



Jernbaneforum Sør

Klimagassberegning: Utbygging av Sørvestbanen

Utgave: 1

Dato: 10.08.2016

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver:	Jernbaneforum Sør
Rapporttittel:	Klimagassberegning: Utbygging av Sørvestbanen
Utgave/dato:	1 / 10.08.2016
Filnavn:	Klimagassberegning -Utbygging av Sørvestbanen.docx
Oppdrag:	606773-01 – Miljørapport Jernbaneforum Sør, Miljøanalyse og miljøbudsjett
Oppdragsleder:	Oddbjørn Dahlstrøm
Avdeling:	Energi og Miljø
Fag	LCA, klimagassberegning, klimagassregnskap, miljøbudsjett.
Skrevet av:	Oddbjørn Dahlstrøm
Kvalitetskontroll:	Håvard Bergsdal
Asplan Viak AS	www.asplanviak.no

FORORD

Asplan Viak har vært engasjert av Jernbaneforum Sør for å utrede hvordan en fremtidig utbygging av dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger, *Sørvestbanen*, vil påvirke klimagassutslipp fra transport mellom disse byene. Hovedspørsmålet denne utredningen vil forsøke å svare på er: *Hvordan vil utbygging av en dobbeltsporet jernbane langs kysten fra Oslo til Stavanger påvirke totale klimagassutslipp fra transport mellom byene, når man regner med effekt av høyhastighetsbane, InterCity trafikk og godstransport?*

Denne utredningen baserer seg på miljøanalysen som ble utarbeidet i forbindelse med Høyhastighetsutredning (*HSR miljøanalyse klima*) i 2012, alternativ S8:Q (Oslo-Stavanger). I tillegg til høyhastighetstrafikk er også overført lokaltrafikk (InterCity) og overført gods inkludert i beregningene.

Kontaktperson Jernbaneforum Sør: Reidar Braathen

Kontaktperson Asplan Viak AS: Oddbjørn Dahlstrøm

Sandvika, 10.08.2016

Oddbjørn Dahlstrøm

Oppdragsleder

Håvard Bergsdal

Kvalitetssikrer

INNHOILDSFORTEGNELSE

2	Sammendrag.....	4
2.1	Bakgrunn.....	4
2.2	Metode.....	4
2.3	Resultater.....	5
2.4	Usikkerheter	7
2.5	Oppsummering/konklusjon	7
3	Innledning	10
3.1	Bakgrunn.....	10
3.2	Sørvestbanen (dobbeltsporet jernbane Oslo-Stavanger)	11
3.3	Begreper og ordliste	12
4	Bakgrunn for beregninger.....	13
4.1	Klimagassutslipp fra utbygging og vedlikehold av infrastruktur	13
4.2	Klimagassutslipp fra elektrisk energi og materialer	13
4.3	Klimagassutslipp fra transport	14
5	Overført trafikk til Sørvestbanen	17
5.1	Langtransport (høyhastighetsreiser)	17
5.2	Lokaltransport (InterCity)	19
5.3	Gods	25
5.4	Overført persontransport, samlet.....	27
6	Resultater.....	30
7	Usikkerheter i beregningene.....	32
7.1	Utbygging og vedlikehold av jernbaneinfrastruktur	32
7.2	Elektrisk energi og materialer	32
7.3	Transport.....	33
7.4	Overført trafikk fra dagens transportsystem til fremtidig transport med tog	33
7.5	Resultat av usikkerhetsberegninger (scenario).....	35
8	Oppsummering/konklusjon	36
9	Referanser	38
	Vedlegg 1: Bakgrunn for beregninger	39

1 SAMMENDRAG

1.1 Bakgrunn

Klimagassutslipp fra Norge (innenfor norsk territorium) var i 2014 på 53,2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter (SSB¹). Utslipp fra transportsektoren stod for 31% av disse utslippene (16,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter). Utbygging av dobbeltsporet jernbane og drift av høyhastighetstog er foreslått som et klimatiltak for å redusere totale klimagassutslipp fra transport, siden tog kan kjøre med ren elektrisitet og med høy energieffektivitet per sete-km.

Det er i dag bygget ut 116 km dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger, og det gjenstår å bygge ut rundt 386 km dobbeltspor før tog med hastighet på 250 km/t kan trafikkere hele strekningen. Utbygging av resterende dobbeltspor mellom Oslo og Stavanger medfører store investeringskostnader og utslipp av klimagasser i forbindelse med energi- og materialforbruk.

Utbygging av dobbeltsporet jernbane med høyhastighetstog som et klimatiltak er avhengig av størrelse og opprinnelse av overført trafikk til ny bane, samt samlet utnyttelsesgrad av banenettet.

Togtransport på fremtidig dobbeltsporet jernbane fra Oslo til Stavanger, *Sørvestbanen*, vil omfatte langtransport (høyhastighetsreiser), lokaltransport (InterCity) innenfor Vestfold, Grenland, Agder og Rogaland, og godstransport.

Denne utredningen vurderer hvordan en utbygging av resterende 386 km med dobbeltsporet jernbane mellom Oslo til Stavanger påvirker totale klimagassutslipp fra transport mellom byene, når man regner med effekt av langtransport, lokaltransport og godstransport.

1.2 Metode

Det er i beregningene antatt en dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger vil stå ferdig i 2030. Beregningsperioden er satt til 60 år (fra 2030 til 2089).

Klimagassutslipp fra utbygging og vedlikehold av jernbaneinfrastruktur

Det er i dag bygget ut 116 km dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger. Klimagassutslipp fra utbygging av resterende 386 km dobbeltspor er inkludert i beregningene.

Det er beregningsperioden (2030-2089) ikke beregnet noe forbedring/innovasjon i byggemetoder og vedlikehold av jernbaneinfrastruktur i forhold til dagens praksis.

Klimagassutslipp fra elektrisk energi og materialer

Klimagassutslipp fra strømforbruk er beregnet etter nordisk kraftmiks (inkludert import) og er på 136 g CO₂ e/kWh (snitt høyspent nordisk strømmiks 2010-2014).

¹ <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn/aar-enderlige>

Det er beregningsperioden (2030-2089) ikke beregnet noe forbedring/innovasjon i produksjon av byggematerialer i forhold til dagens praksis.

Klimagassutslipp fra transport

Beregninger av klimagassutslipp fra dagens tog, fly, buss, bil og høyhastighetstog er primært basert på beregninger gjort i Høyhastighetsutredningen fra 2012 (*HSR miljøanalyse klima*) [MiSA m.fl., 2012]. I tillegg er det lagt til klimagassutslipp fra dagens og fremtidens godstog, lastebil og fremtidens InterCity-tog.

