigjøres ved forbrenning er tatt fra atmosfæren, og dermed er en netto-null faktor (Weber & Amundsen, 2016, 22). Dette blir, etter vår mening, feil å gjøre i en LCA-analyse som skal ta for seg hele livsløpet til et prosjekt og dens materialer. Derfor bruker vi heller verdier fra en komplett Well-to-Wheel-analyse (WTW), som også tar for seg utslipp fra produksjon av råvarer, raffinering av drivstoffet og transport til salgssted.

Nullutslippsmaskiner:

Viss en ønsker ytterligere reduksjon i klimagassutslipp fra maskiner på anleggsplassen vil man være nødt til å gå over til nullutslippsløsninger. I dette tilfellet vil det være maskiner som går på strøm, enten fra batteri, brenselceller eller kabelelektrisk. De forskjellige alternativene har ulike fordeler og ulemper, noe som er vist i tabell 24.

	<i>Fordel</i>	<i>Ulempe</i>
<i>Batteri</i>	<ul style="list-style-type: none"> • God mobilitet • Lave driftskostnader 	<ul style="list-style-type: none"> • Lav driftstid pga. behov for lading. • Dårlig tilgang på større maskiner i markedet i dag.
<i>Kabelelektrisk</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Velegna til stasjonære oppgaver • Vanlig å bruke i tunneldriving og gruver • Lave driftskostnader 	<ul style="list-style-type: none"> • Lav mobilitet pga. kabel. • Avhengig av infrastruktur for å koble seg til strømmettet • Varierende tilgang på maskiner i markedet i dag.
<i>Brenselcelle (hydrogen)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • God mobilitet • God driftstid pga. kort fyllingstid 	<ul style="list-style-type: none"> • Utfordringer med tilgang på hydrogen i deler av landet • Strengt krav til lagring av hydrogen pga. sprengingsfare • Like høye eller høyere driftskostnader enn diesel • Lav tilgang på maskiner • Hydrogen er i dag oftest produsert fra naturgass og er dermed ikke nullutslipp.






Tabell 24: Fordeler og ulemper med de ulike utslippsfrie alternativene

En av de største utfordringene med nullutslippsmaskiner i dag er tilgangen i markedet. Mange av de tilgjengelige maskinene i markedet er prototyper, og har en betydelig høyere kostnad enn konvensjonelle maskiner. Dette kan gjøre at entreprenører ser på nullutslippsmaskiner som en risikofylt investering, hvertfall så lenge byggherrer ikke konsekvent etterspør nullutslippsløsninger (Statens vegvesen et al., 2018, s.7).

Med bakgrunn i de nevnte driftsulempene for de forskjellige nullutslippsløsningene, og den antatt betydelige merkostnaden som nullutslippsmaskiner vil ha for prosjektet, vil vi ikke anbefale at det legges inn krav om nullutslippsmaskiner i anbudsgrunnlaget. Vi mener at krav om bruk av avansert biodrivstoff som HVO vil gi best klimaeffekt i et kost/nytte perspektiv for prosjektet. Hvor stor merkostnaden blir, vil være avhengig av hvor strenge krav en legger inn i anbudet.

Merkostnaden for entreprenøren vil være dyrere drivstoff, forutsatt at bedriften nytter maskiner som tilfredsstillende EN 15940. Dieselforbruket i et vegprosjekt kan variere, men Statens Vegvesen har beregnet at et gjennomsnittlig vegprosjekt bruker omtrent 5,2 m³ anleggsdiesel/million kroner i entreprenørkostnad (Statens vegvesen et al., 2018, s.61). Viss vi tar utgangspunkt i kostnadskalkylen fra konsekvensutredningen, samt listepriene fra Circle K den 14. April 2021 (se figur 40), vil en få en merkostnad på omtrent 2,4 millioner kroner viss alle maskiner skal gå på HVO. Ved å videre anta en 65% reduksjon i klimagassutslipp fra bruk av biodrivstoff, vil en kunne redusere utslippene med ca. 495 tonn CO2 ekvivalenter.

Diesel levert - Gjeldende listepri

Kvalitet	Produkt	Pris eks. mva.	Pris inkl. mva.	Valuta / måleenhet	Gjeldende fra
	Diesel	12,25	15,31	nok/l	2021-04-14
	Anleggsdiesel	9,45	11,81	nok/l	2021-04-14
	HVO100	18,55	23,19	nok/l	2021-04-14
	Anleggsbio HVO100	14,93	18,66	nok/l	2021-04-14
	Biodiesel B100	16,24	20,30	nok/l	2021-03-31

Figur 40: Listepriene for ulikt drivstoff. Hentet fra: (Circle K, 2021)

7.4.4 Kulvert

Betongutslippene i prosjektet er knyttet til bygging av kulverten og utgjør ca. 4% av utslippene. For å redusere utslippsmengdene fra betongen anbefales det å nytte lavkarbonbetong. Det finnes flere klasser med lavkarbonbetong med ulike utslippsmengder: klasse B, A, Pluss og ekstrem. Lavkarbon Pluss og ekstrem er vanskelig å få tak i og har litt endrede egenskaper kontra tradisjonell betong, blant annet er de litt dårligere i kaldt miljø. Lavkarbonbetongklasse A utgjør ca. 35% reduksjon i CO₂-ekv., og B utgjør 15% reduksjon (*Lavkarbonbetong*, u.å.). Lavkarbonbetong A fremstilles med bruk av spesielle resepttekniske tiltak som ikke har stor betydning for egenskapene til betongen og er vanlig brukt i flere prosjekter. Betong Øst anslår at lavkarbonbetongklasse A får et tillegg på 50kr pr m³ (Betong øst, 2019). Dette utgjør ca. 14 000 i merkostnader for prosjektet, og vil gi en reduksjon på omtrent 33,6 tonn CO₂-ekvivalenter. På grunn av den lave merkostnaden, og den store reduksjonen i utslipp, blir det anbefalt at det blir brukt lavkarbonbetong klasse A i kulverten.

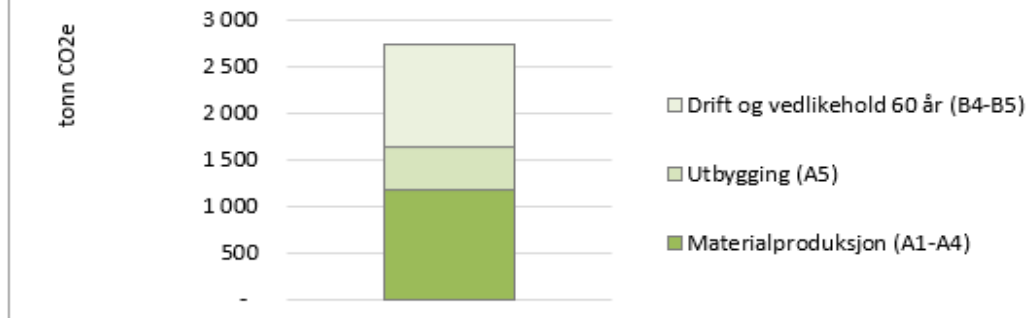
7.5 Endelig klimaregnskap

Ved å legge inn de foreslåtte tiltakene i VegLCA oppnår vi en reduksjon i klimagassutslipp på 1267 tonn CO₂-ekvivalenter. Den endelige klimaberegningen er vist i sin helhet i vedlegg 12. Det endelige utslippet var ikke medberegnet en eventuell effekt fra optimalisering av anleggsplassen.

Optimalisering kunne gitt en ytterligere teoretisk reduksjon i utslipp på omtrent 40,5 tonn CO₂-ekvivalenter. Dette utslippskuttet er noe som ligger i stor grad utenfor vår kontroll som prosjekterende, og kommer som et resultat av god planlegging og godt samarbeid mellom entreprenør og byggherre. Entreprenørens valg under utbyggingen vil være avgjørende for resultatet, og siden det ikke er kontrahert noen entreprenør på nåværende tidspunkt mener vi derfor at det ikke kan medregnes en eventuell effekt fra optimal anleggsdrift.

