

KOMMUNEDELPLAN MED KONSEKVENsutREDNING FOR DOBBELTSPOR GJENNOM HAMAR



KLIMABUDSJETT

DATO: 27-11-2019

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	SAMMENDRAG	4
1.1	Hensikt og bakgrunn	4
1.2	Omfang	5
1.3	Systembeskrivelse og grensesnitt	5
1.4	Resultater	6
2	INNLEDNING	6
3	SYSTEMBESKRIVELSE	6
3.1	Systemgrense	6
3.1.1	Funksjonell enhet	7
3.1.2	Levetid	7
3.1.3	Livsløpsfaser	7
3.1.4	Effektkategorier	8
3.1.5	Arealbruksendring	8
3.2	Rammeverk og standarder	8
3.3	Beregningsgrunnlag	9
3.4	Utslippsfaktorer	9
3.5	Transportdistanser	10
3.6	Avgrensninger	10
4	DATAGRUNNLAG OG DATAINNHEITING	10
4.1	Beskrivelse av alternativene	10
4.1.1	Alternativ Øst A	11
4.1.2	Alternativ Øst C	11
4.1.3	Alternativ Vest A	12
4.1.4	Jessnes-Brumunddal	12
4.2	Materialer per fag	12
4.2.1	Grunnarbeider	12
4.2.2	Tunneler	12
4.2.3	Vegfundament og banelegeme	13
4.2.4	Utstyr og miljøtiltak	13
4.2.5	Konstruksjoner	14
4.2.6	Riving og fjerning av spor	14
4.2.7	Overbygning	14
4.2.8	Kontaktledning	15
4.2.9	Signal, Tele, Lavspent	16
4.3	Drift og vedlikehold og utskiftning	17
4.4	Organisk jord	17
5	RESULTATER	18
5.1	Sammenligning av resultater for de tre alternativene	18
5.2	Resultater for Alternativ Øst A	20
5.2.1	Samlede resultater	20
5.2.2	Materialproduksjon	22
5.2.3	Utbygging	23
5.2.4	Drift og Vedlikehold	23
5.3	Resultater for Alternativ Øst C	23
5.3.1	Samlede resultater	23
5.3.2	Materialproduksjon	25

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 3 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	---

5.3.3	Utbygging	26
5.3.4	Drift og Vedlikehold	26
5.4	Resultater for Alternativ Vest A.....	26
5.4.1	Samlede resultater	26
5.4.2	Materialproduksjon	28
5.4.3	Utbygging	29
5.4.4	Drift og Vedlikehold	29
5.5	Resultater for strekningen Jessnes – Brumunddal.....	29
5.5.1	Samlede resultater	29
5.5.2	Materialproduksjon	31
5.5.3	Utbygging	32
5.5.4	Drift og vedlikehold.....	32
5.6	Arealbruksendring	33
6	DISKUSJON.....	34
7	TILTAK.....	35
8	REFERANSER	35

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 4 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
--	----------------------	---

1 SAMMENDRAG

1.1 Hensikt og bakgrunn

InterCity-strekningene skal utbygges med moderne dobbeltsporet jernbane for høy hastighet, med tilhørende stasjoner og anlegg for vending, hensetting og vedlikehold i samsvar med ønsket forbedring av togtilbudet på Østlandet.

InterCity-utbyggingen skal bidra til å redusere klimagassutslipp i tråd med Norges klimamål. Det skal bygges med produkter og materialer med minst mulig miljøbelastning i et livsløpsperspektiv og bidra til at jernbanen vinner markedsandeler fra andre transportformer. For å nå denne målsetningen skal prosjekterende identifisere innsatsfaktorene det er størst mulighet til å oppnå utslippsreduksjon på og gjennomføre tiltak slik at prosjektet bidrar til reduserte utslipp.

Klimabudsjett er et viktig verktøy og støtte for beslutning, oppfølging og styring i utbyggingsprosjekter. Det skal bidra til å identifisere, kvantifisere og dokumentere potensiell miljøpåvirkning og finne de innsatsfaktorer og løsninger som det er mulig å oppnå utslippsreduksjoner på.

Klimabudsjettet for denne prosjektfasen skal først og fremst bidra til å bestemme hvilket av de tre alternativene som omfatter stasjon og dobbeltspor gjennom Hamar, inklusive direkte sporforbindelse (tilsving) mot Røros, som skal utbygges. Klimabudsjettet skal også bidra til å kommunisere valg av alternative materialer og løsninger med lavere miljøpåvirkning og hvordan dette påvirker prosjektets totale miljøpåvirkning over hele livsløpet.

Planleggingstrinn InterCity

- Kommunedelplan
- Reguleringsplan
- Strekning som er ferdigstilt eller under utbygging



Figur 1: Oversikt over InterCity-området (illustrasjon fra Bane NOR)

1.2 Omfang

Klimabudsjettet omfatter utbygging av stasjon og dobbeltspor gjennom Hamar, inklusive direkte sporforbindelse mot Røros. Utbygging av spor fra Jessnes til Brumunddal er også vurdert. Det er vurdert alle livsløpsfaser fra produksjon av materialer, til transport til byggeplass, utskiftning samt drift og avhending. Analysen inkluderer i tillegg til CO₂-utslipp (klimapåvirkning) også forsurening (kg SO₂), eutrofiering (kg fosfor(P)-ekvivalenter), fotokjemisk smog (kg NMVOC) og energibruk (MJ).

1.3 Systembeskrivelse og grensesnitt

Klimabudsjettet gjenspeiler materialmengdene som er lagt inn i Fagrapport kostnader (I ICD-05-A-20014). Detaljeringsnivået er derfor på linje med kostnadskalkylen.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 6 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	---

Klimabudsjettet har et grensesnitt mot alle fag med data-input fra hver enkelt kalkyle sammen med tilleggsinformasjon om materialer der det trengs. Se detaljert systembeskrivelse i kapittel 3.

1.4 Resultater

Totale klimagassutslipp for de tre alternativene er beregnet til henholdsvis 159 000 (Øst A) og (Øst C) og 187 000 (Vest A) tonn CO₂-ekvivalenter i prosjektets levetid som er satt til 60 år.

Klimagassbudsjettet er delt inn etter beregnede utslipp fra materialer, utbygging og drift- og vedlikehold. Materialproduksjon står for 57 %, 58 % og 67 % for henholdsvis Øst A, Øst C og Vest A. Av innsatsfaktorene for materialproduksjon står konstruksjoner og vann og frostsikring for omtrent 50% av utslippene for alternativ Øst A og Vest A men ca. 44 % i Øst C. Poster med høyere usikkerhet basert på rundsum står for 24 % av utslippene i Øst C men drøye 30 % i Øst A og Vest A.

Utbygging står for henholdsvis 21 %, 22% og 16% av de totale utslippene for hhv. alternativ Øst A, Øst C og Vest A. Av innsatsfaktorene for utbygging står anleggsmaskiner, massetransport og sprengning for omtrent 70% av utslippene.

For drift og vedlikehold står utskiftning av jernbaneteknikk for størst andel av utslippene.

2 INNLEDNING

I Teknisk designbasis for Intercity (Bane NOR, Rev 04A - 13.12.17) er det satt opp et hovedmål om at de ti største bidragsyterne til negativ miljøpåvirkning og minimum 90 % av utslippspåvirkningen i levetiden av prosjektene identifiseres og dokumenteres.

Teknisk designbasis (2017) for InterCity stiller også krav om at tiltak for å redusere påvirkning skal iverksettes, slik at mål om reduserte klimagassutslipp oppnås. Videre står det at miljøpåvirkning i produksjon av materialer, levetiden til materialer, vedlikeholdbarhet og gjenbrukbarhet skal vurderes og dokumenteres. Miljøpåvirkning av materialene skal dokumenteres med Miljødeklarasjon i henhold til ISO 14025:2006 og EN 15804:2012.

I denne planfasen er det ikke aktuelt å se på spesifikke produkter med miljødeklarasjoner (EPDer), men det er identifisert innsatsfaktorer som står for mer enn 90 % av total miljøpåvirkning.

Denne rapporten er utført i tråd med teknisk designbasis og veileder til Klimabudsjett (Jernbaneverket, 09.10.12), heretter kalt Veileder, der det stilles krav til at det gjennomføres et klimabudsjett i hver fase av prosjektet.

3 SYSTEMBESKRIVELSE

Dette kapitlet gir en generell beskrivelse av metode, systemgrenser og datakvalitet. I denne typen analyse viser «system» til prosjektets omfang og hva som er inkludert. Videre beskrives prosjektet generelt og det vises til relevante standarder som det tas utgangspunkt i.

3.1 Systemgrense

I dette kapitlet beskrives analysens omfang og avgrensing med tanke på hvilke fagområder som er inkluderte og hvilke fagområder som er ekskluderte fra klimabudsjettet.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 7 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	---

Hovedsakelig dekker klimabudsjettet alt som er inkludert i kostnadskalkylen for detaljplanfasen fra hvert fag, datert 28.06.2018. Noen få komponenter i kalkylen er holdt utenfor klimabudsjettet, enten grunnet mangel på data eller fordi det er vurdert til å ha marginal innvirkning på de totale resultatene. For noen komponenter i kalkylen har det vært nødvendig å gjøre antakelser. Mer om dette i seksjon 3.6.

3.1.1 Funksjonell enhet

Den funksjonelle enheten er løpemeter enkeltspor.

3.1.2 Levetid

Levetiden er satt til 60 år. Det er ikke regnet med en eventuell «restverdi» etter utløpt levetid. For levetidene er det tatt utgangspunkt i estimater som er gjort for Follobanen i Veilederen og det henvises til denne for beregningen av utskiftningsintervaller. Tabell 1 viser estimerte levetider benyttet i Veilederen. For materialer som ikke er spesifisert i veilederen er det benyttet standard levetider definert i VegLCA for komponentene.

Tabell 1: Estimerte levetider for utvalgte innsatsfaktorer (Veileder, 09.10.2012)

Element	Levetid (år)
Gjerde	25
Ballast (rensing)	25
Skinner	30
Sviller, betong	50
Mast i dagen, stål	50
Kontaktledning	30
Returledning, aluminium	40
Jordledning	50
Teleanlegg	15

I tillegg er det hentet levetid på signalanlegg fra metodehåndbok JD205 fra 2011. Levetiden er der estimert til 30 år. Det er antatt (minst) 60 års levetid for alle komponenter tilhørende fagområdene konstruksjoner og grunnarbeider, unntatt betonghvelver som er antatt har 50 års levetid.

For ballast er det ikke antatt utskiftning av ballastmaterialet og selve rensingen (anleggsarbeidet) er ikke inkludert. Ballast har dermed ikke inkludert noe utslipp her i drift og vedlikeholdsfasen.