Overført trafikk fra dagens transportsystem til fremtidig transport med tog

Overført transport fra dagens transportsystem til ferdig utbygget Sørvestbane er basert på følgende kilder:

- Høyhastighetsbane: Høyhastighetsutredningen fra 2012 (MiSA m.fl., 2012 - *HSR miljøanalyse klima*).
- InterCity i Vestfold: KVV for Intercitystrekningene på Østlandet (Vista analyse 2012).
- Grenland: KVV Grenlandsbanen - vurdering av sammenkobling av Vestfoldbanen og Sørlandsbanen (COWI 2016).
- Lokaltrafikk i Agder (InterCity Arendal – Mandal): Kystnær høyhastighetsbane, Regionale ringvirkninger, Strekningen Brokelandsheia – Egersund (Rambøll 2012).
- Lokaltrafikk i Rogaland (InterCity Egersund - Stavanger): etter tilsvarende metode som for lokaltrafikk i Agder.
- Godstransport: beregnet på grunnlag at transportmengder i Godstransportmarkedets sammensetning og utvikling (TØI 2014). Det er antatt at ved ferdig bygget Sørvestbane vil kortere distanse, økt frekvens, økt punktlighet og sammenkobling av havner i Oslo, Drammen, Larvik, Kristiansand og Stavanger medføre at det fraktes 20% mer gods enn i dag på jernbanen. All økning av godstransport på tog er forutsatt kommer fra transport med lastebil.

Resultater og forutsetninger fra ovennevnte studier er brukt direkte og uten tilpasninger.

1.3 Resultater

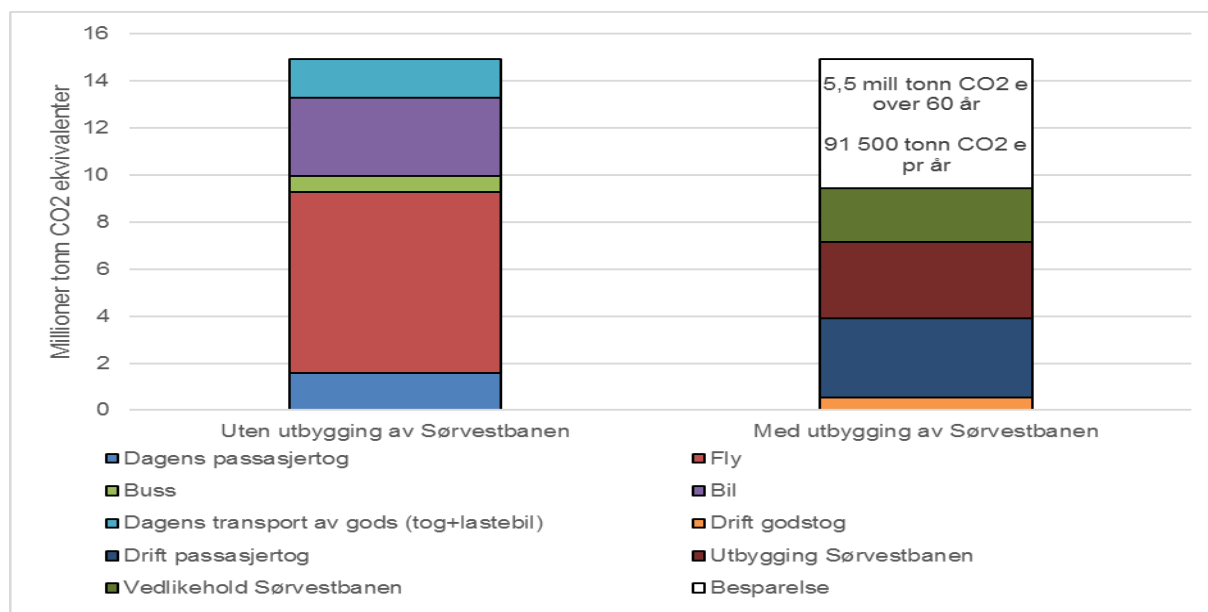
Reduksjon av klimagassutslipp pr år ved utbygging og drift av tog på Sørvestbanen er beregnet til 91 500 tonn CO₂ ekvivalenter pr år², eller 5,5 millioner tonn CO₂ ekvivalenter over en 60 års beregningsperiode.

Selve utbyggingen av resterende infrastruktur for dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger medfører klimagassutslipp (i år 0) i form av forbruk av energi- og materialer. Denne «investeringen» i utslipp medfører reduserte klimagassutslipp hvert år i driftsfasen som følge av overført transport fra andre transportmidler.

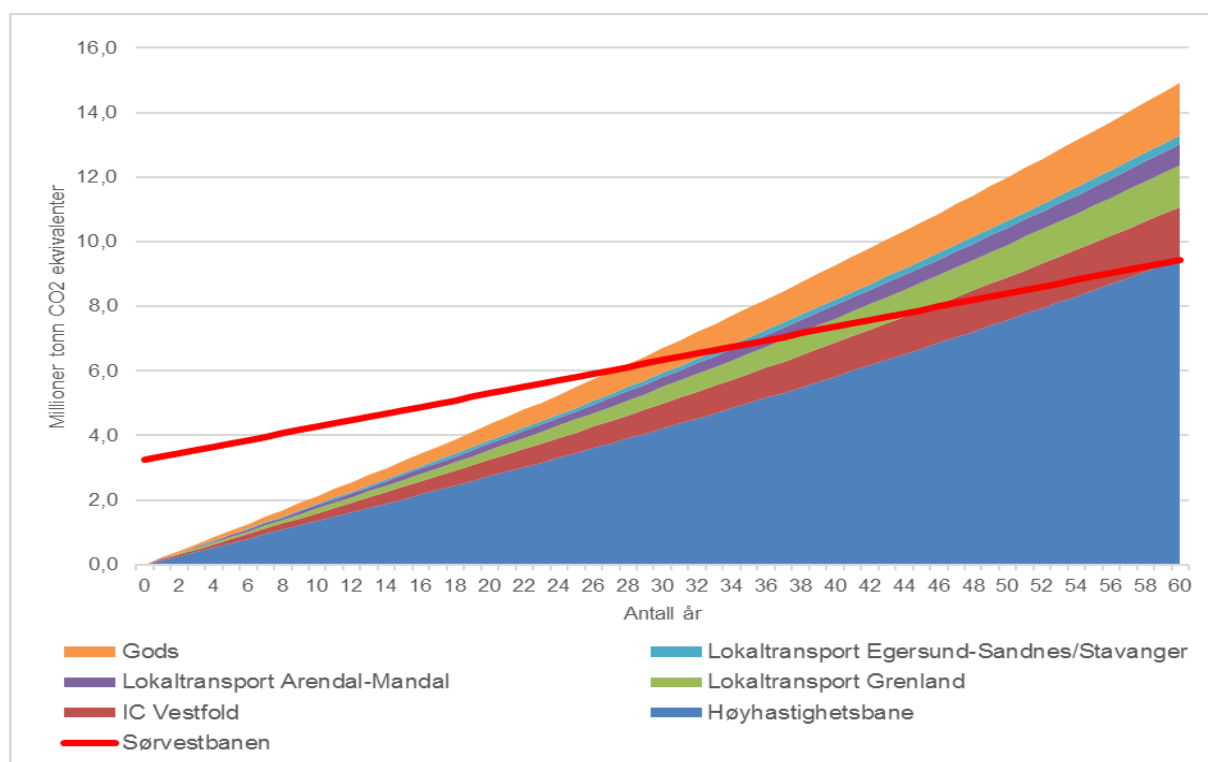
I Figur 2 er akkumulerte utslipp fra dagens transportsystem og akkumulerte utslipp fra en utbygging av Sørvestbanen vist. Krysningpunktet mellom disse grafene viser etter hvor mange år økte utslipp fra utbyggingen tas igjen av reduserte utslipp fra driftsfasen.