Livsløpsfase	tonn CO ₂ e
Materialproduksjon (A1-A4)	1 176
Utbygging (A5)	457
Drift og vedlikehold 60 år (B4-B5)	1 107
Totalt for hele levetiden	2 740

Inkludert direkte utslipp på byggeplass, ikke inkludert arealbruksendringer

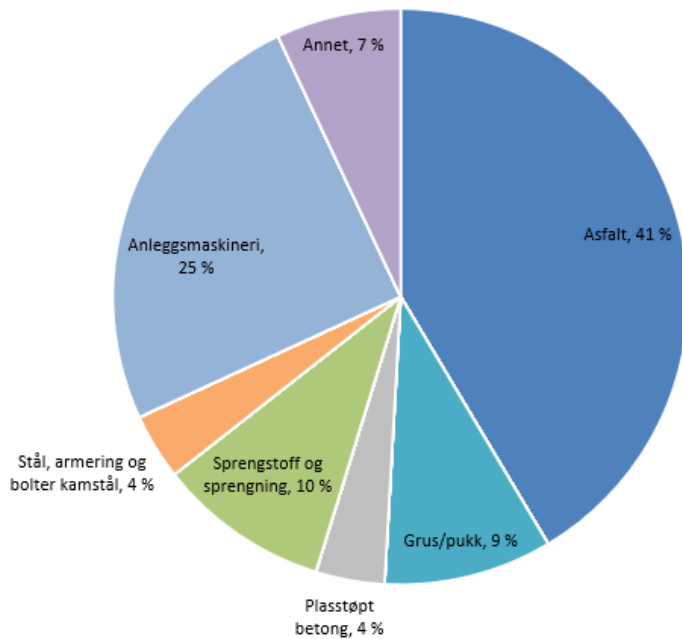


Figur 41: Klimautslipp fra materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold fra endelig regnskap med de overnevnte tiltakene

De samla kuttene fra hele livsløpsfasen tilsvarer omtrent en 32% reduksjon i klimagassutslipp fra førstegangsberegningen. Viss vi hadde tatt med de nevnte utslippskuttene fra lavtemperaturasfalt i bærelaget, samt satt utslippsfaktoren for HVO til den angitte standardverdien i VegLCA, ville vi fått et ytterligere utslippskutt på 651 tonn CO₂-ekvivalenter og totalt kuttet utslippene med 48%. Dette illustrerer blant annet hvor stor effekt bruken av andre utslippsfaktorer enn standardverdiene gir på klimaregnskapet. Det er derfor viktig at en er konsekvent i metodene en bruker for beregning av utslippsfaktorer og at en bruker godt dokumenterte verdier.

De foreslåtte tiltakene har hatt størst effekt i driftsfasen (B4-B5). I driftsfasen oppnår vi en 37% reduksjon av klimagassutslipp, mens i anleggsfasen (A1-A5) oppnår vi en reduksjon på 27%. Det er verdt å nevne at gruppen har hatt størst fokus på å finne utslippsreducerende faktorer i anleggsfasen, men at ved materialvalg har levetid og energiforbruk (f.eks for belysning) vert viktige faktorer. Siden VegLCA ikke gir oss muligheten til å justere dekkelevetid, har vi ikke fått beregnet

klimateffekten som bruk av PMB i slitelaget vil utgjøre. Det kan derfor antas at utslippene fra vedlikehold faktisk er noe lavere enn beregnet. Vi har heller ikke vurdert om det i fremtiden vil være mulig at flere av anleggsmaskinene som blir brukt i drift og vedlikehold kan gå på nullutslippsløsning uten betydelig merkostnad. I beregningen er det gjort en forutsetning at anleggsmaskiner vil benytte seg av avansert biodrivstoff med tilhørende utslippsfaktor.



Figur 42: Endelig fordelingsdiagram av utslipp fra materialproduksjon og utbygging

7.5.1 Utslipp fra Arealbruksendring

Utslipp fra arealbruksendring kommer i stor grad som følge av avskoging eller fjerning av karbonrike arealer som myr eller jordbruksarealer. CO₂ tas opp i planter og skog, og lagres ved hjelp av fotosyntesen. Dette er CO₂ som er lagret i plantene, men som blir sluppet fri ved forbrenning eller ved nedbrytning. Ved beslagleggelse av karbonrike arealer til vegbygging endrer man også opptaksmuligheten av karbon for det arealet. Dette er et indirekte utslipp som skal tas med i beregningen av utslippet, sammen med direkte utslipp fra forbrenning og nedbrytning av skog.

Det viser seg at beslagleggelse av skog, myr eller jordbruksarealer ved vegbygging ofte har like store eller større utslipp enn selve utbyggingen. Statens vegvesen har i samarbeid med Asplan Viak utarbeidet en rapport «metode for beregning av CO₂-utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging» (Hammervold, 2015). Dette er en rapport som ble utarbeidet for å videreføre den enkle metoden som ble laget ved revisjonen av håndbok V712 Konsekvensanalyser (Skjelvik et al., 2014). Asplan Viak tar i sin rapport hensyn til flere naturtyper og bruker oppdaterte tall, denne metoden ble først implementert i kost-nytte verktøyet EFFEKT, og etter hvert også i VegLCA (Hammervold, 2015).

Det er en del usikkerhet knyttet til utregning av klimautslipp fra arealbeslag. Årsaken er at det er vanskelig å vite hvor mye av arealet som faktisk blir bearbeidet i planprosessen. Vanligvis gjøres slike utslippsanalyser basert på et areal funnet ved hjelp av en GIS-analyse med buffersone langs vegtraseen. Dette vil i realiteten ikke være nøyaktig nok, men kan gi et godt overslag på arealet. I denne oppgaven er det ikke gjort en analyse for å finne ut hvor store arealbeslagene er for de forskjellige bonitetsklassene, og det er derfor forutsatt middels bonitet langs hele strekket. Som vist i figur 10 varierer boniteten langs traseen, men vi antar at å forutsette middels bonitet vil kunne gi et godt overslag.

7.6 Alternative verktøy for klimaregnskap

Det finnes som sagt flere åpent tilgjengelige LCA verktøy for beregning av klimagassutslipp. Flere land i Europa har et eller flere verktøy, og ettersom klimautslipp kommer mer og mer i fokus, vil utviklingen av nye og forbedring av gamle være en viktig del i veien mot utslippskutt. I denne oppgaven skal vi sammenligne to norske LCA verktøy: «VegLCA» og «NV-GHG», mot det svenske «Klimatkalkyl».

VegLCA er som nevnt utviklet for Statens Vegvesen, i 2020 utviklet Nye Veier i samarbeid med NIRAS Norge, et eget LCA verktøy for bruk i sine prosjekt. «Nye veier – greenhouse gas» (NV-GHG) er i hovedsak et tidligfaseverktøy brukt til å beregne antatt utslipp på det tidspunktet Nye Veier overtar et prosjekt. Verktøyet er også tenkt til bruk i mellomfase under planleggingen samt i etterkant av ferdig utbygd løsning (Nye Veier, 2021).

Det Svenske Trafikverket utarbeidet i 2013 et eget LCA verktøy kalt «Klimatkalkyl». Dette er et verktøy Trafikverket har utarbeidet til hjelp i å nå målet om 50% reduksjon i klimagassutslipp innen 2030, og et klimanøytralt Sverige innen 2045 (Susanna, 2020). Verktøyet har etter utgivelsen regelmessig blitt oppdatert og forbedret til dagens versjon 7.0. «Klimatkalkyl» inneholder et tidligfaseverktøy i tillegg til mellomfase og senfase slik som VegLCA.

VegLCA og NV-GHG er begge Excel baserte program med forhåndsinnlagte beregnings og utslippsfaktorer. Disse er derimot mulig å overstyre ved å legge inn prosjektspesifikke verdier. NV-GHG benytter i hovedsak lengder og bredder for å gjøre et overslag på klimautslippene, mens VegLCA benytter i større grad mengdeverdier for sine beregninger.