3.1.3 Livsløpsfaser

Utslippsberegninger for infrastruktur kan grovt sett deles i tre faser; utbygging, drift og vedlikehold, og avhending. I utbyggingsfasen er det skilt mellom materialproduksjon for bygging av anlegg og prosesser på byggeplassen. Det er ikke inkludert utslipp knyttet til avhending i denne analysen, og resultatene er begrenset til å omfatte utbygging, drift og vedlikehold.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 8 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	---

For materialer er hele livsløpet inkludert ved at det er benyttet «vugge til port»-utslippsfaktorer, sammen med estimert transport fra fabrikk til anleggsområde. Det er ikke regnet med noen positive effekter av gjenvinning ved avhending. For andelen av resirkulert materiale regnes det kun med utslipp fra den materialgjenvinningen som resulterer i lavere utslipp for materialproduksjonen, sammenlignet med om alt hadde vært jomfruelig material. Riving og fjerning av eksisterende spor er inkludert i utslippsberegningene.

3.1.4 Effektkategorier

Avgrensning for påvirkning av naturen er gitt av følgende fem miljøindikatorer (også kjent som effektkategorier):

1. **Klimapåvirkning (kg CO₂-ekvivalenter):** *Utslipp til luft. Potensiale for å skape økt drivhuseffekt ved økt infrarød stråling i atmosfæren.*
2. **Forsuring (kg SO₂-ekvivalenter):** *Utslipp til luft. Uorganiske gasser kan løses i vann og endre surhetsgrad i jordsmonn og grunnvann.*
3. **Eutrofiering (kg fosfor(P)-ekvivalenter):** *Utslipp til ferskvann. Næringsrike forbindelser som slippes ut i vassdrag kan forårsake algeoppblomstring.*
4. **Fotokjemisk smog (kg NMVØST C-ekvivalenter):** *Utslipp til luft. Dannelse av bakkenært ozon utgjør en helseisiko pga. skadelig effekt på luftveier og lunger.*
5. **Energibruk (MJ):** *Samlet forbruk av fornybare og ikke-fornybare energiresurser.*

Inngrep i myrarealer (organisk jord) som følge av anleggsbeltet er medtatt i analysen, men er kun vist i effektkategorien klimapåvirkning.

3.1.5 Arealbruksendring

Det er beregnet arealbruksendringer knyttet til de følgende prosessene:

- Prosesskode 21.31 – Avtaking av vegetasjonsdekke
- Prosesskode 21.32 – Avtaking av matjord

3.2 Rammeverk og standarder

Analysen og rapporten er utarbeidet etter metoden i OUS-00-A-90020 Veileder for utarbeidelse av Klimabudsjett for jernbaneinfrastruktur (Jernbaneverket, 09.01.12). Hovedveiledende standard er PCR (Product category rules) for jernbane (PCR 2009:03). En PCR er en rammestandard for hvordan en EPD (miljøproduktdeklarasjon) skal utføres for en gitt produktgruppe. Det må foreligge en PCR for en produkttype for at det skal være mulig å sertifisere et produkt med en EPD innenfor den gruppen. En EPD kan beskrives som en LCA (life cycle assessment/livsløpsanalyse) med resultatene oppsummert på et standard format og utført iht. PCR for den produktgruppen.

Overordnet rammeverk for LCA-metodikk er gitt av:

- NS-ISO 14020:2000 – «Miljømerker og deklarasjoner – generelle prinsipper»
- NS-ISO 14025:2006 – «Miljødeklarasjoner type III – prinsipper og prosedyrer»
- NS-ISO 14040:2006 – «Miljøstyring – Livsløpsvurderinger – Prinsipper og rammeverk»
- NS-ISO 14044:2006 – «Miljøstyring – Livsløpsvurderinger – Krav og retningslinjer»

Metode og rammeverk er basert på Statens Vegvesens verktøy VegLCA hvor mengdeinformasjon etter prosesskodestrukturen blir linket opp med konkrete utslippsfaktorer per materiale. VegLCA er bygget opp etter prosesskodene til Statens Vegvesen, men har stor overføringsverdi til bane. Denne

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 9 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	---

er derfor benyttet for beregning av utslipp til de fleste prosesskodene. Da dette verktøyet i utgangspunktet er utarbeidet til bruk i vegprosjekter er det gjort separate beregninger på spesifikke jernbanetekniske komponenter, slik som sviller, spor og kontaktledning.

3.3 Beregningsgrunnlag

Grunnlaget for klimabudsjettet er kostnadsestimatets (per. 28.06.2019 med oppdatering 21.08.2019) mengdeangivelser for ulike materialer og komponenter. Det antas at denne gir en relativt høy grad av sikkerhet. I kostnadskalkylen er det enten oppgitt volum/vekt på materialene eller det er oppgitt lengde/antall komponenter fra hvilket det beregnet materialmengder fra beskrivelse på oppbygning av komponenter. For flere poster er det ikke oppgitt mengder men kun RS slik at der er det benyttet forskjellige utslippsintensiteter per NOK.

For utslippsberegninger er Statens Vegvesens verktøy VegLCA benyttet for en stor andel av kalkylepostene. Dette er et excelbasert verktøy som er bygget opp etter Statens Vegvesens prosesskode, og inkluderer utslipp sortert i kategoriene «Veg i dagen», «Bruer» og «Tunnel». Utredningsalternativene for dobbeltspor gjennom Hamar inneholder flere av de samme komponenter som faller inn under prosesskodene i verktøyet, og vurderes derfor til å være et godt verktøy for å beregne utslipp fra jernbaneprosjekter.

En stor andel av utslippene for jernbaneteknikk er basert på utslippsfaktorer definert som utslipp per NOK (RS) i kalkylen. Dette gjelder for signalanlegg, teleanlegg, lavspent, VA (utslippsfaktor beregnet basert på IC Moss), ca. halvparten av kostnadene for kontaktledning og øvrige tekniske anlegg. Når det gjelder utslipp i anleggsfasen er det beregnet utslipp for all massetransport inkludert graving og lasting basert på antatte avstander (Se 3.5 Transportdistanser). Av anleggsprosesser er det videre tatt med sprengning av tunnel, strømforbruk ved tunnelbygging, bygging av spor, anleggsveier og vegbygging. Det mangler utslippsberegning for anleggsarbeidet knyttet til bygging av konstruksjoner samt alle anleggsarbeid knyttet til alle poster innenfor jernbaneteknikk (utenom spor). Disse anleggsprosessene antas å utgjøre den største andelen av utelatte prosesser. I kalkylen ligger det inne en post for entreprenør tilsvarende 25 % av entreprisekostnaden. Dette ville man kunne inkludere i klimagassbudsjettet med en utslippsfaktor for anleggsgjennomføring generelt, men dette antas å øke usikkerheten altfor mye i resultatene og i tillegg resultere i en del dobbelregning av utslipp (anleggsprosesser som allerede er inkludert) slik at dette foreløpig er valgt å utelate. Det anbefales at dette vurderes nærmere i neste fase og oppdatering av klimabudsjettet.

I beregning av utslipp knyttet til drift og vedlikehold er det først og fremst tatt med utskiftning av komponenter basert på komponentens antatte levetid og prosjektets levetid som her er satt til 60 år. Utskiftning er ikke beregnet for konstruksjoner (antas 60 års levetid for konstruksjoner). Anleggsrelatert utslipp til driften/utskiftningen er til stor del utelatt grunnet manglende data.

3.4 Utslippsfaktorer

Det er benyttet «Norske gjennomsnittsdata» for utslippsfaktorer i analysen i VegLCA der ikke annet er spesifisert. Utslippsfaktorene i VegLCA inkluderer materialproduksjon, energibruk, transport- og anleggsmaskinbruk. Utslippsfaktorene benyttet i VegLCA er inkludert i Vedlegg 2.

Utslipp fra jernbaneteknikk (som KL, spor o.l.) er beregnet vha. utslippsfaktorer hentet i VegLCA. Den bakenforliggende databasen er Ecoinvent, en kommersielt tilgjengelig database som er utviklet og oppdateres av Swiss Centre for Life Cycle Inventories. Flere bakgrunnsdata som Veilederen anbefaler å bruke er laget i versjon 2.2 (2010) i Ecoinvent, men ellers er det brukt versjon 3.1 (2014) i Ecoinvent. Det skal ikke være noen nevneverdige endringer i de to versjonene – de fleste data fra

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 10 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	--

versjon 2.2 ble overført til 3.1. Det er brukt metoden Recipe Midpoint (H) V1.07/ World ReCiPe H. for beregninger av miljøeffekt.

3.5 Transportdistanser

Anleggsteknikk har definert følgende steder for deponering og masselagring av overskuddsmasser. Det er ikke enda bestemt hvor tiltaksklasse (TK) 1-2 fraktes. Den antas derfor å fraktes samme sted som TK 3-5.

- Distanser til fyllplass og avfallsmottak og deponi: Heggvin Alun AS (Vest Ang):
 - 18 km for alternativ ØST A og ØST C
 - 22 km fra alternativ VEST A.

3.6 Avgrensninger

Klimagassberegningene er basert på kostnadskalkylen datert 21.08.2019 og er på tilsvarende detaljeringsnivå. Det er gjort avgrensninger på medtatte materialer der det ikke er tilstrekkelig underlag fra kostnadsestimatet.

For overbygging er ikke utslippene relatert til brusviller, sveisearbeider, stabilisering og justering av komponenter inkludert. Der det er lavt detaljeringsnivå ifm. mengder i kalkylen er det benyttet utslippsfaktor basert på utslipp per rundsum.

4 DATAGRUNNLAG OG DATAINNHEMTING

4.1 Beskrivelse av alternativene

Kostnadsestimatet omfatter stasjon og dobbeltspor i vestlig eller østlig trasé gjennom Hamar, inklusive direkte sporforbindelse (tilsving) mot Rørosbanen, fra sør i vestlig trasé og fra nord i østlig trasé. Tiltaket går fra Åkersvika til dagens Brumunddal, med stasjoner i Hamar og Brumunddal. Alle alternativer omfatter følgende punkter:

- Etablering av reisetorg, tilkomst til plattform og krysningspunkt for gående.
- Etablering av vegadkomst til reisetorg og trafikalt knutepunkt.
- Etablering av gang- og sykkeladkomst til trafikalt knutepunkt.
- Etablering av trafikalt knutepunkt inkludert 200 p-plasser, arealer for buss, taxi, HC parkering, kiss-and-ride.
- Fjerning og opprydning dagens jernbanespor som ikke lenger vil være i bruk, herunder spor 22-28 på Hamar stasjon og eksisterende spor nord for Hamar stasjon frem til påkobling til Jernbanemuseet.
- Fjerning av jernbanefylling.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 11 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	--

- Etablering av gangsti eller annen parkmessig opparbeidelse i arealer for tidligere trasé gjennom Hamarbukta.
- Opprydning og istandsetting av områder innenfor anleggsbeltet som er berørt av anleggsarbeidene.