² Klimagassutslipp fra utbygging av banen blir da fordelt over 60 år.

Basert på forutsetningene vist i kapittel 3 og 4 vil utbygging av Sørvestbanen og drift av tog (1 høyhastighetstog pr time hver vei, 2 InterCity tog pr time vei, 2 ekstra InterCity tog pr vei hver time mellom Oslo og Tønsberg, samt godstog) ha en tilbakebetalingstid mtp. klimagassutslipp på rundt 28 år.



Figur 1: Totale klimagassutslipp over beregningsperioden på 60 år, i millioner tonn CO₂ ekvivalenter. Besparelsen (hvit farge) er angitt både over beregningsperioden på 60 år og pr år.



Figur 2: Akkumulerte klimagassutslipp fra referansen (transport på dagens infrastruktur) er vist i blå, rød, grønn, lilla, turkis og oransje farge. Akkumulerte klimagassutslipp fra Sørvestbanen (utbygging, drift/vedlikehold av infrastruktur og drift/vedlikehold av tog) er vist i rød linje. Krysningpunktet mellom disse viser når tiltaket er tilbakebetalt mtp. klimagassutslipp.

Ved å sammenlikne årlige reduserte klimagassutslipp på 91 500 tonn CO₂ ekvivalenter pr år med totale klimagassutslipp fra transport i Norge (innenfor norsk territorium) i 2014 (antar at totale klimagassutslipp fra Norge holder seg stabilt fra 2014 til 2030) utgjør utbygging av Sørvestbanen en reduksjon på 0,55% av Norges totale klimagassutslipp fra transport.

1.4 Usikkerheter

For ytterligere beskrivelser av usikkerhetsberegningene henvises det til kapittel 6.

Tabell 1 viser en oversikt over de ulike scenarioene (usikkerhetsberegningene) og konsekvenser endrede forutsetninger har for klimagassutslipp og tilbakebetalingstiden. Tabellen viser at med den mest ekstreme antakelsen (scenario 6), hvor det kun beregnes med overført trafikk til høyhastighetsbane og gods, og det ikke regnes med noen lokale effekter av utbyggingen, øker tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp med 18 år, fra 28 år til 46 år.

Regnes det med de beste antakelsene (scenario 1 og 3) vil tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp reduseres med hhv. 7 år og 6 år. En kombinasjon av ulike «positive» scenarioer (for eksempel ved å stille gode miljøkrav til materialer ved utbyggingen, 50 % økt godstransport på jernbane istedenfor 20% og lavere klimagassutslipp fra produksjon av elektrisk energi) vil dette redusere tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp ned mot 15 år. På samme måte vil en kombinasjon av ulike «negative» scenarioer (redusert overført transport til tog og høyere klimagassutslipp fra produksjon av elektrisk energi) øke tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp ytterligere.

Tabell 1: Tabellen viser resultatet av usikkerhetsberegningene og konsekvensene de ulike scenarioene har for tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp.

Scenario	Antall år tilbakebetalingstid mtp klima
Standard i beregninger	28 år
1: Norsk kraftmiks	21 år
2: Europeisk kraftmiks	41 år
3: Miljøkrav til materialer	22 år
4: Økt belegg på fly fra 60% til 75%	32 år
5: 100% elektrisk bilpark i hele beregningsperioden	33 år
6: Kun overført trafikk til høyhastighetsbane og gods ³	46 år
7: 50 % økt godstransport på jernbane istedenfor 20%	25 år

1.5 Oppsummering/konklusjon

Denne utredningen baserer seg på miljøanalysen som ble utarbeidet i forbindelse med Høyhastighetsutredning (*HSR miljøanalyse klima*) i 2012, alternativ S8:Q (Oslo-Stavanger). I tillegg til høyhastighetstrafikk er også overført lokaltrafikk (InterCity) og overført gods inkludert i beregningene.

³ Selv om det i scenario 6 ikke regnes med noen overført effekt av lokaltransport regnes det likevel med klimagassutslipp fra drift av 26 avganger med høyhastighetstog og 35 avganger med InterCity tog, hver vei hver dag (ingen endring fra standard i beregninger).

Hvordan vil utbygging av en dobbeltsporet jernbane langs kysten fra Oslo til Stavanger påvirke totale klimagassutslipp fra transport mellom byene, når man regner med effekt av høyhastighetsbane, InterCity-trafikk og godstransport?

Det er beregnet at en utbygging og drift/vedlikehold av tog og infrastruktur for Sørvestbanen vil medføre en reduksjon av klimagassutslipp på ca. 5,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter over en 60 års beregningsperiode, eller 91 500 tonn CO₂-ekvivalenter hver år⁴.

Selve utbyggingen av resterende infrastruktur for dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger medfører klimagassutslipp (i år 0) i form av forbruk av energi- og materialer. Denne «investeringen» i utslipp medfører reduserte klimagassutslipp hvert år i driftsfasen. Det er beregnet at utbyggingen av Sørvestbanen og drift av tog vil ha en tilbakebetalingstid mtp. klimagassutslipp på rundt 28 år. Med tilbakebetalingstid menes etter hvor mange år økte klimagassutslipp fra utbyggingen tas igjen av reduserte klimagassutslipp fra driftsfasen.

Klimagassberegninger er i stor grad avhengig av ulike forutsetninger og antakelser. Det er generelt valgt en robust og konservativ innfallsvinkel, hvor faktorer som ikke favoriserer tog er benyttet. Det er gjennomført usikkerhetsberegninger som viser at valg av ulike forutsetninger vil endre tilbakebetalingstiden fra 28 år til et sted mellom 21 år og 46 år. Faktorene som påvirker tilbakebetalingstiden mest er klimagassutslipp fra produksjon av elektrisk energi (norsk, nordisk og europeisk strømmiks), benytte materialer og produksjonsmetoder som har lavest mulige klimagassutslipp ved utbygging av ny bane, samt andel eksisterende trafikk med fly, buss, bil og lastebil som overføres til ny bane.

En kombinasjon av ulike «positive» scenario (ved å stille gode miljøkrav til materialer ved utbyggingen, 50 % økt godstransport på jernbane istedenfor 20% og lavere klimagassutslipp fra produksjon av elektrisk energi) vil redusere tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp ned mot 15 år.

Sparte klimagassutslipp og tilbakebetalingstid er avhengig at det bygges et dobbeltspor for høyhastighetsjernbane (hastighet på 250 km/t) på hele strekningen mellom Oslo og Stavanger, slik at linjen kan ha kapasitet til høyhastighetstog, lokale InterCity-tog og godstog. De ulike strekningene (Vestfoldbanen, Grenlandsbanen og Sørlandsbanen) er avhengig av hverandre og kan ferdig utbygget sammen føre til besparelser av klimagassutslipp som beregnet i denne utredningen.

Beregningene viser en besparelse på 5,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter over en 60 års beregningsperiode, eller 91 500 tonn CO₂-ekvivalenter hver år. Hvor stor reduksjon av klimagassutslipp utbyggingen av Sørvestbanen medfører er avhengig av tidsperioden besparelsen regnes over. Selv om besparelsen i denne utredningen er regnet over 60 år så vil transport mellom Oslo og Stavanger etter utbyggingen ha et lavere klimagassutslipp hvert år etter tilbakebetalingstiden på 28 år, også etter 60 år. Er beregningsperioden 100 år er besparelsen på rundt 9,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter gitt de samme forutsetningene, selv om beregninger over en så lang tidshorisont innebærer betydelig usikkerhet i beregningsgrunnlaget.