Klimatkalkyl startet som et Excel basert verktøy, men ble etter versjon 4 en åpen fil i nettleseren. Dette gjør at verktøyet er tilgjengelig uavhengig av hvilke programvarer og operativsystem en har på datamaskinen. Klimatkalkyl skiller seg en del fra VegLCA og NV-GHG ved at en legger inn bygningsdeler og en gitt lengde eller antall for beregning av utslipp. Dette gjør at en kan bruke

verktøyet tidlig i en planprosess for å få et anslag for utslippene. Minusene med dette er derimot at flere av verdiene er sterkt knyttet mot den svenske standarden, og det er få muligheter til å vike fra den. Blant annet er det bare mulig å velge vegbredde 6,5 eller 8m, noe som gjorde at vi måtte bruke vegbredde 8m i våre beregninger.

7.7 Sammenligning av resultat

I sammenligningen av resultatene har vi valgt å se på verktøyene i en tidlig-/mellomfase. Dette gjør vi for å unngå å skulle bruke mange prosjektspesifikke verdier, og heller se på hvilke standardverdier verktøyene bruker. Vi har valgt å benytte mengdegrunnlaget fra førstegangsberegningen til å sammenligne verktøyene. Utrekningene fra NV-GHG og Klimatkalkyl er vist i vedlegg 13 og 14.

7.7.1 Arealbruksendring

For arealbruksendring er det gjort overslag med de tre LCA verktøyene, samt sett de opp mot Miljødirektoratet sin mal for beregning av utslipp fra arealbruksendring. Miljødirektoratet sitt beregningsverktøy er i hovedsak tenkt til bruk i kommuneplaner, og brukes til å beregne effekten av tiltaket på direkte utslipp og indirekte utslipp (Miljødirektoratet, u.å.-a). Resultatet fra miljødirektoratet sin mal er ment å gi oss en pekepinn på hvilket av LCA-verktøyene som gir et mest mulig presist anslag på utslipp fra arealbruksendring.

Det viser seg at utregning av utslippene fra arealbruksendring er svært forskjellig i de ulike beregningsverktøyene. Det er forsøkt å bruke så like mengdeverdier som mulig for å vise forskjell i beregningsmetodene. Klimatkalkyl krever at avskoging oppgis med m^3 istedenfor m^2 og gir i veilederen en beregningsmetode for å regne om. Områdets størrelse i hektar ganges med $175 m^3/ha$ som gir $6*175=1050 m^3$. Det er satt skogdekke med middels bonitet for hele området i beregningen, da dette er standard i noen av verktøyene og ikke mulig å justere i tidlig/mellomfase.

I mellomfaseverktøyet til VegLCA legger man inn arealmengde med skog. Den beregner så et klimautslipp basert på beregningsmåten forklart i dokumentasjonsvedlegget til verktøyet (Hammervold, 2020, s. 18). I mellomfaseverktøyet tas det bare hensyn til vegetasjonsrydding som gir et resulterende utslipp på omtrent 1200 tonn CO₂ ekvivalenter. Det vil i realiteten også være nødvendig med fjerning av vegetasjonsdekket, som i dette prosjektet er antatt til å være gjennomsnittlig 0,3m dypt. Dette kan legges inn i senfaseverktøyet og resultatet blir da 2100 tonn CO₂ ekvivalenter.

Nye Veier beregner utslippet basert på Asplan Viak sin rapport for utregning av CO₂ utslipp knyttet til arealbeslag (Hammervold, 2015, s. 13). I denne rapporten dokumenteres det godt for utslippsfaktorene som brukes, og det forklares hvilke usikkerheter som er knyttet til verdien. NV-GHG

tar utgangspunkt i CO₂ utslipp fra jordfjerning samt selve biomassen. Det regnes også med i utregningene at alt lagret karbon blir frigjort i løpet av startåret. Dette medfører litt usikkerhet i utslippsfaktoren for biomasser, da det er vanlig at ikke alt materialet blir forbrent og omgjort til energi, men også brukt til bl.a. byggemasser. Det er også en del usikkerhet knyttet til utslippsfaktoren for jord, da det finnes få studier og dokumentasjon på karbonopptaket til jord. Basert på usikkerheten knyttet til utslippsfaktorene vil det kunne gi et mer nøyaktig svar å bruke en reduksjon i faktoren på 20-25% (Hammervold, 2015, s. 26). NV-GHG bruker likevel den angitte verdien uten reduksjon, da dette gjør at beregnet utslipp blir «på den sikre siden» og derfor også høyere enn de andre beregningsverktøyene med et utslipp på omtrent 4100 tonn. Med en reduksjon på 25% blir utslippet omtrent 3100 tonn.

Dokumentasjonsvedlegget til VegLCA er også basert på rapporten til Asplan Viak slik som NV-GHG. Utslippskoeffisientene i rapporten er for biomasse 20,3 kg*CO₂/m² og 48,4 kg*CO₂/m² for jord (Hammervold, 2015). Siden begge verktøyene er basert på samme rapport skulle, i teorien, utslippseffekten vært lik for de to. Grunnen til at de er ulike er fordi Statens Vegvesen har, i senfaseverktøyet, brukt tilnærmet lik utslippskoeffisient for jord som Nye Veier, men bruker den for m³ og ikke m² slik som rapporten tilsier. Med bakgrunn i dette blir derfor de lave utslippsverdiene fra VegLCA vurdert til mindre gyldig enn NV-GHG.

Klimatalkyl har lite åpen dokumentasjon på sin beregningsmåte for utslipp fra arealbruksendring, men de oppgir en utslippsfaktor på 843 kg*CO₂/fub (fub er m³ skog uten bark). Mellomregningene er ikke tilgjengelig, og det er derfor vanskelig å verifisere hvor resultatet her kommer fra. Resultatet blir likevel ca. 750 tonn CO₂ ekvivalenter, noe som er betydelig lavere enn de norske modellene. Det blir antatt at dette resultatet kun kommer fra biomassen og at verdien i realiteten skulle vært høyere ved rydding av jorden også. Likevel er resultatet lavt i forhold til de andre modellene.

Miljødirektoratet tar utgangspunkt i en høy utslippsverdi for det første året, men antar at ikke alt utslippet blir gjort da. De regner også med at utslipp knyttet til bearbeiding av jorden bruker 20 år på å stabilisere seg. Beregningen gjøres derfor over 20 år med en lavere utslippskoeffisient de 19 påfølgende årene. Det beregnes også klimagassutslipp ved et nullalternativ som legges til den endelige beregningen slik som forklart i kap. «7.5.1 Utslipp fra Arealbruksendring». Dette gir en klimaeffekt på 2300 tonn CO₂ ekvivalenter. Miljødirektoratet legger også ved antatt utslipp ved de etterfølgende årene (Miljødirektoratet, 2020). Siden man under planleggingen av veger vanligvis legger til rette for en tidshorisont på 60 år, antas det at verdiene fra de andre verktøyene er basert på en slik tidshorisont. Ved å legge til indirekte utslipp fra at området ikke kan ta opp CO₂, og antatt

utslipp fra området 40 år etter overgangsfasen, får man et resultat på omtrent 2700 CO2 ekvivalenter over 60år.

LCA verktøy	Utslipp fra arealbruksendring i tonn CO2 ekv.			
VegLCA	1200	fra mellomfase	2100	fra senfase
NV-GHG	4100		3100	med 25% reduksjon
Klimatkalkyl	750			
Miljødirektoratet	2300	20 års tidshorisont	2700	med 60 års tidshorisont

Tabell 25: Beregningsresultat fra arealbruksendring i de ulike verktøyene

7.7.2 Materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold

Det er som nevnt forsøkt å legge inn så mange og like mengdeverdier som mulig i de ulike programmene for å få mest mulig likt grunnlag for utregningene. Samtidig er det ikke gjort endringer i utslippsfaktorene som ligger inne i programmene. Dette er gjort for å vise forskjellene innad mellom verktøyene.