I henhold til Bane NOR sin Håndbok for stasjoner tilhører Hamar stasjon «Bystasjoner» på Intercity-strekninger, noe som innebærer at stasjonen skal omfatte enkelte tillegg utover minimumsstandard for stasjoner. Den aktuelle standarden omfatter oppvarmet venterom (eventuelt leskur), oppbevaringsbokser, toalett, areal for publikum og billettsalg og liknende. Ved reisetorget skal det finnes plass til kiss and ride, sykkelparkering og HC-parkering samt møteplass for assistansetjeneste og grøntanlegg.

Datagrunnlaget utgår fra mengder fra kalkyler som lages for det enkelte fag. Mesteparten av disse mengdene må omregnes til spesifikke materialmengder, enten fordi mengden er bygget opp av flere komponenter eller fordi mengden er oppgitt som RS, løpemeter eller lignende. I tillegg er det utført en fordeling av materialmengdene per delstrekning, der det i kalkylen ikke er spesifisert hvor materialene er brukt. Kalkylene er organisert per parsell og underkategori.

Utslippsberegninger er utført i VegLCA-verktøyet v.1.03, med tilleggsberegninger for jernbanespesifikke løsninger.

4.1.1 Alternativ Øst A

Alternativ øst tar av fra eksisterende bane (dobbelspor Sørli – Åkersvika) sør for jernbanebrua og ligger på vestsiden av jernbanefyllingen i Åkersvika. Banen føres på bru over til området mellom Vikingskipet og eksisterende Rørosbane. Her etableres ny stasjon med spor, plattformer og reisetorg (se beskrivelse nedenfor). Videre legges banen over riksveg 25 Vangsvegen, mellom boligområdet på Disen og Åkersvika naturreservat, og inn mot kulturlandskapet på Børstad/Tommelstad. Banen går inn i kulvert under fv 222 Furnesvegen og videre inn i fjelltunnel ca. 150 m lenger nord

Rørosbanen utvides fra ett til to spor på Midtstranda. Det bygges en ny jernbanebru for Rørosbanen fra stasjonen og over Flagstadelva. Rørosbanen og Dovrebanen kobles sammen med en enkeltsporet tilsving mot nord. Tilsvingen går på bru over Vangsvegen og Flagstadelva mellom Disen og Midtstranda. Etablering av et vente-/forbikjøringsspor innebærer en trasé med tre spor gjennom Børstad.

4.1.2 Alternativ Øst C

Alternativ Øst C er tilsvarende alternativ Øst A frem til overgangen mellom Børstad/Tommelstad og Disen, hvor traséen deles i to. Alternativ Øst C går lenger vest og har kort dagsone. Traséen krysser Oluf Melgårdsgate i løsmassekulvert og Børstadalléen i fjelltunnel.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 12 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	--

4.1.3 Alternativ Vest A

Traséen går omtrent i samme korridor som dagens bane. Alternativ vest følger eksisterende bane på vestsiden av dagens fylling i Åkersvika, med en kort bru i nordenden av Åkersvika, forbi Hamar stasjon. Stasjonen lokaliseres i samme område som dagens stasjon og det etableres tilsving mot Rørosbanen fra sør. Hamar stasjon får 7 spor i bredden. I Hamarbukta legges banen i kulvert, og videre i en 4,15 km lang fjelltunnel fra Koigen til Jessnes.

Rørosbanen følger eksisterende trasé fram til ny stasjon. Rørosbanen og Dovrebanen kobles også sammen med dobbeltspor i tilsving (direkte forbindelse) mellom Åkersvika og Disenstranda. Tilsvingen koples til eksisterende Rørosbanespor langs traséen, fram til Flagstadelva.

4.1.4 Jessnes-Brumunddal

Gjennom Jessnes-området legges korridoren noe opp i åsen i relativt sidebratt terreng som faller mot Mjøsa. Ny trasé ligger lengre vekk fra Mjøsa enn dagens spor. Banen krysser Mælumsvika på høy bru, og går under planlagt E6 i en 70 m lang kulvert med 3 spor. Inn mot Brumunddal sentrum følger korridoren omtrent dagens spor. Det etableres forbikjøringsspor og servicespor like sør for Brumunddal. På Brumunddal stasjon etableres det sideplattformer til to spor.

4.2 Materialer per fag

4.2.1 Grunnarbeider

Følgende komponenter er tatt med i utslipp for 'Grunnarbeider'. Utslippene er beregnet i VegLCA.

- Kabelkanaler, innstøpte trekkerør og trekkekummer
- Avtaking av vegetasjonsdekke
- Avtaking av matjord
- Jordmasser til bakkeplanering
- Jordmasser til fyllplass
- Utgraving av myr og andre ubrukbare masser
- Sprenging og transport av sprengstein til/fra linjen
- Avretting, justering og komprimering av planum
- Seperasjonslag/filterlag av fiberduk
- Arbeider for jernbaneverkets elektroanlegg: se kommentar til Konstruksjoner under-beregnete betongmengder basert på RS-faktor
- Øvrig - VA: se kommentar under

VA-anlegget er inkludert i klimabudsjettet med en utslippsfaktor for VA som er basert på IC Moss (utslippsintensitet per RS). Når det gjelder omlegging av VA og fjernvarmenett, er det tatt med en RS utslippsfaktor fra VegLCA (Flytting og omlegging av private vann- og avløpsledninger).

4.2.2 Tunneler

Følgende komponenter er tatt med i utslipp for 'Tunneler'. Alle disse utslippene er beregnet i VegLCA.

- Sondérboring, kjerneboring og inspeksjon: RS, brukt faktor for Kjerneboring for pelefot
- Sprengning av tunnel: I VegLCA er det lagt inn volum masser i tunnel som sprenges vekk

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 13 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	--

- Steinmasser fra stuff til tunnelmunning: lagt inn volum masser som transporteres til deponi (antatt avstand til Heggvin)
- Stabilitetssikring: se kommentar under
- Fundamentstøp
- Tetningsmembran
- Vann og frostsikring: Hvelv av betongelementer. Lette konstruksjoner i kalkylen er antatt å tilsvare lette betonghvelv.

For stabilitetssikring er det laget en egen beregning av materialmengder basert på mengder stabilitetssikring i tunnelene for IC Moss som er vektet per m² av de forskjellige tunnelene. Venteløp er generelt antatt med samme stabilitetssikring per m² som hovedløp utenom for Øst C som er lagt på 30 % av materialmengden grunnet høyere enhetskostnad på stabilitetssikringen. For vann- og frostsikring kan det også være aktuelt med full utstøpning som vil øke klimagassutslippene.

4.2.3 Vegfundament og banelegeme

For området Vegfundament og banelegeme er følgende komponenter inkludert i klimaregnskapet. Avretting, justering og komprimering av planum på jord

- Separasjonslag/filterlag av fiberduk
- Frostsikringslag av sand, grus eller steinmaterialer
- Bærelag av knust grus tilført utenfra
- Bærelag av Ag 16
- Avretting, justering og komprimering av planum på sprengt stein i skjæring og fylling
- Asfaltdekker bindelag
- Riving av faste dekker
- Legging av grusdekke
- Riving av faste dekker
- Bindelag av asfalgrusbetong (Agb)
- Slitelag av asfalgrusbetong (Agb)

Det er antatt at veidekket på veibruer og veikulverter ikke er inkludert i disse postene slik at dette er beregnet separat i Niras excelverktøy. Utslippene ellers er beregnet i VegLCA.

Rivearbeider er beregnet med en RS utslippsfaktor fra VegLCA.

4.2.4 Utstyr og miljøtiltak

For området Utstyr og miljøtiltak er følgende komponenter inkludert i klimaregnskapet. Utslippene er beregnet i VegLCA.

- Støyskjermer
- Planting av busker
- Utlegging og finplanering av jord fra vegetasjonsdekket og matjord
- Planting av masseplanter i eksisterende jordmasser
- Planting av masseplanter i eksisterende jordmasser
- Tilbakefylling
- Kantstein av naturstein
- Rekkverk av stålskinner
- Gjerder
- Oppsetting av skilt

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 14 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	--

4.2.5 Konstruksjoner

Følgende komponenter er tatt med i fagområdet Konstruksjoner. Utslippene er beregnet i VegLCA

- Rørspunt (VegLCA)
- Bruer
- Kulverter med trau
- Underganger
- Hamar stasjon plattformer og tak
- Hamar stasjon rampe, torg, trapper

For de største konstruksjonene er det laget overordnede beregninger av mengde betong, men disse er ikke utført på detaljplannivå. Betongmengden oppgitt for K255 (Oluf Melvolds gate kulvert) er benyttet for å beregne gjennomsnittlig betongmengde per m² for et par av de andre kulverter (Hamar stasjon undergang og G/s-undergang Rørosbanen). Dette er også brukt som grunnlag for å lage et grovt anslag av betongmengde per NOK (RS) for et par mindre konstruksjoner, Hamar torg, rampe, trapper og plattformer/plattformtak. Også for fundamentering for stålmaster, stolper og skap for KL-master (del av grunnarbeider i kalkylen post 8.1.17.413-423) er inkludert med denne betongmengdeberegningen. Det er knyttet en stor usikkerhet til disse antakelsene men det er vurdert som et bedre grunnlag enn hvis konstruksjonene ville vært utelatte.

Det er også utført noen tilleggsberegning for Vei-bruer og Vei-kulverter i NIRAS Excelverktøy (fra Nye Veier) for beregning av veidekket og driften. I kalkylen er mengder for bru og kulvert oppgitt i m².

4.2.6 Riving og fjerning av spor

Følgende komponenter er tatt med for riving og fjerning av eksisterende konstruksjoner. Utslippene er beregnet vha. utslippsfaktorer for RS i VegLCA.

- Spor
- Planoverganger
- Undergang
- Andre riverarbeider

4.2.7 Overbygning

For Overbygning har vi følgende komponenter:

- Skinner
- Betongsviller
- Bygging av spor
- Nedre ballastlag
- Øvre ballastlag

Tabell 2 viser komponentene som er relevante for faget, sammen med estimering av materialmengde per enhet i kalkylen.

Tabell 2: Mengdevurdering av materialer per komponent. Overbygning.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 15 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	--

Materialkomponent (oppgitt enhet i kalkylen)	Materialmengde og type
Skinner (m)	60 kg stål per m skinne (2 stk)
Sviller (stk)	250 kg betong (B35) per sville
Ballast (m ³)	Nedre og øvre ballastlag. Dette er beregnet med samme utslippsfaktor som forsterkningslag,ecoinvent v3 prosess 'Gravel, crushed, at mine' men med transport til byggeplass likt som i Klimabudsjett for SMS.