Ved å sammenlikne årlige reduserte klimagassutslipp på 91 500 tonn CO₂-ekvivalenter pr år mot totale klimagassutslipp fra transport i Norge (innenfor norsk territorium) i 2014 (antar at

⁴ Klimagassutslipp fra utbygging av banen blir da fordelt over 60 år.

totale klimagassutslipp fra Norge holder seg stabilt fra 2014 til 2030) utgjør utbygging av Sørvestbanen en reduksjon på rundt 0,55% av Norges totale klimagassutslipp fra transport.

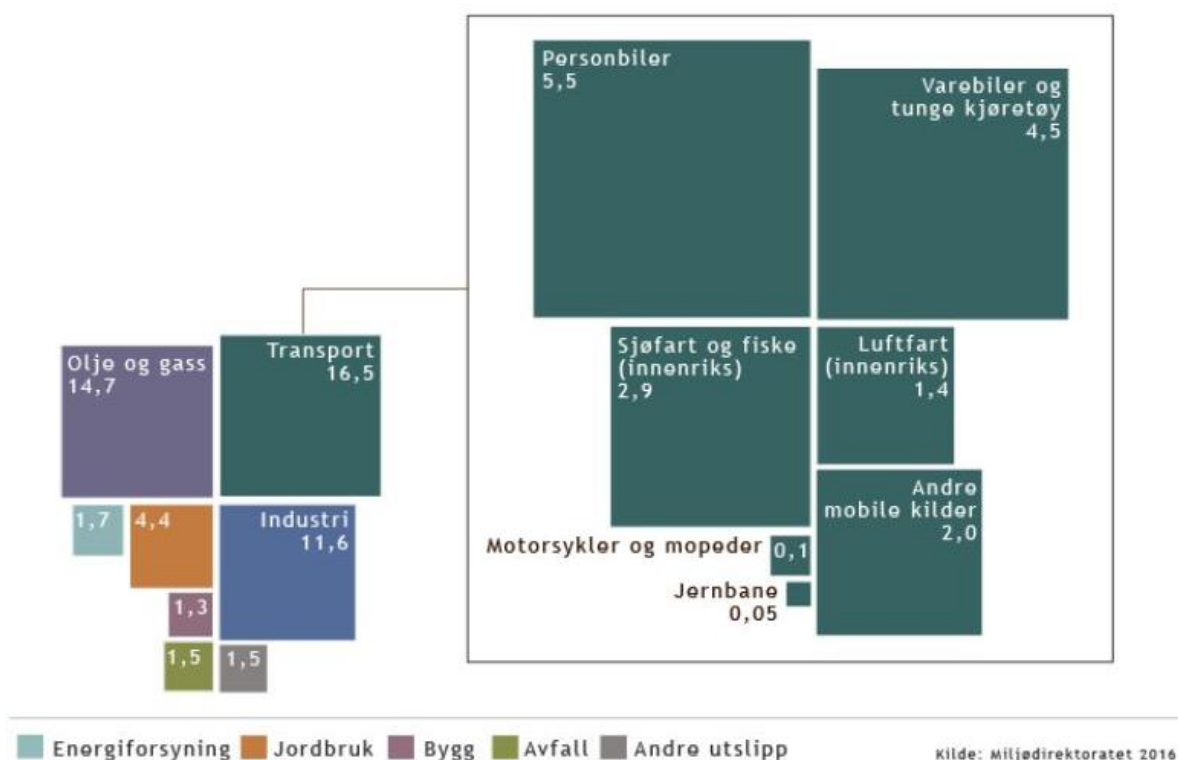
Gitt forutsetningene og usikkerhetsberegningene er det rimelig å anta at utbygging og drift/vedlikehold av dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger vil medføre et totalt lavere klimagassutslipp etter 28 år enn ved å ikke bygge ut en slik bane, og utbyggingen vil derfor være et positivt tiltak for å redusere nasjonale klimagassutslipp i tråd med nasjonale mål og internasjonale forpliktelser.

I Høyhastighetsutredningen fra 2012 ble utbygging av banen mellom Oslo og Stavanger nedbetalt mtp. klimagassutslipp etter over 60 år. Ved å inkludere overført effekt av lokaltransport og godstransport i tillegg til overført effekt av langtransport (høyhastighetsbane) blir utbyggingen av banen nedbetalt etter kun 28 år. Dette viser at når det ført skal bygges ut infrastruktur for bane bør denne brukes så mye som mulig for å fordele utslippene på mest mulig nytte i form av transport.

2 INNLEDNING

2.1 Bakgrunn

Klimagassutslipp fra Norge (innenfor norsk territorium) var i 2014 på 53,2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter (SSB⁵). Utslipp fra transportsektoren stod for 31% av disse utslippene (16,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter). Utbygging av dobbeltsporet jernbane og drift av høyhastighetstog er foreslått som et klimatiltak for å redusere totale klimagassutslipp fra transport, siden tog kan kjøre med ren elektrisitet og med høy energieffektivitet per sete-km.



Figur 3: Klimagassutslipp i millioner tonn CO₂ ekvivalenter fra transportsektoren i forhold til de totale klimagassutslippene i Norge i 2014. Figur: Miljødirektoratet⁶

Utbygging av infrastruktur for dobbeltsporet jernbane medfører store investeringskostnader og utslipp av klimagasser i forbindelse med energi- og materialforbruk i anleggsfasen (i år 0). Denne «investeringen» i utslipp medfører reduserte utslipp av klimagasser hvert år i driftsfasen for ny bane. I hvor stor grad en slik utbygging vil være et klimatiltak er avhengig av lengde på strekning for ny bane, samlet utnyttelsesgrad av nytt banenett, infrastrukturens sammensetning (andel dagsone, tunnel og bru), energiforbruk for tog, fly, buss, bil, utslippsintensitet for elektrisitetsproduksjon, samt opprinnelse og mengde av overført trafikk til ny bane.

⁵ <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn/aar-enderlige>

⁶ <http://www.miljostatus.no/tema/klima/norske-klimagassutslipp/utslipp-av-klimagasser-fra-transport/>

Hvordan vil utbygging av en dobbeltsporet jernbane langs kysten fra Oslo til Stavanger (Sørvestbanen) påvirke totale klimagassutslipp fra transport mellom byene, når man regner med effekt av overført transport til høyhastighetsbane, InterCity trafikk og godstransport?

2.2 Sørvestbanen (dobbeltsporet jernbane Oslo-Stavanger)

Sørvestbanen er navnet på banen som vil gå fra Oslo til Porsgrunn via Vestfoldbanen, fra Porsgrunn til Brokelandsheia via Grenlandsbanen og i stor grad ny trasé fra Brokelandsheia til Stavanger. Det er i dag bygget ut 116 km dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger. Det gjenstår å bygge ut rundt 386 km dobbeltspor før tog med hastighet på 250 km/t kan trafikkere på hele strekningen.