VegLCA bruker mange oppgitte mengdeverdier på å gjøre sine beregninger, mens NV-GHG bruker en litt variert tilnæringsmetode hvor enkelte ting kan oppgis med mengder mens andre ting er standard og regnes ut fra veglengde. Klimatkalkyl bruker i all hovedsak lengdeverdier på sine utregninger. Det er som nevnt flere verdier i Klimatkalkyl som er sterkt knyttet mot svenske standarder, og det er derfor vanskelig å få inputene like som de som er innlagt i de norske modellene. Det Svenske Trafikverket bruker en litt annerledes tilnæringsmetode i utregningene, da utslippsverdiene er oppgitt i programmet mens mellomregningene ikke blir vist. Det er derfor vanskelig å sammenligne mellomregningsverdier i Klimatkalkyl mot VegLCA og NV-GHG, men det er mulig å sammenligne sluttresultatet.

VegLCA og NV-GHG kommer ut med relativt like utslippsverdier fra vegen totalt mens Klimatkalkyl beregner omtrent 1750 tonn lavere utslipp. Det er litt forskjell i drift og vedlikeholdsfasen mellom NV-GHG, VegLCA og Klimatkalkyl, men hovedforskjellen mellom Klimatkalkyl og de norske ligger i utbygging. Det er ikke så stor forskjell mellom totalverdien på drift og vedlikehold for de ulike programmene, men det er likevel stor forskjell innad i drift og vedlikeholds postene.

Asfalt:

Utslippene fra asfalt utgjør den største forskjellen mellom programmene. NV-GHG regner med et totalt utslipp fra asfalt på 851 tonn, mens VegLCA beregner det til 1742 tonn. Disse utslippene fordeler seg både på utbygging, drift og vedlikehold. Noe av forskjellen stammer fra at de forskjellige programmene tar utgangspunkt i ulike asfalttyper. I VegLCA er binde og slitelaget lagt inn som Ab, mens det i NV-GHG er brukt Ska som standardvalg. Begge bruker Ag i bærelaget, men har satt utslippsfaktoren til forskjellige verdier. VegLCA oppgir utslippsfaktoren fra Ag til 0,0584 kg*CO2/kg,

mens NV-GHG bruker 0,0488 kg*CO₂/kg. I sine dokumentasjonsfaner oppgir VegLCA at de har fått verdien fra konsultentselskapet NIRAS, mens NV-GHG, som er utviklet av NIRAS, viser til miljødeklarasjonen NEPD-1391-456-NO (A1-A3), som er et bransjegjennomsnitt utarbeidet av entreprenørforeningen Bygg og Anlegg. Det er dermed noe uklart hvorfor VegLCA benytter en høyere verdi enn NV-GHG. Klimatkalkyl oppgir ikke hvilken type asfalt som er standard for beregningene, men benytter gjennomgående utslippsfaktor på 0,049 kg*CO₂/kg for alle bitumenlag. Det samla utslippet fra asfalt gjennom livsløpet til vegen er ikke tilgjengelig i programmet, men fra utbygging stammer 598 tonn CO₂-ekvivalenter fra asfalt.

NV-GHG antar at det er nødvendig med reasfaltering hvert syvende år, mens VegLCA beregner dette basert på ÅDT, og får i dette tilfellet reasfaltering hvert tiende år. NV-GHG antar også at ved reasfaltering er det nødvendig med 60% utskifting, mens VegLCA tar utgangspunkt i 65% utskifting. Klimatkalkyl oppgir ikke noen verdi på hvor ofte det reasfalteres, men oppgir likevel et utslipp fra drift og vedlikehold av vegen på 7 tonn i året. Utslippet fra asfalt i drift og vedlikeholdsfasen er dermed omtrent dobbelt så høyt fra VegLCA som i NV-GHG og Klimatkalkyl, med henholdsvis 992, 439, og 420 tonn CO₂-ekvivalenter.

Elektrisitet:

En annen post som har store forskjeller i drift og vedlikeholdsfasen er elektrisitet. NV-GHG bruker nesten dobbelt så mye elektrisitet som VegLCA på drift av belysning, og de ender på et utslipp på henholdsvis 742 og 381 tonn CO₂-ekvivalenter fra belysning. Dette kommer av at det i NV-GHG benyttes «standard armatur» med forbruk på 1600 kWh, mens LED armatur med forbruk på 900 kWh er standard i VegLCA. Klimatkalkyl beregner utslipp fra drift og vedlikehold av stolpene samlet og antar 1 tonn CO₂ ekvivalenter hvert år, som gir 60 tonn over 60år. Det er ikke oppgitt hvilke utslippsfaktorer som er knyttet til strøm i verktøyet eller akkurat hvor dette utslippet kommer fra. Det er likevel oppgitt at lysarmaturene har et årsforbruk på 1350 kWh. På bakgrunn av dette kan vi se at strømforbruket fra Klimatkalkyl er høyere enn for VegLCA, samtidig som CO₂ utslippet er betydelig lavere. Vi anser det derfor som rimelig å anta at utslippsfaktoren for strøm benyttet i Klimatkalkyl er mye lavere enn i VegLCA. Trafikverket oppgir at de kjøper strøm med fornybar garanti, og vi antar derfor at utslippsfaktoren fra strøm blir satt til tilnærmet lik null i beregningene (Trafikverket, u.å.).

Rekkverk:

NV-GHG regner med at det brukes rekkverk over hele strekningen. Vanligvis ligger dette inne med 4 rekkverk langs strekningen. I dette prosjektet vil det ikke være vegrekkverk på mer enn en side av vegbanen, og vi endrer derfor denne verdien til 1. I Nye Veier sin beregning brukes det utslippsverdier for H1 rekkverk og en vekt på 16,5 kg stål pr. meter. Dette gir et utslipp i byggefasen

på 118 tonn, og med utskiftning hvert 30 år gir det totalt 236 tonn utslipp i vedlikeholdsfasen. VegLCA forklarer ikke hvilke rekkverk som blir brukt i beregningen, men viser i dokumentasjonsvedlegget til verdi på 20 kg stål pr meter. VegLCA gjør så utregningen basert på spesifisert mengde rekkverk i prosjektet, ikke den totale veglengden slik som NV-GHG. VegLCA beregner at rekkverk vil ha 21 tonn utslipp i byggefasen og 42 tonn i driftsfasen med utskiftning hvert 30 år. Klimatkalkyl beregner utslippet fra utbygging av et standard rekkverk med oppgitt lengde til 26 tonn. Utslippene fra vedlikehold av rekkverk er dessverre ikke medregnet i Klimatkalkyl, og vi mangler dermed sammenligningsgrunnlag for dette.

LCA verktøy	Utslipp i tonn CO2 ekv.		
	Utbygging	Drift og vedlikehold	Total
VegLCA	2244	1763	4007
NV-GHG	1489	2067	3556
Klimatkalkyl	823	1440	2263

Tabell 26: Utslipp fra materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold

7.7.3 Erfaringer fra bruk av programmene

VegLCA er som nevnt tenkt til bruk i mellomfase og senfase. Vi har i arbeidet med oppgaven hovedsakelig jobbet med mellomfaseverktøyet, og har gode erfaringer knyttet til brukervennlighet og åpenhet rundt metodene for utregning. Det at programmet i hovedsak benytter mengdedata til sine beregninger gjorde at vi var avhengig av å ha kommet ganske langt i prosjekteringen før vi kunne benytte oss av verktøyet. Vi ville derfor ansett det som en fordel om det også hadde vært et tidligfaseverktøy integrert i programmet.