Transportprosessen for ballast er foreløpig beregnet likt som for klimabudsjettet på IC Moss der det er regnet med 12.5 tonn i gjennomsnittlig last (25 tonn en vei og tom retur). Det regnes med 5 km én vei for transporten.

4.2.8 Kontaktledning

I kontaktledningsanlegg (KL) har vi følgende komponenter:

- Stålmaster (stk)
- Hengemaster i stål (stk)
- Åk i stål (stk)
- Barduner (stk)
- Kontaktledning (meter)
- Returledning (meter)
- Høyspentkabel
- Jordledning (kalt beskyttelsesjord i kalkylen) (meter)
- Forbigangsledning (meter)

Tabell 3 viser komponentene som er relevante for faget, sammen med estimering av materialmengde per enhet i kalkylen.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 16 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	--

Tabell 3 Mengdevurdering av materialer per komponent og SimaPro prosesser: Kontaktledning

Materialkomponent (oppgitt enhet i kalkylen)	Materialmengde og type
Stålmaster (stk)	Snittvekt er estimert til 93,5 kg/m mast. Master er ca. 10 m høye.
Åk type 12 (kg)	Stålvakt beregnet som 55 kg/m åk. Total lengde åk beregnet per type og lengde.
Åk type 14 (kg)	Stålvakt beregnet som 66 kg/m åk. Total lengde åk beregnet per type og lengde.
Hengemaster og åk i tunnel (stk)	110 kg/åk i tunnel, 59 kg/hengemast.
Kontaktledning (m)	0,89 kg kobber per m ledning.
Returledning (m)	Beregnet med Høyspentkabel utslippsfaktor i VegLCA
Jordledning (m)	Aluminiumsledning: 0,8 kg aluminium per meter ledning (ca. 15 000 m) -brukt i beregning

Øvrige KL-anlegg der det mangler materialmengder er beregnet med en RS-utslippsfaktor som er lik den for Tele.

Det er beregnet utslipp basert på spesifikke materialmengder for ca. 50 % av kostnadene innenfor KL.

4.2.9 Signal, Tele, Lavspent

For fagene Signal, Tele, Lavspent og Strømforsyning er følgende komponenter inkludert i klimaregnskapet:

- Høyspentkabel
- Signalanlegg
- Teleanlegg
- Lavspentanlegg
- Øvrige tekniske installasjoner

Tabell 4 viser komponentene som er relevante for faget, sammen med estimering av materialmengde per enhet i kalkylen.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 17 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	--

Tabell 4: Mengdevurdering av materialer per komponent. Signal/Tele/Strømforsyning.

Materialkomponent (oppgitt enhet i kalkylen)	Materialmengde og type
Signalanlegg	Kun RS i kalkyle. Beregnet utslipp basert på utslippsfaktor fra VegLCA med utslipp per krone (RS).
Teleanlegg	Beregnet som for signalanlegg
Lavspentanlegg eks. Høyspentledning RS	Lavspentanlegg er beregnet med utslippsfaktor som for "Høyspentfremføring" i VegLCA – i RS er det ekskludert de komponenter som er beregnet spesifikt (Høyspentkabel, Jordledning)
Høyspentkabel og 24 kV kabel	Beregnet med utslippsfaktor fra VegLCA i meter høyspentkabel (basert på vurderinger fra Follobanen)

4.3 Drift og vedlikehold og utskiftning

Det er ikke inkludert systematisk vurdering av vedlikehold og utskiftning i prosjektets kalkyler, så i beregningene til klimabudsjettet tas det utgangspunkt i estimater som etablert i Veilederen. Viktige parametere for å beregne klimagassutslipp fra traséens livsløp er vedlikeholdsintervall per komponent, arbeidsmengde per vedlikeholdstilfelle og levetid per komponent. Antall utskiftninger i løpet av 60 års levetid er beregnet som:

$$A = \frac{60 - L}{L}$$

Der: A = Antall utskiftninger, L = Levetiden

Antall utskiftninger er ikke avrundet til heltall, det vil si at antallet kan være et brøk slik at også materialer med utskiftning vil være klare for ny utskiftning eller avhending ved år 60. I virkeligheten er både total levetid på 60 år og antatt levetid på enkelte komponenter teoretiske/antagelser slik at dette er en metode for å estimere mengder til utskiftning.

4.4 Organisk jord

Berørte vegetasjonsarealer som skal fjernes for strekningene og i de ulike alternativene er gitt av fagansvarlig Anleggsteknikk og er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Berørte vegetasjonsdekker for de ulike alternativene og strekningen Jessnes – Brumunddal.

Alternativ	Vegetasjonsdekke vei [m3]	Vegetasjonsdekke spor [m3]	Sum [m3]
Øst A	4 310	52 000	56 310

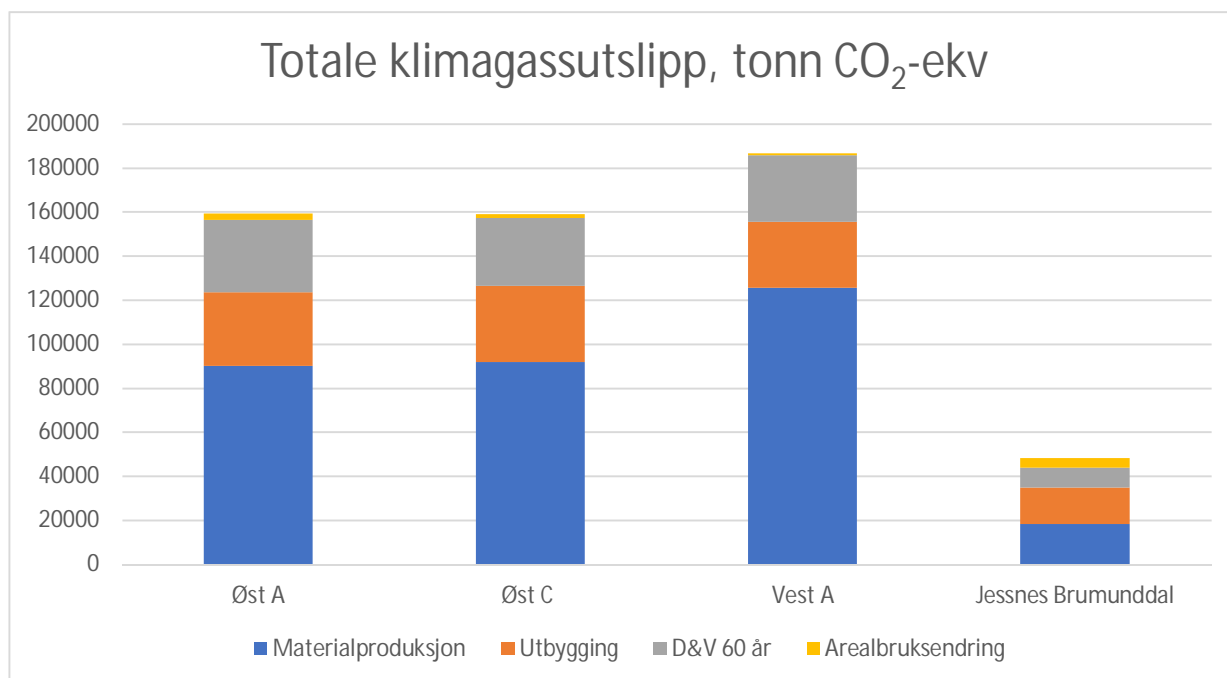
Øst C	3 220	32 000	35 220
Vest A	-	18 000	18 000
Jessnes - Brumunddal	8 350	81 000	89 350

5 RESULTATER

Resultatdelen er delt inn i fem, der det i 5.1 gis en sammenligning av de tre alternativene. De tre påfølgende seksjonene tar for seg resultatene fra de tre alternativene separat. Til slutt, viser seksjon 5.5 resultatet fra strekningen Jessnes-Brumunddal som er felles for de tre alternativene.

5.1 Sammenligning av resultater for de tre alternativene

I dette kapittelet vil de overordnede resultatene for hvert alternativ sammenlignes. I kapittel 5.2-5.4 presenteres resultatene i større detalj for hvert av alternativene. Resultatene for hvert alternativ presenteres for hver livsløpsfase. I tillegg presenteres utslipp knyttet til berørte arealer med organisk jord i anleggsbeltet for de tre alternativene.



Figur 2: Totale klimagassutslipp inkludert arealbruksendring i tonn CO₂-ekv for alternativene

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side:	19 av 35
		Dok.n	ICD-05-A-20023
		Rev.:	00E
		Dato	28.08.2019

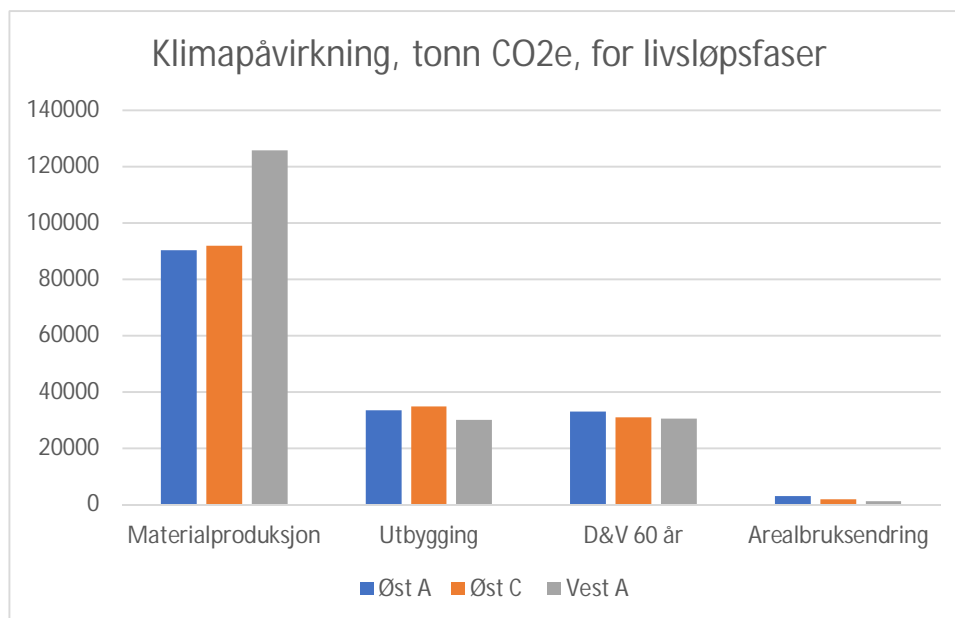
	Øst A	Øst C	Vest A
Materialproduksjon	90063	91716	125515
Utbygging	33434	34672	29845
D&V 60 år	32820	30760	30350
Arealbruksendring	2828	1691	963
sum	159144	158838	186673

Tabell 6: Oversikt CO₂-utslipp oppdelt per fase og alternativ

Resultatene i Figur 2 og tabell 6 viser totale utslipp når arealbruksendring er inkludert. Disse viser at Øst A og Øst C har lavere utslipp enn Vest A med kun marginale forskjeller mellom Øst A og Øst C.