Figur 4: Fremtidig strekning for Sørvestbanen i rødt og dagens Sørlandsbane i sort. Figur: sørvestbanen.no

Denne utredningen vurderer hvordan en utbygging av resterende 386 km med dobbeltsporet jernbane mellom Oslo til Stavanger påvirker totale klimagassutslipp fra transport mellom byene, når man regner med effekt av langtransport, lokaltransport og godstransport.

Utredningen baserer seg på miljøanalysen som ble utarbeidet i forbindelse med Høyhastighetsutredning (HSR Miljøanalyse klima) i 2012 (MiSA m.fl., 2012), alternativ S8:Q (Oslo-Stavanger). HSR miljøanalyse klima fra 2012 beregnet endret klimagassutslipp ved å bygge en høyhastighetsbane mellom Oslo og Stavanger. Resultatet fra HSR miljøanalyse klima viste at over en 60 års beregningsperiode vil transport med dagens transportsystem (dagens tog, fly, bil og buss) ha et samlet lavere klimagassutslipp enn klimagassutslipp fra utbygging av jernbaneinfrastruktur og drift/vedlikehold av høyhastighets jernbane. HSR miljøanalyse klima fokuserte primært på effekter av overført trafikk på langtransport. Godstransport var ikke omfattet av denne studien.

2.3 Begreper og ordliste

HSR: Høyhastighetsbane (*high speed rail*)

HSR miljøanalyse klima: Miljøanalysen fra Høyhastighetsutredningen fra 2012. Se i referanselisten: Misa, Asplan Viak, m.fl. 2012.

IC: InterCity tog

CO₂-ekv.: CO₂-ekvivalenter: utslipp av ulike klimagasser er regnet om til CO₂-ekvivalenter, dvs. den mengde CO₂ som ville hatt den samme klimaeffekt som det aktuelle utslippet.

3 BAKGRUNN FOR BEREGNINGER

Det er i beregningene antatt at resterende strekninger som må bygges ut for å få en dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger vil stå ferdig til 2030. Beregningsperioden for driftsfasen er satt til 60 år (fra 2030 til 2089).

3.1 Klimagassutslipp fra utbygging og vedlikehold av infrastruktur

Beregninger av klimagassutslipp fra utbygging og vedlikehold av vei- og jernbaneinfrastruktur er primært basert på beregninger gjort i HSR miljøanalyse klima. Beregningene er gjort i Simapro 8 med Ecolnvent 2.2 som database og ReCiPe Midpoint (H) 1.04 som metode.

Det er i dag bygget ut 116 km dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger. Det er kun klimagassutslipp fra utbygging av de resterende 386 km dobbeltspor som er inkludert i beregningene. Fordeling mellom dagsone i by, dagsone utenfor by, tunnel og bru er gitt av HSR miljøanalyse klima. Det er inkludert klimagassutslipp fra vedlikehold av hele stekningen mellom Drammen og Stavanger (461 km).

Det er beregningsperioden (2030-2089) ikke beregnet noe forbedring/innovasjon i byggemetoder og vedlikehold av jernbaneinfrastruktur i forhold til dagens praksis.

Klimagassutslipp fra utbygging og drift/vedlikehold av dagens veiinfrastruktur er inkludert etter en forenklet beregning. Beregningene inkluderer ikke utslipp fra all utbygging og drift/vedlikehold av veien, men kun for den andel av bil, buss og lastebiltransport som er omfattet av denne studien (basert på antall kjøretøy-km). Utslipp fra veiinfrastruktur er basert på en vei med ÅDT 5000. Klimagassutslipp fra utbygging og drift/vedlikehold av ny veiinfrastruktur mellom Oslo og Stavanger er ikke inkludert i beregningene.

Se kapittel A.1 i vedlegg 1 for tabeller og ytterligere informasjon.

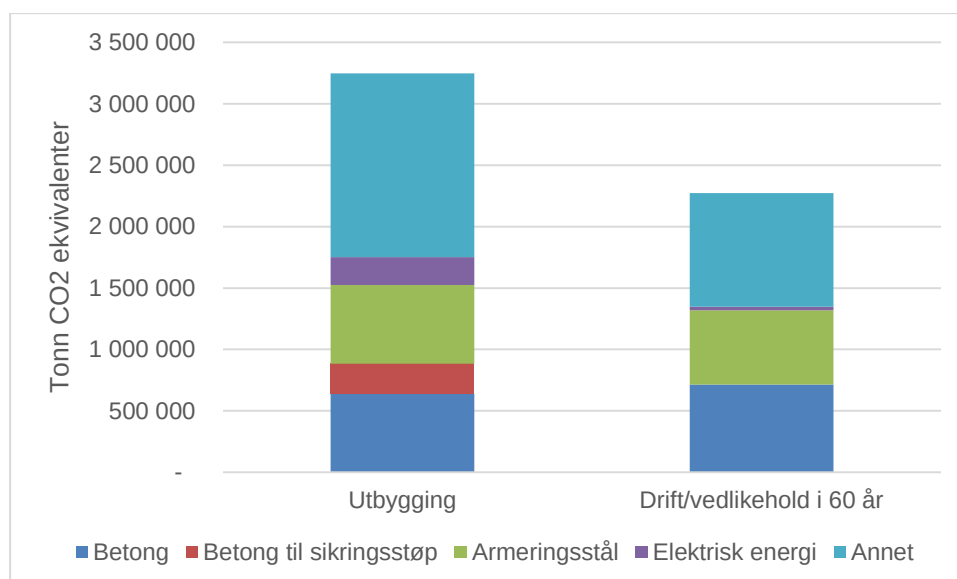
3.2 Klimagassutslipp fra elektrisk energi og materialer

Utbygging og drift/vedlikehold av Sørvestbanen forbruker materialer og elektrisk energi. I tillegg vil drift av elektriske tog og elbil også medføre forbruk av elektrisk energi.

Klimagassutslipp fra utbygging og drift/vedlikehold av infrastruktur for dagsone, tunnel og bru er primært basert på beregninger gjort i HSR miljøanalyse klima.

Valg av utslippsfaktorer (kg CO₂-ekv. pr kWh, kg eller m³) for energi og materialer har stor betydning for totale utslipp fra banen. De store materialmengdene for tunnel og bru er betong og armeringsstål. Figur 5 viser totale klimagassutslipp fra å bygge og drifte/vedlikeholde infrastruktur for Sørvestbanen. Klimagassutslipp fra betong, armeringsstål og elektrisk energi utgjør rundt 50% av totale klimagassutslipp fra utbygging og drift/vedlikehold. Det er derfor gjennomgått utslippsfaktorer fra HSR miljøanalyse klima for følgende prosesser for å vurdere om disse fremdeles er relevante eller bør oppdateres:

- Elektrisk energi
- Betong (normalbetong)
- Betong til sikringsstøp
- Armeringsstål



Figur 5: Totale klimagassutslipp ved utbygging og drift/vedlikehold av Sørvestbanen

Klimagassutslipp fra forbruk av elektrisk energi er beregnet etter nordisk kraftmiks (inkludert import). Den nordiske miksen er benyttet som kompromiss mellom norsk kraftmiks med lave utslipp av klimagasser og europeisk kraftmiks med høye utslipp av klimagasser. Det er i beregningene forutsatt ingen endring i klimagassutslipp fra forbruk av elektrisk energi (konstant utslipp pr kWh) i hele beregningsperioden på 60 år. Klimagassutslipp fra nordisk kraftmiks som er benyttet i beregningene er på 136 g CO₂ e/kWh (snitt for høyspent nordisk kraftmiks 2010-2014).