NV-GHG har et ganske likt oppsett som VegLCA, men har ikke delt opp programmet i de forskjellige fasene. Dette gjør at en kan fortsette å legge inn endringer underveis, etter hvert som en kommer lengre i prosjekteringen. Mellomregningene kommer også tydelig frem, noe som gjør det lett å kontrollere verdier som man synes virker lave eller høye. Det er derimot ikke mulig å legge inn mengdedata for en del ting, da dette blir beregnet ut fra lengde eller areal på vegen. Dette gjør at vi anser NV-GHG som noe mindre nøyaktig i deler av sine beregninger. Programmet er også i stor grad utviklet for bruk på motorveier, og flere av standardverdiene for beregning som ligger inne avspeiler motorveistandarder. Dette gjør at vi for vårt prosjekt blant annet fikk høye verdier for utslipp fra rekkverk, samt at det ikke var mulig å legge inn en fane for gang/sykkelveg i programmet. Dette måtte i stedet legges inn som en sideveg med lik lagtykkelse på vegoppbyggingen som hovedvegen. Denne tykkelsen er mulig å endre viss en har tilgang til å oppheve arkvernet i Excel, men dette hadde ikke vi mulighet til å gjøre i denne oppgaven.

Klimatkalkyl er oppsatt på en enkel måte og bruker hovedsakelig lengdedata for beregningene. Dette gjør at verktøyet er lett å ta i bruk i en tidlig fase av prosjekteringen. Videre blir programmet mer og

mer vrient å bruke desto mer detaljert prosjekteringen blir. Det er vanskelig å legge inn mengdeverdier, og programmet er begrenset til gitte parametere og faktorer. Det er mulig å endre på enkelte utslippsfaktorer, men oppsettet oppfattes som knotete og det kan være vanskelig å finne frem. Verktøyet er som nevnt også tett knyttet opp mot svensk standard og det kan til tider være vanskelig å tilpasse det til norske forhold.

7.7.4 Oppsummering av sammenligning

Totalt sett kommer VegLCA og NV-GHG ganske likt ut. Klimatkalkyl gir et anslag som er ca. 1750 tonn CO2 ekvivalenter under VegLCA sitt anslag, og hele 3000 tonn dersom man tar med utslipp fra arealbruksendring. På grunn av manglende mellomregninger og noe mangelfull dokumentasjon fra Trafikverket er det vanskelig å bekrefte gyldigheten til utslippsanslaget fra Klimatkalkyl. VegLCA og NV-GHG har begge vedlegg og beregningsfaner hvor utslippsverdiene og beregningsmetodene for det meste blir vist. Dette gjør at verdiene brukt til utregning kan endres til prosjektspesifikke verdier, samt at det åpner for mulighet for validering av resultatene. I sammenligningen er disse verdiene beholdt som standard, og det kom frem at asfaltering, belysning og rekkverk var utslippspostene med størst forskjell.

Utslipet fra arealbruksendring varierte mye fra alle beregningsverktøyene. VegLCA har benyttet en antatt feilaktig verdi for utslipp knyttet til jordrensing og får derfor et noe lavt resultat. Klimatkalkyl beregner generelt et lavt utslipp fra arealbruksendring, og legger ikke opp til å enkelt kunne etterprøve denne verdien. Med bakgrunn i drøftingen over vurderes utslippsverdien til NV-GHG, med reduksjon på 25% og utslippsverdien fra Miljødirektoratet med 60 års tidshorisont, til å gi mest korrekt overslag over dette utslippet. Utslipet fra arealbruksendring i dette prosjektet antas derfor at vil ligge et sted mellom 2700 og 3100 tonn CO2-ekvivalenter.

Med bakgrunn i drøftingen vurderes VegLCA og NV-GHG til å være de to verktøyene som er best egnet til bruk i lignende prosjekter i Norge. VegLCA er mer detaljert enn NV-GHG og er lagt opp til bruk i senfase. NV-GHG har mulighet for klimaberegning i tidligfase og kan derfor gi et godt overslag tidlig i prosjekter. Programmet kan også brukes videre for å validere beregningene gjort i VegLCA. Beregningene gjort i denne oppgaven blir med bakgrunn i den nevnte drøftingen vurdert til å gi et godt overslag over klimagassutslippene knytt til prosjektet.

LCA verktøy	Utslipp i tonn CO2 ekv.			
	Utbygging	Drift og vedlikehold	Total	Total m/ arealbruk
VegLCA	2244	1763	4007	6107
NV-GHG	1489	2067	3556	6656
Klimatkalkyl	823	1440	2263	3013

Tabell 27: Utslipp inklusivt arealbruk

8. Konklusjon

Oppgaven hadde som mål å:

- Prosjekttere en ny og trafikksikker hovedveg fra Åsen til Helleskaret med tilhørende tilbud til myke trafikanter
- Beregne klimagassutslippene til prosjektet ved hjelp av VegLCA.
- Vurdere alternative løsninger som kan redusere klimabelastningen til prosjektet
- Sammenligne VegLCA med andre LCA-verktøy for bruk i tidligfase

Gjennom konsekvensanalysen kom vi frem til at alternativ B var det beste alternativet for videre prosjektering. Strekningen har blitt prosjektert for vegklasse Hø2 med langsgående gang/sykkelveg. Vegen hensyntar de planlagte utbyggingsområdene langs traseen og vil bidra til å avlaste det eksisterende vegsystemet i området. Den planlagte gang/sykkelvegen vil kraftig bedre tilbudet til myke trafikanter, og blant annet bidra til å oppnå nullvekstmålet i trafikken. Med bakgrunn i dette mener vi at den prosjekterte vegen tilfredsstillende målet om en ny og trafikksikker hovedveg med tilhørende tilbud til myke trafikanter.

I den undersøkende delen av oppgaven har vi sett på klimabelastningen til prosjektet og sammenlignet forskjellige verktøy for beregning av klimagassutslipp. Det ble utarbeidet et foreløpig klimaregnskap for prosjektet i VegLCA, og basert på denne ble det vurdert alternative løsninger som kan redusere klimabelastningen til prosjektet. Ved å benytte LTA teknikker til å produsere asfalten, legge til rette for bruk av lavutslippsmaskiner i anleggsfasen, benytte LED lys med nattedimming og lavkarbonbetong i kulverten, vil man kunne redusere utslippene med 1267 tonn CO₂-ekvivalenter. Dette tilsvarer en reduksjon på 32% fra den opprinnelige beregningen, og flere av løsningene vil være gunstige i et drift- og vedlikeholdsperspektiv.

Beregningen var vel og merke uten utslipp fra arealbruksendring, og for dette prosjektet var faktisk utslippene knytt til arealbruksendringer like store som livsløpsutslippene til vegen i et 60 års-perspektiv. Beregning av utslipp knytt til arealbruksendring er derimot svært usikkert.

Beregningsverktøyene hadde ulike tilnæringsmetoder og verdier som gjorde at vi fikk et relativt stort sprik i utslippsberegningene fra arealbruksendring.

I sammenligningen av forskjellige LCA-verktøy for bruk i tidligfase fikk vi relativt store forskjeller i utslippsverdier. NV-GHG hadde noe lavere utslipp fra utbygging enn VegLCA, men et litt høyere utslipp fra drift- og vedlikehold. Medregna utslipp fra arealbruksendring oppnådde NV-GHG likevel et høyere totalt utslipp. Kombinasjonen av at Klimatkalkyl beregner relativt lave verdier og er sterkt knyttet opp mot svensk standard, gjør at vi vurderer VegLCA og NV-GHG til å være de verktøyene

som er best egnet til lignende prosjekter i Norge. VegLCA er vurdert til å være best egnet i en mellom- til senfase, mens NV-GHG kan gi et godt overslag i tidligfase, samt være nyttig til bruk i mellom- og senfase. På bakgrunn av at VegLCA og NV-GHG gir relativt like overslag på førstegangsberegningen, har vi vurdert de endelige beregningene i oppgaven til å være et godt overslag over utslippene knytt til prosjektet.