Disse viser at utslippene fra arealbruksendring er høyest i Øst A og lavest i Vest A men totalt sett utgjør dette en veldig liten andel av utslippene (mellom 0,5% og 1,8 %).

De høyere utslippene fra materialer i Vest A skyldes først og fremst flere og større konstruksjoner. For konstruksjoner er det 20 000 tonn CO₂-ekv. høyere utslipp i Vest A (dobbel så høye) enn i Øst-alternativene. I tillegg er det beregnet ca. 20 000 tonn CO₂-ekv fra kalkylepost 8.1.49.1-4 som er relatert til fjernvarme- og VA-omlegginger. Grunnet at dette er beregnede utslipp basert på kostnadstall (RS) er det større usikkerhet knyttet til disse resultatene. Den totale utslippsforskjellen ligger på 27 500 tonn CO₂ – ekv. Dette vil si at øvrige materialer samt for Utbygging og Arealbruksendring er det lavere klimagassutslipp i Vest A enn i Øst-alternativene.



Figur 3: Klimapåvirkning for de tre alternativene inkl. utslipp knyttet til myr og torVest Areal

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 20 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	--

Figur 3 viser den beregnede klimapåvirkningen fra de tre alternativene i fasene materialproduksjon, utbygging, drift- og vedlikehold, samt drenering og oppgraving av organisk jord. Som vist i figuren har alle alternativene relativt like utslipp knyttet til utbyggingen som står for total 16-22 % av utslippene der Vest A har noe lavere utslipp. Dette skyldes noe mindre massetransport i Vest A. Det er et ganske likt bilde og fordeling av utslipp for Drift og Vedlikehold.

5.2 Resultater for Alternativ Øst A

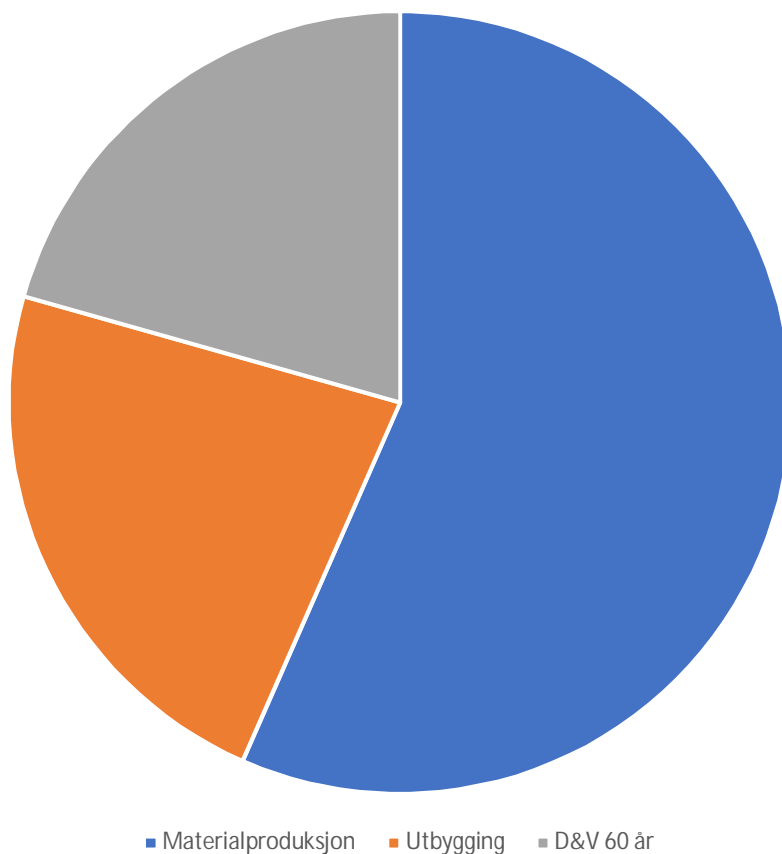
Tabell 7 og Figur 4 viser de totale miljøpåvirkningene for alternativ Øst A fordelt i materialproduksjon, utbygging og drift- og vedlikehold. Som vist i resultatene utgjør materialproduksjon størst andel av klimagassutslippene for alternativ Øst A.

5.2.1 Samlede resultater

Tabell 7: Totale resultater for alternativ Øst A delt inn i effektkategorier og i livsløpsfase.

Livsløpsfase	Klima tonn CO2e	Forsuring kg SO2e	Eutrofiering kg P-e	Fotokjemisk smog kg NMVOC	Akkumulert energibruk GJ
Materialproduksjon	90063	218970	15449	247320	1401315
Utbygging	33434	204269	2185	315045	504899
D&V 60 år	32820	66081	6454	68588	575257
Sum	156316	489320	24087	630953	2481470

Klimapåvirkning, CO₂e, fordelt på livsløpfase (%)



Figur 4: Illustrasjon av klimagassutslipp fordelt på ulike faser. Ikke inkludert utslipp fra berørte arealer med organisk jord.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side:	22 av 35
		Dok.n	ICD-05-A-20023
		Rev.:	00E
		Dato	28.08.2019

5.2.2 Materialproduksjon

Tabell 8 viser miljøpåvirkningen i de fem forskjellige miljøkategoriene for alternativ Øst A. Resultatene viser at vann og frostsikring utgjør totalt ca. 27%. I tillegg bidrar Konstruksjoner (plassstøpt betong og armering) 24 % mens stabilitetssikring står for ca. 10 %. Tekniske anlegg som lavspent, signalanlegg og KL-anlegg bidrar også til store klimagassutslipp (drøye 20 %).

Tabell 8: Miljøpåvirkning fra materialproduksjon av alternativ Øst A. Beregnet for 60 års levetid.

Materialkategori	Klima tonn CO ₂ e	Forsuring kg SO ₂ e	Eutrofiering kg P-e	Fotokjemisk smog kg NMVOC	Akkumulert energibruk GJ
Asfalt	0,77 %	1,19 %	0,33 %	1,23 %	1,52 %
Betong+ betonghvelv	26,79 %	33,83 %	22,41 %	31,31 %	33,01 %
Grus/pukk	3,72 %	9,64 %	6,64 %	12,53 %	4,46 %
Kamstål	7,18 %	11,27 %	15,85 %	14,66 %	10,73 %
Plasstøpt betong	17,09 %	15,22 %	11,63 %	15,46 %	6,86 %
Sement	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Sprøytebetong	9,79 %	8,72 %	6,66 %	8,85 %	3,93 %
Konstruksjonsstål	0,44 %	0,75 %	1,71 %	0,59 %	0,46 %
Plast	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %
EPS	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Fiberduk	0,75 %	1,29 %	2,57 %	0,75 %	1,28 %
Skumglassgranulat	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Trevirke	0,03 %	0,10 %	0,16 %	0,13 %	0,04 %
Annet	0,21 %	0,53 %	0,22 %	0,74 %	0,39 %
Spor, sviller +Spurveksler	7,61 %	10,40 %	25,16 %	8,85 %	6,88 %
Stål KL	0,73 %	1,10 %	2,89 %	0,92 %	0,75 %
KL + Strømforsyning Kabler (Alu + Kobber)	1,07 %	1,59 %	3,39 %	0,83 %	1,05 %
KL-anlegg RS	1,10 %	0,26 %	0,03 %	0,15 %	1,64 %
Teleanlegg RS	1,08 %	0,26 %	0,03 %	0,15 %	1,61 %
Signalanlegg RS	6,41 %	1,52 %	0,17 %	0,89 %	9,60 %
Lavspent RS	9,56 %	1,64 %	0,11 %	1,49 %	11,82 %
Belysning RS	2,37 %	0,60 %	0,04 %	0,41 %	3,46 %
Øvrige tekn. Anlegg	0,73 %	0,08 %	0,01 %	0,05 %	0,50 %
VA omlegging +Anleggsveier	2,57 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Sum	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side:	23 av 35
		Dok.n	ICD-05-A-20023
		Rev.:	00E
		Dato	28.08.2019

5.2.3 Utbygging

Som vist i Tabell 9 utgjør anleggsmaskiner og massetransport størsteparten av klimagassutslippene for utbyggingsfasen. Dette skyldes hovedsakelig massetransport, og dermed forbrenning av diesel, av både utgravede masser samt pukk/grus og anleggsarbeider. Sprengning og rivearbeider bidrar henholdsvis 17% og 16% av utslippene knyttet til utbygging.

Tabell 9: Miljøpåvirkning fra utbyggingsfasen i alternativ Øst A.

Materialkategori	Klima tonn CO2e	Forsuring kg SO2e	Eutrofiering kg P-e	Fotokjemisk smog kg NMVOC	Akkumulert energibruk GJ
Sprengning	16 %	19 %	31 %	11 %	12 %
Arealbruksendring	8 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Anleggsmaskiner	33 %	36 %	13 %	40 %	35 %
Massetransport	22 %	24 %	22 %	26 %	24 %
Elektrisitet	2 %	2 %	28 %	1 %	10 %
Bygging av spor	2 %	2 %	1 %	3 %	2 %
Rivearbeider/Riving av spor	16 %	17 %	6 %	19 %	17 %

5.2.4 Drift og Vedlikehold

For drift og vedlikehold er det først og fremst utskifting av jernbaneteknisk materiell som bidrar til utslippene.