For produksjon og transport av betong er det benyttet tilsvarende klimagassutslipp som i HSR miljøanalyse klima, 263 kg CO₂ e/m³ betong.

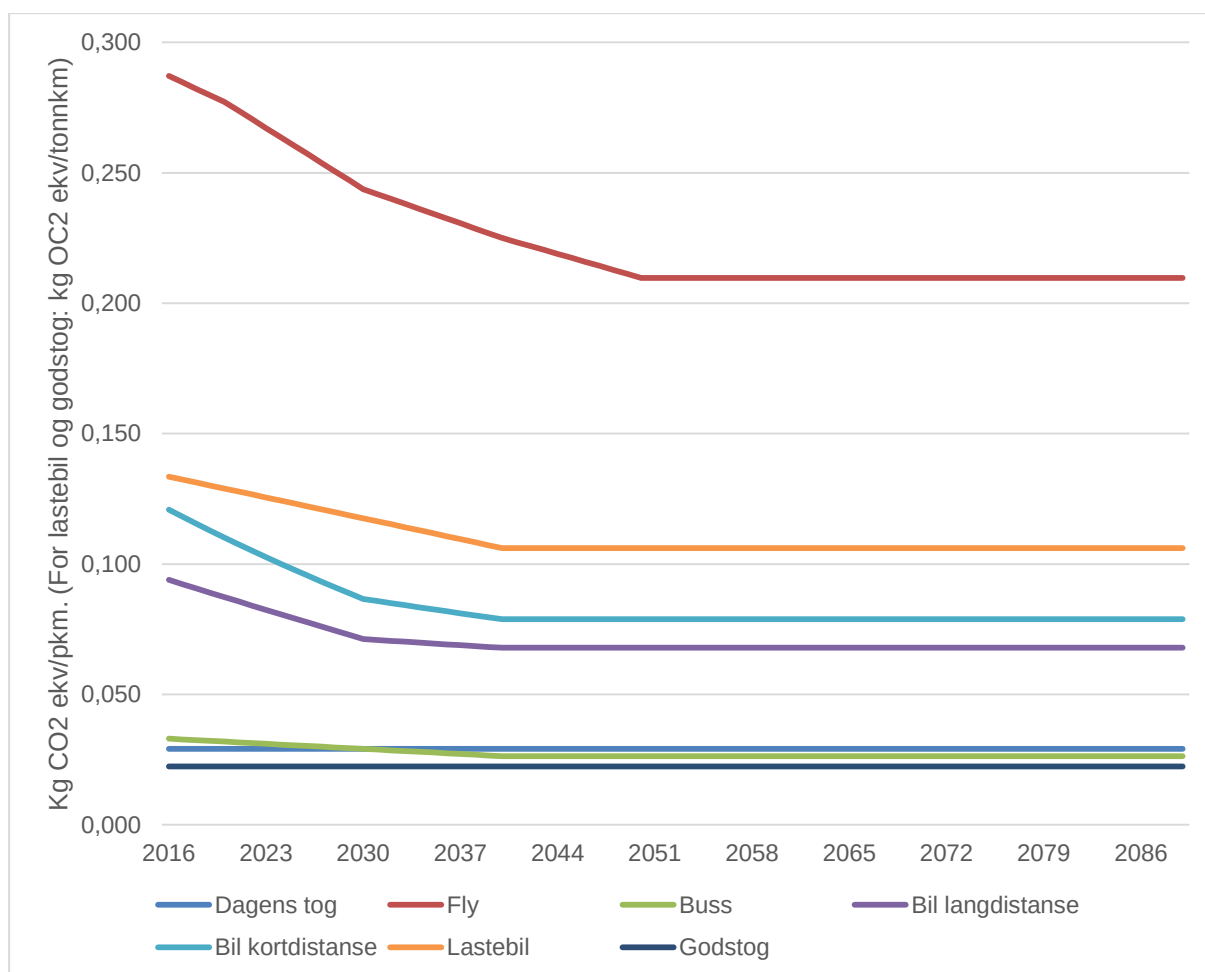
For produksjon og transport av armeringsstål er det benyttet tilsvarende klimagassutslipp som i HSR miljøanalyse klima, 1,39 kg CO₂ e/kg armeringsstål. Dette stålet består av 63% primærstål og 37% resirkulert stål.

Det ikke beregnet noe forbedring i produksjonsmetoder for fremtidens byggematerialer.

Se kapittel A.2 i vedlegg 1 for tabeller og ytterligere informasjon.

3.3 Klimagassutslipp fra transport

Beregninger av klimagassutslipp fra transport med dagens og fremtidens tog, fly, buss, bil og høyhastighetstog er primært basert på beregninger gjort i HSR miljøanalyse klima. I tillegg er det lagt til klimagassutslipp fra dagens og fremtidens godstog og lastebil samt fremtidens InterCity tog.



Figur 6: Klimagassutslipp pr personkm (kg CO₂ ekv/pkm) for fremtidig transport på dagens infrastruktur mellom Oslo og Stavanger. For lastebil og godstog er oppgitt tall for godstransport i kg CO₂-ekv/tonnkm. Beregningene inkluderer utslipp forbundet med utvinning og transport av drivstoff (well to wheel). Alle utslippstallene er i så stor grad som mulig tilpasset transport mellom Oslo og Stavanger.

Figur 6 viser klimagassutslipp pr personkm (kg CO₂ ekv/pkm) for fremtidig transport på dagens infrastruktur mellom Oslo og Stavanger. For lastebil og godstog er oppgitt tall for godstransport i kg CO₂-ekv/tonnkm. Beregningene inkluderer utslipp forbundet med utvinning og transport av drivstoff (well to wheel). Alle utslippstallene er i så stor grad som mulig tilpasset transport mellom Oslo og Stavanger.

Dagens passasjertog (Sørlandsbanen) og fremtidens InterCity tog er basert på gjennomsnittlig belegg for Sørlandsbanen (SSB⁷, snitt 2012-2014) og energiforbruk for passasjertog oppgitt av NSB (snitt 2013-2015, inkludert 20% tap). Det er ikke antatt noen forbedringer på energiforbruk på fremtidens InterCity tog i forhold til dagens tog.

Fremtidens høyhastighetstog er basert på energiberegninger gjort for HSR miljøanalyse klima (inkludert 20% tap ved konvertering fra høyspent). Det er antatt konstant energiforbruk på fremtidens høyhastighetstog i hele beregningsperioden på 60 år.

Flytransport er basert på gjennomsnittlig drivstofforbruk (HSR miljøanalyse klima) og belegg for dagens flytransport mellom Oslo Lufthavn - Stavanger Sola - Kristiansand Kjevik -

⁷ Tabell: 10484: Persontransport med jernbane, etter strekningstype, 321 Sørlandsbanen.

Sandefjord Torp - Skien Geitryggen (SSB⁸). Det er forutsatt en forbedret flypark med en reduksjon av klimagassutslipp pr personkm på 27% fra 2016 og frem mot 2050. Klimagassutslipp fra transport til og fra flyplass er inkludert i beregningene. Klimaeffekt som følge av kondensstriper og cirruskyer (fjærskyer) er ikke inkludert i beregningene.