Kilder

Angell, F. H., Kirkevoll, S., & Fjedal, P. (2020). *Rapport klimaworkshop* (s. 122). Statens Vegvesen.

https://www.vegvesen.no/om+statens+vegvesen/presse/nyheter/nasjonalt/_attachment/2971505?_ts=1722c6a46f0&fast_title=%C2%ABKlimatiltak+ved+bygging+av+ny+veg%C2%BB

Artsdatabanken. (u.å.). [Artskart]. Hentet 24. mars 2021, fra

[https://artskart.artsdatabanken.no/app/#map/-29966,6713919/12/background/greyMap/filter/%7B%22IncludeSubTaxonIds%22%3Atrue%2C%22Found%22%3A%5B2%5D%2C%22NotRecovered%22%3A%5B2%5D%2C%22BoundingBox%22%3A%22POLYGON%20\(\(-34165.22878791323%206711443.252012728%2C-25766.197537913227%206711443.252012728%2C-25766.197537913227%206716393.814512728%2C-34165.22878791323%206716393.814512728%2C-34165.22878791323%206711443.252012728\)\)%22%2C%22Style%22%3A1%7D](https://artskart.artsdatabanken.no/app/#map/-29966,6713919/12/background/greyMap/filter/%7B%22IncludeSubTaxonIds%22%3Atrue%2C%22Found%22%3A%5B2%5D%2C%22NotRecovered%22%3A%5B2%5D%2C%22BoundingBox%22%3A%22POLYGON%20((-34165.22878791323%206711443.252012728%2C-25766.197537913227%206711443.252012728%2C-25766.197537913227%206716393.814512728%2C-34165.22878791323%206716393.814512728%2C-34165.22878791323%206711443.252012728))%22%2C%22Style%22%3A1%7D)

Aven, T. (2019). Risiko. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/risiko>

Aven, T. (2021). Sårbarhet. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/s%C3%A5rbarhet>

B. Kråkevik, K., Kristiansen, P., Lillelien, E., & N. Haug, P. (u.å.). *Lys på stedet*.

Samferdselsdepartementet & Kommunal- og Regionaldepartementet & Miljøverndepartementet.

<https://www.regjeringen.no/contentassets/52dc5ce489734c959e079471b0757dec/t-1512.pdf>

Basal. (u.å.). *Kapasitetsberegning—Stikkrenner med innløpskontroll | Basal*. Hentet 7. mai 2021, fra

<https://www.basal.no/beregninger/kapasitetsberegning-stikkrenner-med-innlopskontroll/>

Betong øst. (2019, februar 1). *DØNN Prisliste Betong*.

Bjørnafjorden Kommune. (2021). *Kommunedelplan for Bjørnafjorden Vest (tidl. Os) 2020-2031*

[Word-dokument]. <https://www.vestlandfylke.no/globalassets/planlegging/regionalt->

planforum/motedokument/2021/26.01.2021-svv-og-

bjornafjorden/bjornafjorden/foresegner_kdpa-os_15.01.2021.docx

Circle K. (u.å.). *MilesBIO HVO100 – fornybar diesel med miles additiv*. circlek.no. Hentet 20. april

2021, fra <https://www.circlek.no/bedrift/drivstoff/milesbio%C2%AE-hvo100>

Flytende biodrivstoff økte med 20 prosent i fjor. (2020, mai 12). Miljødirektoratet.

<https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2020/mai-2020/flytende-biodrivstoff->

[okte-med-20-prosent-i-fjor/](https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2020/mai-2020/flytende-biodrivstoff-okte-med-20-prosent-i-fjor/)

Forskrift om konsekvensutredninger. (2017). *Forskrift om konsekvensutredninger—Lovdata* (FOR-

2017-06-21-854). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2017-06-21-854>

Fuglseth, M., & Strand-Hanssen, S. (2019). *Muligheter for Fossilfrie bygge- og anleggsplasser i*

Hordaland (s. 52). Asplan Viak. <https://www.hordaland.no/globalassets/for-hfk/natur-og->

[klima/muligheter-for-fossilfrie-og-utslippsfrie-byggeplasser.-rapport-100519.pdf](https://www.hordaland.no/globalassets/for-hfk/natur-og-klima/muligheter-for-fossilfrie-og-utslippsfrie-byggeplasser.-rapport-100519.pdf)

Hammervold, J. (2009). *Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter*

(Nr. 2009/11). Vegdirektoratet. <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen->

[xmlui/bitstream/handle/11250/193232/UTB-rapport-2009-11.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/193232/UTB-rapport-2009-11.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hammervold, J. (2015). *Metode for beregning av CO₂-utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging*.

Asplan Viak.

Hammervold, J. (2020). *Dokumentasjon VegLCA v4.01*. Statens Vegvesen.

https://www.vegvesen.no/_attachment/2429426/binary/1360781?fast_title=VegLCA+v4.01+

[Dokumentasjon.pdf](https://www.vegvesen.no/_attachment/2429426/binary/1360781?fast_title=VegLCA+v4.01+Dokumentasjon.pdf)

Hordaland Fylkeskommune. (2017). *Kartlegging av tilgjengeleg areal i bustadregulerte område* (AUD-

rapport 10-17). Hordaland Fylkeskommune. <https://www.hordaland.no/globalassets/for->

[hfk/rapportar-og-statistikk/aud-rapportar/2017/aud-rapport-10-17-kartlegging-av-](https://www.hordaland.no/globalassets/for-hfk/rapportar-og-statistikk/aud-rapportar/2017/aud-rapport-10-17-kartlegging-av-)

[tilgjengeleg-areal-i-bustadregulerte-omrade---os-kommune.pdf](https://www.hordaland.no/globalassets/for-hfk/rapportar-og-statistikk/aud-rapportar/2017/aud-rapport-10-17-kartlegging-av-tilgjengeleg-areal-i-bustadregulerte-omrade---os-kommune.pdf)

Håland, A. (2006). *Fylkesveg Åsen-Søvik, Os kommune. Tema naturmiljø og biologisk mangfold. En*

befaringsrapport. (Nr. 33). Rådgivende biologer.

http://webhotel3.gisline.no/GisLinePlanarkiv/4624/20050800/Dokumenter/NNINotat33_Sovikvegen_Os.pdf

Håndbok 018 Vegbygging. (2013). Vegdirektoratet. https://www.vegvesen.no/_attachment/548986/

Håndbok N100 Veg- og gateutforming. (2019). Vegdirektoratet.

https://www.vegvesen.no/_attachment/61414/binary/1355470?fast_title=H%C3%A5ndbok+N100+Veg-+og+gateutforming+%286+MB%29.pdf

Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder. (2014). Vegdirektoratet.

https://www.vegvesen.no/_attachment/69909

Håndbok N200 Vegbygging. (2018). Vegdirektoratet.

https://www.vegvesen.no/_attachment/2364236/binary/1269980?fast_title=H%C3%A5ndbok+N200+Vegbygging+%2810+MB%29.pdf

Håndbok V121 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss. (2014). Vegdirektoratet.

https://www.vegvesen.no/_attachment/75045/binary/1008055

Håndbok V122 Sykkelhåndbok. (2014). Vegdirektoratet.

https://www.vegvesen.no/_attachment/69912

Håndbok V123 Kollektivhåndboka. (2014). Vegdirektoratet.

https://www.vegvesen.no/_attachment/61485/binary/1010376

Håndbok V124 Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning. (2014). Vegdirektoratet.

https://www.vegvesen.no/_attachment/61499/binary/963994

Håndbok V160 Vegrekkverk og andre trafiksikkerhetstiltak. (2016). Vegdirektoratet.

https://www.vegvesen.no/_attachment/69920/binary/1154963

Håndbok V425 Prefabrikkerte kulverter. (2020). Vegdirektoratet.

https://www.vegvesen.no/_attachment/2983339/binary/1371257?fast_title=H%C3%A5ndbok+V425+Prefabrikkerte+kulverter+-+Elementtetter.pdf

Håndbok V712 Konsekvensanalyse. (2018). Vegdirektoratet.

https://www.vegvesen.no/_attachment/704540/

Kilden. (u.å.). [Arealinformasjonskart, bonitet som kartlag]. Hentet 25. februar 2021, fra

https://kilden.nibio.no/?lang=nb&topic=arealinformasjon&bgLayer=graatone_cache&X=6714003.24&Y=-

[31419.66&zoom=10.691245555612566&catalogNodes=2,855,102,377,103&layers=markslag_nyttbar_myrr_type,skog_sat-skog_alder&layers_opacity=1,0.75](https://kilden.nibio.no/?lang=nb&topic=arealinformasjon&bgLayer=graatone_cache&X=6714003.24&Y=-31419.66&zoom=10.691245555612566&catalogNodes=2,855,102,377,103&layers=markslag_nyttbar_myrr_type,skog_sat-skog_alder&layers_opacity=1,0.75)

Klimagassreduksjoner i anlegg og drift. (2020, oktober 26). Statens vegvesen.