5.3 Resultater for Alternativ Øst C

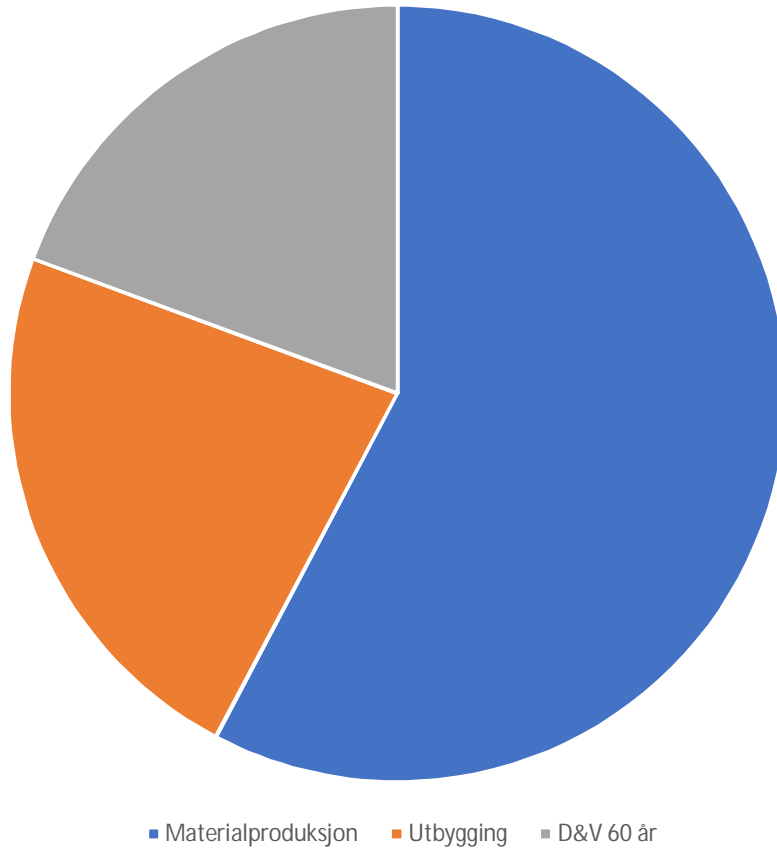
Tabell 10 og Figur 5 viser de totale miljøpåvirkningene for alternativ Øst C fordelt i materialproduksjon, utbygging og drift- og vedlikehold. Som vist utgjør materialproduksjon størst andel av klimagassutslippene for alternativ Øst A.

5.3.1 Samlede resultater

Tabell 10: Totale resultater for alternativ ØST C delt inn i effektkategorier og i livsløpsfase.

Livsløpsfase	Klima tonn CO2e	Forsuring kg SO2e	Eutrofiering kg P-e	Fotokjemisk smog kg NMVOC	Akkumulert energibruk GJ
Materialproduksjon	91716	193901	14624	223922	1359816
Utbygging	34672	209817	2369	320571	521911
D&V 60 år	30760	60114	6172	63246	535350
Sum	157148	463833	23165	607739	2417077

Klimapåvirkning, CO₂e, fordelt på livsløpfase (%)



Figur 5: Illustrasjon av klimagassutslipp fordelt på ulike faser. Ikke inkludert utslipp fra berørte arealer med organisk jord.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side:	25 av 35
		Dok.n	ICD-05-A-20023
		Rev.:	00E
		Dato	28.08.2019

5.3.2 Materialproduksjon

Tabell 11 viser miljøpåvirkningen i de fem forskjellige miljøkategoriene for alternativ Øst A. Resultatene viser at vann- og frostsikring utgjør totalt ca. 18%. I tillegg bidrar Konstruksjoner (plass-støpt betong og armering) 26 % mens stabilitetssikring står for ca. 12 %. Tekniske anlegg som lavspent, signalanlegg og KL-anlegg bidrar også til store klimagassutslipp (drøye 20 %).

Tabell 11: Miljøpåvirkning fra materialproduksjon av alternativ ØST C. Beregnet for 60 års levetid.

Materialkategori	Klima tonn CO2e	Forsuring kg SO2e	Eutrofiering kg P-e	Fotokjemisk smog kg NMVOC	Akkumulert energibruk GJ
Asfalt	0,70 %	1,32 %	0,35 %	1,34 %	1,54 %
Betong+ betonghvelv	18,02 %	24,60 %	16,87 %	24,01 %	23,77 %
Grus/pukk	2,37 %	7,06 %	5,03 %	8,88 %	3,00 %
Kamstål	7,93 %	14,35 %	18,93 %	18,19 %	12,43 %
Plasstøpt betong	18,28 %	18,75 %	13,42 %	18,61 %	7,71 %
Sement	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Sprøytebetong	11,59 %	11,89 %	8,50 %	11,80 %	4,88 %
Konstruksjonsstål	0,43 %	0,85 %	1,81 %	0,66 %	0,47 %
Plast	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %
EPS	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Fiberduk	0,36 %	0,71 %	1,33 %	0,41 %	0,64 %
Skumglassgranulat	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Trevirke	0,03 %	0,12 %	0,17 %	0,14 %	0,04 %
Annet	0,20 %	0,60 %	0,23 %	0,82 %	0,40 %
Spor, sviller +Sporveksler	7,46 %	11,74 %	26,61 %	9,76 %	7,08 %
Stål KL	0,66 %	1,15 %	2,83 %	0,93 %	0,72 %
KL + Strømforsyning Kabler (Alu + Kobber)	1,03 %	2,01 %	3,54 %	1,02 %	1,06 %
KL-anlegg RS	1,08 %	0,30 %	0,03 %	0,17 %	1,70 %
Teleanlegg RS	1,05 %	0,29 %	0,03 %	0,16 %	1,66 %
Signalanlegg RS	5,72 %	1,56 %	0,17 %	0,89 %	8,98 %
Lavspent RS	9,40 %	1,85 %	0,11 %	1,64 %	12,19 %
Belysning RS	2,58 %	0,76 %	0,04 %	0,50 %	3,99 %
Øvrige tekn. Anlegg	0,66 %	0,08 %	0,01 %	0,05 %	0,43 %
VA omlegging +Anleggsveier	10,44 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	7,30 %

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side:	26 av 35
		Dok.n	ICD-05-A-20023
		Rev.:	00E
		Dato	28.08.2019

5.3.3 Utbygging

Som vist i Tabell 12 utgjør anleggsmaskiner og massetransport størsteparten av klimagassutslippene for utbyggingsfasen. Dette skyldes hovedsakelig massetransport, og dermed forbrenning av diesel, av både utgravede masser samt pukk/grus og anleggsarbeider. Sprengning og rivearbeider bidrar med henholdsvis 18% og 16% av utslippene knyttet til utbygging.

Tabell 12: Miljøpåvirkning fra utbyggingsfasen i alternativ ØST C.

Materialkategori	Klima tonn CO2e	Forsuring kg SO2e	Eutrofiering kg P-e	Fotokjemisk smog kg NMVOC	Akkumulert energibruk GJ
Sprengning	18 %	20 %	31 %	12 %	13 %
Arealbruksendring	5 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Anleggsmaskiner	33 %	34 %	11 %	39 %	33 %
Massetransport	23 %	24 %	21 %	26 %	24 %
Elektrisitet	2 %	2 %	30 %	1 %	12 %
Bygging av spor	2 %	2 %	1 %	3 %	2 %
Rivearbeider/Riving av spor	16 %	17 %	6 %	19 %	16 %

5.3.4 Drift og Vedlikehold

For drift og vedlikehold er det fremst utskiftning av jernbaneteknikk som bidrar til utslippene. Detaljene knyttet til bidragsyttere vil bli diskutert i neste versjon.

5.4 Resultater for Alternativ Vest A

Tabell 13 og Figur 6 viser de totale miljøpåvirkningene for alternativ Øst A fordelt i materialproduksjon, utbygging og drift- og vedlikehold. Som vist i resultatene utgjør igjen materialproduksjon størst andel av klimagassutslippene for alternativ Vest A.

5.4.1 Samlede resultater

Tabell 13: Totale resultater for alternativ Vest A delt inn i effekt kategorier og i livsløpsfase.

Livsløpsfase	Klima tonn CO2e	Forsuring kg SO2e	Eutrofiering kg P-e	Fotokjemisk smog kg NMVOC	Akkumulert energibruk GJ
Materialproduksjon	125515	259619	18266	302917	1850199
Utbygging	30808	182659	2252	272463	456613
D&V 60 år	30350	46166	4961	47738	469911
Sum	186673	488445	25479	623118	2776722



Figur 6: Illustrasjon av klimagassutslipp fordelt på ulike faser. Ikke inkludert utslipp fra berørte arealer med organisk jord.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side:	28 av 35
		Dok.n	ICD-05-A-20023
		Rev.:	00E
		Dato	28.08.2019

5.4.2 Materialproduksjon

Tabell 14 viser miljøpåvirkningen i de fem forskjellige miljøkategoriene for alternativ Vest A. Resultatene viser at betonghvelv og betong utgjør totalt i overkant av 50%. I tillegg bidrar lavspent og stål med henholdsvis 12% og 9% av utslippene.

I miljøkategorien forsuring står betonghvelv og stål for størst andel av miljøpåvirkningen, og for eutrofiering er det grus/pukk og stål som utgjør størst andel av miljøpåvirkningen. Betonghvelv utgjør størst del av miljøpåvirkningen knyttet til energibruk.

Tabell 14: Miljøpåvirkning fra materialproduksjon av alternativ VEST A. Beregnet for 60 års levetid.

Materialkategori	Klima tonn CO2e	Forsuring kg SO2e	Eutrofiering kg P-e	Fotokjemisk smog kg NMVOC	Akkumulert energibruk GJ
Asfalt	0,77 %	1,19 %	0,33 %	1,23 %	1,52 %
Betong+ betonghvelv	26,79 %	33,83 %	22,41 %	31,31 %	33,01 %
Grus/pukk	3,72 %	9,64 %	6,64 %	12,53 %	4,46 %
Kamstål	7,18 %	11,27 %	15,85 %	14,66 %	10,73 %
Plasstøpt betong	17,09 %	15,22 %	11,63 %	15,46 %	6,86 %
Sement	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Sprøytebetong	9,79 %	8,72 %	6,66 %	8,85 %	3,93 %
Konstruksjonsstål	0,44 %	0,75 %	1,71 %	0,59 %	0,46 %
Plast	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %
EPS	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Fiberduk	0,75 %	1,29 %	2,57 %	0,75 %	1,28 %
Skumglassgranulat	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Trevirke	0,03 %	0,10 %	0,16 %	0,13 %	0,04 %
Annet	0,21 %	0,53 %	0,22 %	0,74 %	0,39 %
Spor, sviller +Sporveksler	7,61 %	10,40 %	25,16 %	8,85 %	6,88 %
Stål KL	0,73 %	1,10 %	2,89 %	0,92 %	0,75 %
KL + Strømforsyning Kabler (Alu + Kobber)	1,07 %	1,59 %	3,39 %	0,83 %	1,05 %
KL-anlegg RS	1,10 %	0,26 %	0,03 %	0,15 %	1,64 %
Teleanlegg RS	1,08 %	0,26 %	0,03 %	0,15 %	1,61 %
Signalanlegg RS	6,41 %	1,52 %	0,17 %	0,89 %	9,60 %
Lavspent RS	9,56 %	1,64 %	0,11 %	1,49 %	11,82 %
Belysning RS	2,37 %	0,60 %	0,04 %	0,41 %	3,46 %
Øvrige tekn. Anlegg	0,73 %	0,08 %	0,01 %	0,05 %	0,50 %
VA + VA omlegging +Anleggsveier	2,57 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
sum	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side:	29 av 35
		Dok.n	ICD-05-A-20023
		Rev.:	00E
		Dato	28.08.2019

5.4.3 Utbygging

Som vist i Tabell 15 utgjør anleggsmaskiner, sprengning og massetransport for størsteparten av klimagassutslippene for utbyggingsfasen, totalt 72% av utslippene. Dette skyldes hovedsakelig forbrenning av diesel, i prosessene. Rivearbeider og riving av spor står for 16% av de totale klimagassutslippene i utbyggingsfasen.