Busstransport er basert på gjennomsnittlig belegg og setekapasitet på ekspressbusser mellom Oslo og Stavanger (kontakt med busselskap og HSR miljøanalyse klima) og en forbedret busspark med en reduksjon av klimagassutslipp pr personkm på 20% fra 2016 og frem mot 2040.

Biltransport er basert på et gjennomsnittlig belegg på 2,12 personer pr bilkm for langdistanse og 1,55 personer pr bilkm for kortdistanse. Andel plug-in hybridbil og elbil er i 2040 antatt til å være henholdsvis 20% og 0% for langdistanse og 50% og 20% for kortdistanse (HSR miljøanalyse klima). For transport med fossile biler er det langt inn en reduksjon av klimagassutslipp pr personkm på 35% fra 2016 og frem mot 2040.

Lastebiltransport er basert på en gjennomsnittlig frakt på 10 tonn pr kjøretøykm og en reduksjon av klimagassutslipp pr kjøretøykm på 22% fra 2016 og frem mot 2040.

Dagens og fremtidens godstog er basert på gjennomsnittlig energiforbruk for godstog oppgitt av NSB (inkludert 20% tap ved konvertering fra høyspent). Det er ikke antatt noen forbedringer på energiforbruk på fremtidens godstog i forhold til dagens tog.

⁸ **Tabell: 08512:** Lufttransport. Flybevegelser og seter mellom norske lufthavner lufthavn, til lufthavn, tid og statistikkvariabel og **Tabell: 08510:** Lufttransport. Passasjerer mellom norske lufthavner.

4 OVERFØRT TRAFIKK TIL SØRVESTBANEN

HSR miljøanalyse klima fokuserte primært på effekter av overført trafikk på langtransport. Godstransport var ikke omfattet av denne studien.

Denne utredningen omfatter togtransport på fremtidig dobbeltsporet jernbane fra Oslo til Stavanger, *Sørvestbanen*, og omfatter overført transport til langtransport (høyhastighetsreiser), lokaltransport (InterCity) innenfor Vestfold, Grenland, Agder og Rogaland, og godstransport.

Det er i beregningene forutsatt:

- 2 høyhastighetstog pr time hver vei i rushtid og 1 høyhastighetstog pr time hver vei utenom rushtid. Totalt 26 avganger med høyhastighetstog, hver vei hver dag. Setekapasitet på høyhastighetstog er satt til 450 seter pr tog.
- 2 InterCity tog pr time hver vei (1 tog i timen kl 04:00, 21:00 og 22:00). Totalt 35 avganger med InterCity tog, hver vei hver dag. Setekapasitet på InterCity tog er satt til 225 seter pr tog.
- 2 ekstra InterCity tog pr time hver vei, mellom Oslo og Tønsberg. Totalt 70 avganger med InterCity tog, hver vei hver dag mellom Oslo og Tønsberg. Setekapasitet på InterCity tog mellom Oslo og Tønsberg er satt til 450 seter pr tog i rushtid og 225 seter pr tog utenfor rushtid.

Kilder for nytt rutemønster er:

- HSR miljøanalyse.
- KVVU for IC-området, transportanalyse og samfunnsøkonomi, Intercitystrekningene på Østlandet. Grunnlagsdokument, 04/2012, Vista analyse.
- Sørvestbanen ved Reidar Braathen.

4.1 Langtransport (høyhastighetsreiser)

4.1.1 Høyhastighetsbane (Oslo - Stavanger)

Kilde: *Høyhastighetsutredningen (HSR miljøanalyse klima), Environmental analysis, Climate, Norwegian High Speed Railway Project, Phase 3, Version 2, 03.02.2012. MiSA m.fl., 2012.*

Fremtidig høyhastighetsbane mellom Oslo og Stavanger omfatter dobbeltspor som tillater hastighet opp mot 250 km/t. Det er i HSR miljøanalyse klima vist til transportberegninger (av Atkins) for overført transport fra dagens transportsystem til ny høyhastighetsbane med fullt utbygget dobbeltspor.



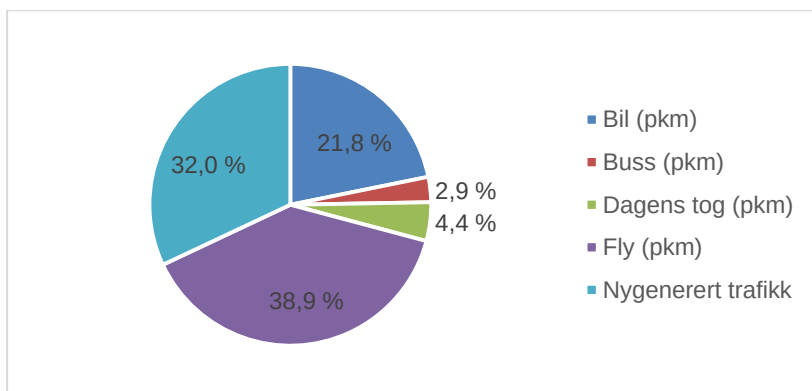
Figur 7: Det er fra HSR miljøanalyse klima antatt at et høyhastighetstog vil stoppe i Oslo, Drammen, Tønsberg, Torp, Porsgrunn, Arendal, Kristiansand, Mandal, Egersund, Sandnes og Stavanger. Figur: sørvestbanen.no

Referanse:

Fremtidig transport mellom Oslo og Stavanger med dagens transportsystem (dagens tog, fly, bil og buss).

Etter utbygging dobbeltspor:

HSR miljøanalyse klima viser til beregninger fra Atkins for transportarbeid i personkm med og uten utbygging av høyhastighets jernbane mellom Oslo og Stavanger. Det er antatt en lineær økning mellom 2024-2043, 2043-2060 og fra 2060 og videre.



Figur 8: Figuren viser hvor overførte transportarbeid for 2024, i personkm, kommer fra ved utbygging av høyhastighetsbane mellom Oslo og Stavanger.

Tabell 2: Beregnet antall passasjerer pr dag og år for høyhastighetsbane mellom Oslo og Stavanger.

	2024	2043	2060
Pr dag	11 770	13 740	15 840
Pr år	4 296 050	5 015 100	5 781 600

Tabell 3: Overført trafikk ved ferdig utbygget høyhastighetsbane mellom Oslo og Stavanger.