<https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser/klima/klimagassreduksjoner-i-anlegg-og-drift>

Lavkarbonbetong. (u.å.). Unicon.no. Hentet 20. april 2021, fra <https://www.unicon.no/produkter-tjenester/lavkarbonbetong/>

Lavtemperatur asfalt. (2020, november 24). Kriterieveviseren, Difi.

<https://kriterieveviseren.difi.no/nb/content/nb-lavtemperatur-asfalt>

Meld. St. 18. (2015-2016). *Friluftsliv—Natur som kilde til helse og livskvalitet.* Klima og miljødepartementet.

<https://www.regjeringen.no/contentassets/9147361515a74ec8822c8dac5f43a95a/no/pdfs/stm201520160018000dddpdfs.pdf>

Meld. St. 20. (2020-2021). *Nasjonal transportplan 2022–2033.* Samferdselsdepartementet.

Miljødirektoratet. (u.å.-a). *Beregne effekt av ulike klimatiltak—Miljødirektoratet.*

Miljødirektoratet/Norwegian Environment Agency. Hentet 6. mai 2021, fra

<https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/beregne-effekt-av-ulike-klimatiltak/>

Miljødirektoratet. (u.å.-b). [Miljøstatus Kart]. Hentet 23. mars 2021, fra

<https://miljoatlas.miljodirektoratet.no/KlientFull.htm>

Miljødirektoratet. (2020). *Arealbruksendringer [Excel-dokument].*

<https://www.miljodirektoratet.no/sharepoint/downloaditem?id=01FM3LD2X7X3ZR625A2FA2NC2UVCVA6ZL6>

- Myre, J. (2013). *Dekkevalg 2013* (Nr. 255). <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2658113>
- Norges Geologiske Undersøkelse. (u.å.-a). [Kart over berggrunnstyper]. Hentet 9. februar 2021, fra <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>
- Norges Geologiske Undersøkelse. (u.å.-b). [Løsmasser]. Hentet 9. februar 2021, fra http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2020). *Sikkerhet mot kvikkleireskred*. https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019_01.pdf
- NVE. (u.å.-a). [Temakart skredhendelser]. Kartverket. Hentet 20. mai 2021, fra <https://temakart.nve.no/tema/skredhendelser>
- NVE. (u.å.-b). [Temakart SteinsprangAktsomhet]. Kartverket. Hentet 24. mars 2021, fra <https://temakart.nve.no/tema/SteinsprangAktsomhet>
- NVE. (u.å.-c). [Temakart nedbørsfelt]. Kartverket. Hentet 24. mars 2021, fra <https://nevina.nve.no/>
- Ny fylkesveg Åsen—Helleskaret i Os kommune*. (2006). Os kommune.
- Nye Veier. (u.å.). *CO2-fotavtrykk*. Nye Veier AS. Hentet 28. april 2021, fra <http://www.nyeveier.no/om-oss/co2-fotavtrykk/>
- Nye Veier. (2021). *NV-GHG [Excel-dokument]*. <https://www.nyeveier.no/media/k4in2bq3/nv-ghg-2-4.xlsm>
- Olsen, R., Daae, H. L., Halgard, K., Merete, H., Syvert, T., Madsen, R., Knardahl, S., & Ellingsen, D. G. (2012). *Prosjekt LavTemperaturAsfalt Hovedrapport 2011*. <https://www.eba.no/siteassets/dokumenter/asfalt/lavtemperaturasfalt-hovedrapport-jan-2013.pdf>
- Opdahl, M. (2021). *Finansiering og gjennomføring av fylkesveg Åsen—Helleskaret* (s. 8).
- Forskrift om kommunal vegnorm for Os kommune, (20. januar 2015).
- Os kommune. (2016). *Reguleringsføreseger for: Områdeplan for Revsåsen Sør, Gnr. 17, bnr 416 mfl*. Os kommune.

<http://webhotel3.gisline.no/GisLinePlanarkiv/4624/20040801/Dokumenter/F%C3%B8resegner%20-%2013.12.2016%20Revs%C3%A5sen%20S%C3%B8r.pdf>

Os kommune. (2019). *Lyseparken Områdereguleringsplan—Planomtalemed KU*.

<https://innsyn.onacos.no/bjornafjorden/mote/wfdocument.ashx?journalpostid=2020023567&dokid=1325544&versjon=1&variant=A&>

Plan- og bygningsloven. (2008). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling* (LOV-2008-06-27-71).

Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>

Regjeringen.no. (2019, februar 27). *Kollektivtransport*.

<https://www.regjeringen.no/no/sub/stedsutvikling/ny-emner-og-eksempler/kollektivtransport/id612407/>

Skjelvik, J. M., Lindhjem, H., & Magnussen, K. (2014). *Beregning av tap av CO2 som følge av*

veibygging på skogsareal. vista-analyse.no. https://www.vista-analyse.no/site/assets/files/5718/va-rapport_2014-26_tap_av_co2_som_folge_av_veibygging_pa_skogsareal.pdf

Skoglund, J. (2018, november 7). Lavtemperatur-asfalt er kommet for å bli—Har overtatt 20 prosent

av markedet. *Veier24.no*. <https://www.veier24.no/artikler/lavtemperatur-asfalt-er-kommet-for-a-bli-har-overtatt-20-prosent-av-markedet/450454>

Statens Vegvesen. (u.å.-a). *Arealbruk og turproduksjon*. Hentet 23. mars 2021, fra

https://www.vegvesen.no/s/bransjekontakt/Hb/hb017-1992/DelA_Dimensjoneringsgrunnlag/01.Dimensjoneringsgrunnlag/01_Arealbruk_og_turproduksjon.htm

Statens Vegvesen. (u.å.-b). *Dimensjonerende trafikk*. Hentet 6. april 2021, fra

https://www.vegvesen.no/s/bransjekontakt/Hb/hb017-1992/DelA_Dimensjoneringsgrunnlag/01.Dimensjoneringsgrunnlag/01_Dimensjonerende_trafikk.htm

- Statens Vegvesen. (u.å.-c). *Vedlegg 1: Begrunnelse og vurdering av nye krav*. Hentet 26. april 2021, fra
https://www.vegvesen.no/_attachment/2070073/binary/1218595?fast_title=Grunnlagsnotat.pdf
- Statens Vegvesen. (u.å.-d). [Vegkart]. Hentet 22. februar 2021, fra
<https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@600000,7225000,4>
- Statens Vegvesen. (2021). *Vegliste 2021—Modulvogntog—Riksveger*.
https://www.vegvesen.no/_attachment/2945323/binary/1393972?fast_title=Vestland+-+vegliste+modulvogntog+-+april+2021.pdf
- Statens vegvesen, Kystverket, Jernbanedirektoratet, Avinor, & Nye Veier. (2018). *Muligheter og barrierer for fossilfrie anleggsplasser i transportsektoren*.
https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/nasjonal-transportplan/nasjonal-transportplan-2022-2033/_attachment/2685765?_ts=16a8d2999f8&fast_title=Muligheter+og+barrierer+for+fossilfrie+anleggsplasser+i+transportsektoren.pdf
- Susanna, T. (2020). *Klimatkalkyl—Beräkning av infrastrukturens klimatpåverkan och energianvändning i ett livscykelperspektiv, modellversion 7.0*.
<https://www.trafikverket.se/contentassets/eb8e472550374d7b91a4032918687069/klimatkalkyl-rapport-v-7.0.pdf>
- Tommelstad, E. J. R. (2009). *Energisparepotensiale ved bruk av intelligente veilyssystemer*. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Trafikverket. (u.å.). *Klimatkalkyl—Begränsad versjon*. Klimatkalkyl. Hentet 19. mai 2021, fra
<https://klimatkalkyl-pub.ea.trafikverket.se/Klimatkalkyl/Modell#>
- Vestland Fylkeskommune. (u.å.). *Avdeling for infrastruktur og veg*. Hentet 28. april 2021, fra
<https://www.vestlandfylke.no/om-oss/organisasjon/avdeling-for-infrastruktur-og-veg/>
- Weber, C., & Amundsen, A. H. (2016). *Fornybare drivstoffer – Fornybar diesel: HVO*. 28.