Tabell 15: Miljøpåvirkning fra utbyggingsfasen i alternativ VEST A.

Materialkategori	Klima tonn CO2e	Forsuring kg SO2e	Eutrofiering kg P-e	Fotokjemisk smog kg NMVOC	Akkumulert energibruk GJ
Sprengning	16 %	19 %	31 %	11 %	12 %
Arealbruksendring	8 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Anleggsmaskineri	33 %	36 %	13 %	40 %	35 %
Massetransport	22 %	24 %	22 %	26 %	24 %
Elektrisitet	2 %	2 %	28 %	1 %	10 %
Bygging av spor	2 %	2 %	1 %	3 %	2 %
Rivearbeider/Riving av spor	16 %	17 %	6 %	19 %	17 %

5.4.4 Drift og Vedlikehold

For drift og vedlikehold er det fremst utskiftning av jernbaneteknikk som bidrar til utslippene. Detaljene knyttet til bidragsyttere vil bli diskutert i neste versjon.

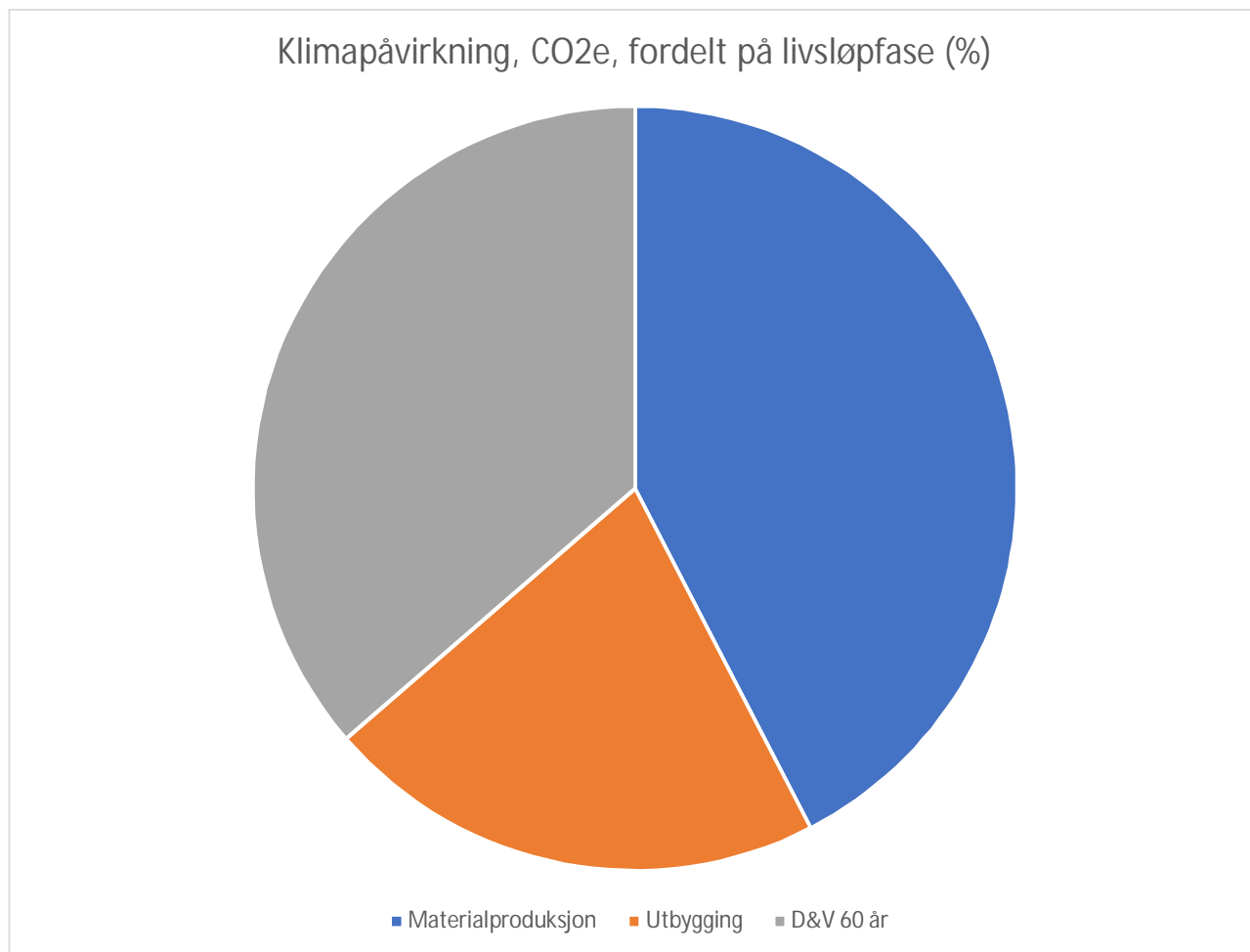
5.5 Resultater for strekningen Jessnes – Brumunddal

Tabell 16 og Figur 7 viser de totale miljøpåvirkningene for strekningen Jessnes-Brumunddal fordelt i materialproduksjon, utbygging og drift- og vedlikehold. Som vist i resultatene utgjør materialproduksjon størst andel av klimagassutslippene for strekningen Jessnes - Brumunddal.

5.5.1 Samlede resultater

Tabell 16: Totale resultater for strekningen Jessnes - Brumunddal delt inn i effektkategorier og i livsløpsfase.

Livsløpsfase	Klima tonn CO2e	Forsuring kg SO2e	Eutrofiering kg P-e	Fotokjemisk smog kg NMVOC	Akkumulert energibruk GJ
Materialproduksjon	18381	42262	6145	51881	207592
Utbygging	16350	98959	633	166279	236872
D&V 60 år	9058	23944	6105	26480	140689
Sum	43789	165166	12883	244640	585152



Figur 7: Illustrasjon av klimagassutslipp fordelt på ulike faser. Ikke inkludert utslipp fra berørte arealer med organisk jord.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side:	31 av 35
		Dok.n	ICD-05-A-20023
		Rev.:	00E
		Dato	28.08.2019

5.5.2 Materialproduksjon

Tabell 177 viser miljøpåvirkningen i de fem forskjellige miljøkategoriene for strekningen Jessnes-Brumunddal. Resultatene viser at betongelementer, stål og grus/pukk utgjør totalt i overkant av 70%. I tillegg lavspentanlegg med 10% av utslippene.

I miljøkategorien forsuring og eutrofiering står grus/pukk for størst andel av miljøpåvirkningen. Grus/pukk og Stål bidrar med lik andel energibruk og utgjør totalt 60% av bidragene.

Tabell 17: Miljøpåvirkning fra materialproduksjon for strekningen Jessnes Brumunddal. Beregnet for 60 års levetid.

Materialkategori	Klima tonn CO ₂ e	Forsuring kg SO ₂ e	Eutrofiering kg P- e	Fotokjemisk smog kg NMVOC	Akkumulert energibruk GJ
Asfalt	1,7 %	3,5 %	0,5 %	3,3 %	6,0 %
Betongelementer	33,5 %	3,8 %	1,5 %	3,4 %	2,3 %
Betonghvelv	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Grus/pukk	20,3 %	48,8 %	46,9 %	60,8 %	29,6 %
Kamstål	5,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Plasstøpt betong	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Sement	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Sprøytebetong	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Konstruksjonsstål	0,8 %	1,4 %	1,5 %	1,0 %	1,1 %
Plast	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
EPS	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Fiberduk	2,2 %	4,0 %	3,6 %	2,2 %	5,2 %
Skumglassgranulat	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Trevirke	0,3 %	1,0 %	0,7 %	1,1 %	0,5 %
Annet	0,1 %	0,2 %	0,0 %	0,3 %	0,2 %
Sporveksler	0,4 %	0,4 %	0,1 %	0,3 %	0,2 %
Kobber	0,1 %	1,9 %	5,6 %	0,4 %	0,1 %
Stål	21,3 %	32,3 %	38,9 %	25,1 %	29,4 %
Kabel høyspent	0,5 %	0,0 %	0,6 %	0,0 %	0,7 %
Aluminium	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
KL-anlegg	1,4 %	0,4 %	0,0 %	0,2 %	3,0 %
Teleanlegg	1,3 %	0,3 %	0,0 %	0,2 %	2,7 %
Signalanlegg	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Bygging av spor	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Riving av spor	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Lavspent	10,2 %	1,8 %	0,1 %	1,5 %	17,2 %
Belysning	0,7 %	0,2 %	0,0 %	0,1 %	1,3 %
Øvrige tekn. Anlegg	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 32 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	--

5.5.3 Utbygging

Som vist i Tabell 18 utgjør anleggsmaskiner og massetransport størsteparten av klimagassutslippene for utbyggingsfasen. Dette skyldes hovedsakelig massetransport, og dermed forbrenning av diesel, av både utgravede masser samt pukk/grus og anleggsarbeider. For denne strekningen bidrar arealbruksendring til 22% av utslippene, vesentlig mer enn denne posten bidrar for de alternativene Øst A, Øst C og Vest A.

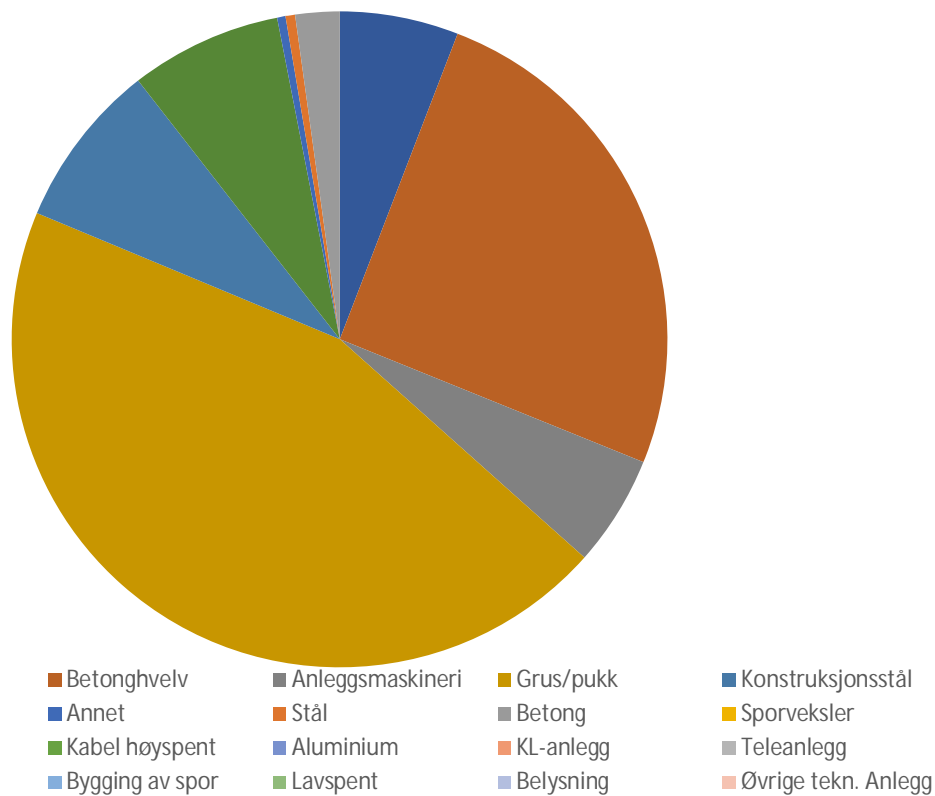
Tabell 18: Miljøpåvirkning fra utbyggingsfasen for strekningen Jessnes - Brumunddal.

Materialkategori	Klima tonn CO2e	Forsuring kg SO2e	Eutrofiering kg P-e	Fotokjemisk smog kg NMVOC	Akkumulert energibruk GJ
Sprengning	2 %	3 %	9 %	2 %	2 %
Arealbruksendring	22 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Anleggsmaskineri	37 %	47 %	27 %	48 %	47 %
Massetransport	29 %	37 %	56 %	36 %	38 %
Elektrisitet	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Bygging av spor	2 %	3 %	2 %	3 %	3 %
Riving av spor	8 %	10 %	6 %	10 %	10 %

5.5.4 Drift og vedlikehold

Figur 8 viser at stål og bygging av spor bidrar med henholdsvis 39 og 23%. Dette er fordi sporene skiftes ut etter 30 år, og stål til skinner og utslippene i forbindelse med selve utbyggingen medfører dermed store utslipp. Som nevnt før medfører levetiden på Lavspent-, Tele- og KL-anlegg at det kreves utskifting av i løpet av strekningens levetid. Da levetiden på disse komponentene er estimert til 30 år er det beregnet med en full utskifting av disse anleggene halvveis i analyseperioden.

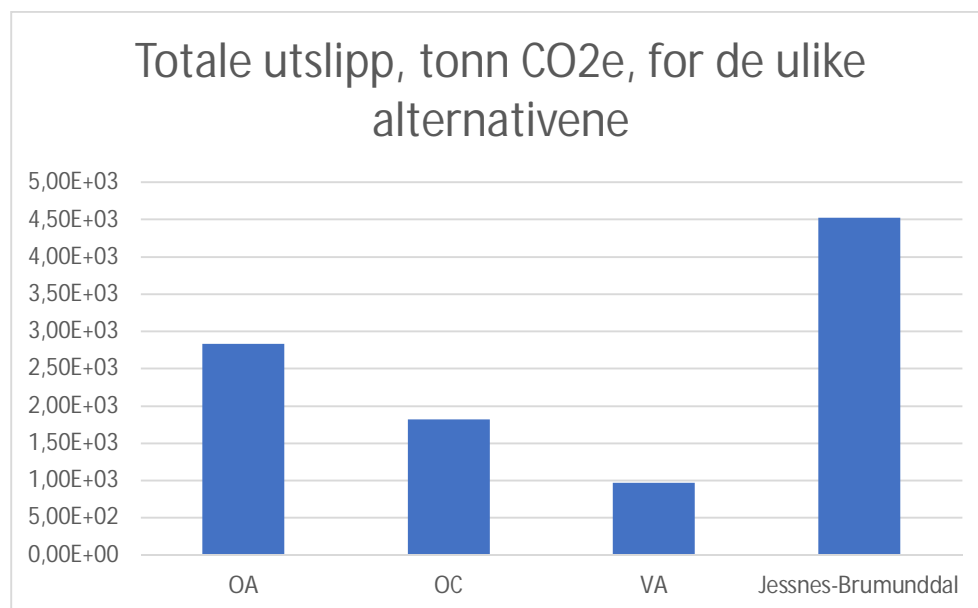
Klimagassutslipp, tonn CO₂e, fra D&V (%)



Figur 8: Klimapåvirkning fra drift og vedlikehold for strekningen Jessnes - Brumunddal.

5.6 Arealbruksendring

Figur 9 viser de totale klimagassutslippene for de tre alternativene. Fra figuren ser vi at Øst A har størst utslipp, etterfulgt av alternativ Øst C. Vest A har merkelig lavere utslipp, mye grunnet mindre behov for arealbruksendring av nye områder, da den i større grad følger dagens spor.



Figur 9: Klimagassutslipp knyttet til arealbruksendring for de tre alternativene og strekningen Jessnes-Brumunddal.

6 DISKUSJON

Denne rapporten viser at Vest A har ca. 40 % høyere utslipp knyttet til materialbruk enn Øst-alternativene. Totale utslipp inkl. utbygging, drift og vedlikehold viser at utslippene for Vest A kun 17 % høyere enn de to andre alternativene grunnet noe lavere utslipp fra utbygging og arealbruksendring. De lavere utslippene fra Utbygging i Vest A skyldes at strekningen har en del mindre massehåndtering enn de to andre alternativene.

Utslipp fra drift og vedlikehold ligger relativt likt i alternativene grunnet at det ikke er antatt utskiftning av konstruksjoner eller tunneler (med vann og frostsikring samt stabilitetssikring). For jernbanetekniske fag der det er antatt en del utskiftninger i løpet av levetiden er det mer like materialmengder (og dermed utslipp) i alle alternativene. Det er heller ikke antatt noe masseforflyttinger (som utgjør størst andel av utbygging-utslippene) i drift og vedlikeholdsfasen.

De høyere utslippene fra materialer i Vest A skyldes fremst flere og større konstruksjoner. For konstruksjoner er det 20 000 tonn CO₂-ekv. høyere utslipp i Vest A (dobbel så høye) enn i Øst-alternativene. I tillegg er det beregnet ca. 20 000 tonn CO₂-ekv fra kalkylepost 8.1.49.1-4 som er VA-relatert, Fjernvarme og VA omlegginger. Grunnet at dette er beregnede utslipp basert på kostnadstall (RS) er det større usikkerhet knyttet til disse resultatene enn utslipp beregnet basert på konkrete mengder. Den totale utslippsforskjellen ligger på 27 500 tonn CO₂ – ekv. Dette vil si at for øvrige materialer samt for Utbygging og Arealbruksendring er det lavere klimagassutslipp i Vest A enn i Øst-alternativene.

Når det gjelder usikkerhet er det vurdert en middels høy usikkerhet knyttet til resultat for konstruksjoner og stabilitetssikring grunnet at dette er beregnede mengder. For konstruksjoner er det størst usikkerhet knyttet til flere mindre kulverter, Hamar torg, ramper og plattformer/plattformtak der betongmengde er beregnet med en vekting ift. kostnader. Disse utslippene står for mellom 35% til 40 % av totale materialutslipp.

BANE NOR Intercity-prosjektet, Dovrebanen, Åkersvika- Brumunddal	Klimabudsjett	Side: 35 av 35 Dok.n ICD-05-A-20023 Rev.: 00E Dato 28.08.2019
---	----------------------	--

Vann og frostsikring, spor, stor del av kontaktledning og grunn og fundamenter (med massehåndtering) har relativt høy grad av sikkerhet fordi disse dataene er basert på faktiske mengder. Disse utslippene står for mellom 24% til 36 % av totale materialutslipp.

Størst usikkerhet er knyttet til tekniske installasjoner (signal, tele, lavspent) og VA da dette er basert på rundsum data i kalkylen med utslippsfaktor basert på kostnader. Disse utslippene står for mellom 24% til 33 % av totale materialutslipp (høyest andel for Vest A og lavest for Øst A). Utslippsfaktorer per RS er hentet fra VegLCA og usikkerheten baserer seg mest på at det er uklart hvordan disse utslippsfaktorene er fremstilt og hva som inngår i disse.

Omfanget på klimagassbudsjettet inkluderer i prinsipp alle komponenter som ligger i kalkylen med kun noen få unntak knyttet til mindre komponenter som antas å ha veldig små utslipp (og en lav kostnadspost).

Når det gjelder utslipp i anleggsfasen er det beregnet utslipp for all massetransport inkludert graving og lasting basert på antatte avstander som beskrevet i kapittel 3. Av anleggsprosesser er det videre tatt med sprengning av tunnel, strømforbruk ved tunnelbygging, bygging av spor, anleggsveier og vegbygging. Det mangler utslippsberegning for anleggsarbeidet knyttet til bygging av konstruksjoner samt anleggsarbeid knyttet til alle poster innenfor jernbaneteknikk (utenom spor).

I kalkylen er det ikke tatt med posten for entreprenør tilsvarende 25 % av entreprisekostnaden.

Dette er ikke medtatt fordi det antas å øke usikkerheten altfor mye i resultatene og i tillegg resultere i en del dobbeltregning av utslipp (anleggsprosesser som allerede er inkludert – som beskrevet over) slik at dette er valgt å utelates foreløpig. Det anbefales at dette vurderes nærmere i neste fase og ved oppdatering av klimabudsjettet.

7 TILTAK

For å redusere klimagassutslipp kan det iverksettes tiltak som vil bidra til reduksjon i alle faser. Dette kan være å bruke et mindre utslippsintensivt materiale, som lavkarbonbetong, bruk av andre materialer med lavere utslipp, for eksempel erstatte tre med andre materialer, og spesielt viktig, begrense volumet på materialbruken. I tillegg vil tiltak i utbyggingsfasen, som smartere logistikkmessige løsninger ift masseforflytting, redusere tiden anleggsmaskinerer står på tomgang og drivstoff med lavere klimagassutslipp, bidra til en reduksjon i miljøpåvirkning. I Drift og vedlikeholdsfasen kan utslippene reduseres betraktelig dersom materialer med høy gjenvinningsgrad og/eller lang levetid velges.

8 REFERANSER

Bane NOR 2017. Teknisk designbasis for InterCity. Rev 04A. 13.12.2017. 156 s.

<https://bygg.tekna.no/wp-content/uploads/2017/05/Bærekraftige-bygningsmaterialer-hva-er-det.pdf>
<https://bygg.tekna.no/wp-content/uploads/2017/05/Miljøvurdering-av-byggematerialer.pdf>