Zero, & Nye Veier. (2020). *Sjekkliste klimatiltak i anleggsbransjen*. Zero & Nye Veier.

Aakre, A. (2018, oktober 25). *LTA i Norge (Powerpoint-presentasjon)*.

<https://www.norskasfaltforening.no/resources/18.6-Arne-Aakre.pdf>

Åsen-Helleskaret. Planomtale. (2019). Os kommune.

Figurliste

Figur 1: Planområde vist med blå ring. Utklipp fra: (Kartverket, u.å.), redigert	2
Figur 2: Planområde. Utklipp fra: (Kartverket, u.å.), redigert	2
Figur 3: Planer i området. Hentet fra: (Åsen-Helleskaret. Planomtale, 2019)	3
Figur 4: Gjeldende reguleringsplan. Utklipp fra: (Norkart, u.å.)	4
Figur 5: Kart over berggrunn. Utklipp fra: (Norges Geologiske Undersøkelse, u.å.-a), redigert.....	5
Figur 6: Flytdiagram som illustrerer hendelsesforløpet.....	6
Figur 7: Konsekvensgrad. Utklipp av: Figur 6.6 Håndbok V712.....	7
Figur 8: Arbeidsprosess ved konsekvensanalyse.....	8
Figur 9: Traséalternativer. Utklipp fra: AutoCAD	9
Figur 10: Bonitet i landskapet. Utklipp fra: (Kilden, u.å.)	9
Figur 11: Analyse av Synlighet. Produsert i ArcGIS Pro	10
Figur 12: Illustrerer traktorvegen, samt gapahuk markert med rød. Utklipp fra: (Kartverket, u.å.), redigert.....	11
Figur 13: Arbeidsmetode i ROS-analysen	18
Figur 14: Utklipp av prosjekteringstabell for vegklasse Hø2. Hentet fra: Håndbok N100 (2019), s. 45 25	
Figur 15: Dimensjoneringstabell for GSV. Utklipp av: Tabell D.7 Håndbok N100	26
Figur 16: Parsellinndeling. Utklipp fra: AutoCAD, redigert.....	28
Figur 17: Overbygning for ny hovedveg. Produsert i AutoCAD	30
Figur 18: Overbygning i Gang- og sykkelveg. Produsert i AutoCAD	31
Figur 19: Kryss A. Produsert i AutoCAD	32
Figur 20: Kryssing mellom veg og sykkelveg med fortau der trafikk på sekundervegen skal vike for sykklistene. Utklipp av: Figur 4.16 Håndbok V122	33
Figur 21: Kryss B. Produsert i AutoCAD	34
Figur 22: Kryss C. Produsert i AutoCAD	34
Figur 23: Kriterier for venstresvingefelt basert på trafikk i dimensjonerende time. Utklipp av: Figur D.3 Håndbok N100.....	35

Figur 24: Utforming av venstresvingefelt. Utklipp av: Figur D.4 Håndbok N100	35
Figur 25: Kriterier for trafikkøy i sekundærveg basert på trafikk i dimensjonerende time. Utklipp av: Figur 3.4 Håndbok V121	36
Figur 26: Siktkrav i forkjørsregulerte kryss. Utklipp av: Figur D.7 Håndbok N100	36
Figur 27: Lengde av L2 basert på ÅDT i sekundærvegen. Utklipp av: Tabell D.3 Håndbok N100	37
Figur 28: Siktkrav mellom GSV og veg der trafikanter på sekundærvegen har vikeplikt. Utklipp av: Figur 4.26 Håndbok V122	37
Figur 29: Stoppsikt for syklende på gang- og sykkelveg. Utklipp av: Figur D.27 Håndbok N100	38
Figur 30: Busslomme med gang- og sykkelvegen ledet bak plattformen. Utklipp av: Figur 11 Håndbok V123.....	38
Figur 31: Utforming av busslomme. Utklipp av: Figur 9 Håndbok V123	39
Figur 32: Krav til lengder og bredder på busslommer. Utklipp av: Tabell 5 Håndbok V123	39
Figur 33: Minstekrav til utforming av jordvoll mot bergskjæring. Utklipp av: Figur 2.11 Håndbok N101	40
Figur 34: Normalprofil primærveg. Produsert i AutoCAD	41
Figur 35: Arbeidsmetodikk for klimaberegninger	45
Figur 36: Klimagassutslipp fra materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold fra førstegangsberegning.....	46
Figur 37: Fordelingsdiagram av utslipp fra materialproduksjon og utbygging i førstegangsberegningen	47
Figur 38: Utslipp fra alternative vegoppbygninger.....	49
Figur 39: Anbefalt overbygning basert på klimagassutslipp. Produsert i AutoCAD	49
Figur 40: Listepriiser for ulikt drivstoff. Hentet fra: (Circle K, 2021)	54
Figur 41: Klimautslipp fra materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold fra endelig regnskap med de overnevnte tiltakene	55
Figur 42: Endelig fordelingsdiagram av utslipp fra materialproduksjon og utbygging	56

Tabelliste

Tabell 1: Resultat av landskapsbilde	10
Tabell 2: Resultat av friluftsliv og by/bygdsliv	11
Tabell 3: Resultat av naturmangfold	12
Tabell 4: Resultat av kulturarv.....	13
Tabell 5: Resultat av naturressurser.....	13
Tabell 6: Resultat av støy.....	13
Tabell 7: Resultat av trafiksikkerhet	14
Tabell 8: Resultat av samfunnsmessige konsekvenser.....	15
Tabell 9: Beregnede entreprisekostnader på de ulike traséalternativene.....	16
Tabell 10: Resultat av Konsekvensutredning	16
Tabell 11: Sannsynlighet.....	19
Tabell 12: Konsekvens	19
Tabell 13: Risikomatrise	20
Tabell 14: Risikoidentifisering	21
Tabell 15: Konklusjon av ROS-analysen.....	23
Tabell 16: Utrekning av trafikk i åpningsåret. Verdier hentet fra: (Statens Vegvesen, u.å.-c).....	24
Tabell 17: Utrekning av nyskapt trafikk.....	25
Tabell 18: Total trafikk.....	25
Tabell 19: Forklaring og verdier brukt i utregning.....	27
Tabell 20: Oversikt over rekkverks profil, styrkeklasser og arbeidsklasser	42
Tabell 21: Oversikt over rekkverksavslutninger	43
Tabell 22: Parametere Sjøvikelva	44
Tabell 23: Parametere tilrenningsbekk Sjøbøelva.....	44
Tabell 24: Fordeler og ulemper med de ulike utslippsfrie alternativene	53
Tabell 25: Beregningsresultat fra arealbruksendring i de ulike verktøyene	60
Tabell 26: Utslipp fra materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold	62
Tabell 27: Utslipp inklusivt arealbruk	63