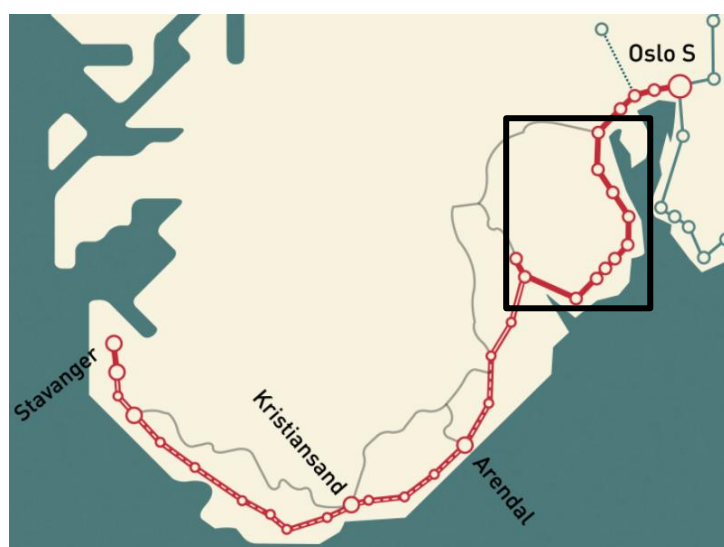
Millioner personkm/år	2024	2043	2060
Fra bil	322	378	434
Fra buss	43	48	53
Fra dagens tog	66	75	85
Fra fly	574	683	804
Ny generert trafikk	473	545	619
Sum	1 477	1 730	1 996

4.2 Lokaltransport (InterCity)

4.2.1 InterCity Vestfold

Kilde: KVVU for IC-området, transportanalyse og samfunnsøkonomi, Intercitystrekningene på Østlandet. Grunnlagsdokument, 04/2012, Vista analyse.

Utbygging av InterCity i Vestfold omfatter utbygging av dobbeltspor mellom Drammen og Skien. Det er i KVVU for IC-området, transportanalyse og samfunnsøkonomi, Intercitystrekningene på Østlandet. Grunnlagsdokument, 04/2012, av Vista analyse, beregnet effekter av overført transport fra dagens Vestfoldbane til ny bane med fullt utbygget dobbeltspor.



Figur 9: Overført trafikk fra utbygging av InterCity i Vestfold er merket med sort firkant. Figur: sørvestbanen.no

Referanse:

Det er i referansen inkludert at følgende traseer er ferdig utbygget.

- Dobbeltspor Holm – Nykirke
- Dobbeltspor Barkåker – Tønsberg
- Dobbeltspor Larvik – Porsgrunn

Togtilbudet i referansen representerer en videreføring av grunnrutemodellen etablert i 2015, inkludert ferdig utbygget traseer som nevnt over.

Etter utbygging av dobbeltspor:

Følgende utbygginger må gjennomføres for å oppnå dobbeltspor på hele traseen:

- Drammen – Kobbervikdalen
- Nykirke – Barkåker
- Tønsberg – Larvik

I videre beregninger er det benyttet overført trafikk for konsept VB 4E, da dette alternativet har lavest overført trafikk (konservativ antakelse). Konseptet innebærer utbygging av gjenværende parseller med en hastighet på 250 km/t. Det er antatt at det fra Oslo skal gå 2 tog i timen til Skien og 2 ekstratog (totalt 4 tog) i timen fra Oslo til Tønsberg.

Tabell 4: Reiser i referansen og konsept 4E ved ferdig utbygget dobbeltspor på Vestfoldbanen.

Vestfoldbanen IC, VB 4E	Mill reiser	Mill pkm	Hvor lang er en reise i km (snitt)
År 2008	4,77	325	68,1
Referanse, 2025 (dagens bane)	7,38	480	65,0
Konsept VB 4E (utbygging av dobbeltspor)	9,02	650	72,1
Økning fra referanse, 2025	1,64	170	

Tabell 5: Overført trafikk (konsept 4E) ved ferdig utbygget dobbeltspor på Vestfoldbanen.

Overført trafikk fra	Andel	mill pkm i 2025
Bil	59 %	100
Buss	7 %	12
Ny trafikk	34 %	58
Sum ny og overført trafikk (uten dagens togtrafikk)	100%	170
Dagens togtrafikk på Vestfoldbanen ⁹	100%	480

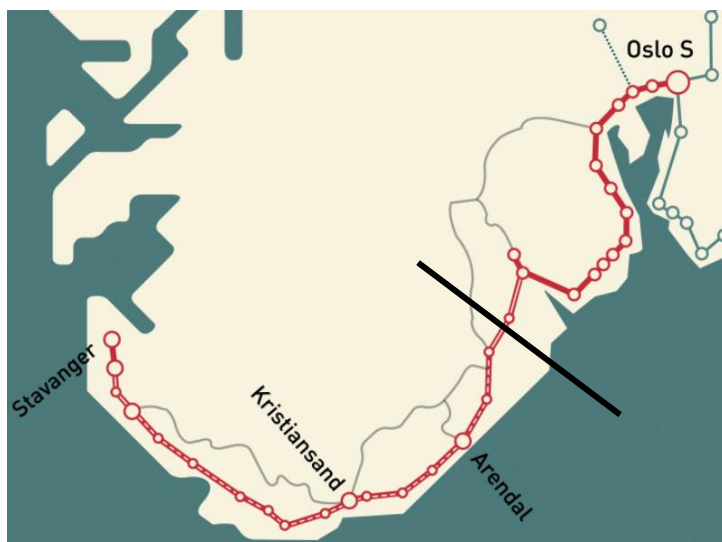
Årlig overført trafikk etter 2025 er beregnet lineært etter befolkningsøkningen (SSB, middels nasjonal vekst, MMMM).

4.2.2 Grenlandsbanen (sammenkopling Vestfoldbanen og Sørlandsbanen)

Kilde: KVV Grenlandsbanen - vurdering av sammenkobling av Vestfoldbanen og Sørlandsbanen, 24.05.16. COWI

Utbygging av Grenlandsbanen omfatter sammenkoblingen av Sørlandsbanen og Vestfoldbanen. Det er i KVV Grenlandsbanen - vurdering av sammenkobling av Vestfoldbanen og Sørlandsbanen, 24.05.16, av COWI, beregnet effekter av overført transport ved denne sammenkoplingen.

⁹ Ved utbygging av nytt dobbeltspor på Vestfoldbanen vil alle passasjerer på dagens togtilbud flyttes til nytt dobbeltspor.



Figur 10: Overført trafikk fra sammenkopling av Vestfoldbanen og dagens sørlandsbane er beregnet for et snitt omtrent ved fylkesgrensa mellom Telemark og Aust-Agder (sort strek). Figur: sørvestbanen.no

Referanse:

Det er i referansen inkludert at følgende traseer er ferdig utbygget.

- Utbygging av ytre IC (dobbeltspor fra Oslo og frem til Porsgrunn)
- Utbyggingsprosjekter (veg- og kollektiv) med forventet oppstart før 2018.¹⁰
 - E18 Bommestad-Sky
 - E18 Rugtvedt-Dørdal
 - E18 Tvedestrand-Arendal

Etter utbygging av dobbeltspor på Grenlandsbanen:

Det er i KVVU Grenlandsbanen valgt å sammenligne trafikkmengden fordelt på buss (på E18), tog (på Sørlandsbanen og Grenlandsbanen), bil (på E18) og fly (mellom Oslo lufthavn og Kristiansand lufthavn) over et snitt som ligger omtrent ved fylkesgrensa mellom Telemark og Aust-Agder.

For biltrafikk er forskjellen mellom referanse utbygging av Grenlandsbanen liten, fra ingen endring og opp til ca. ÅDT 100. De ulike jernbanekonseptene gir lik biltrafikk på E18. Beregnet biltrafikk i modellen ser ut til å bli lite påvirket av at togtilbudet forbedres.

En stor del av de nye togreisene ved utbygging av Grenlandsbanen kommer fra buss, det er der den største konkurranseflaten mellom reisemidlene i modellen er.

I videre beregninger er det benyttet overført trafikk for konsept M1T, da dette alternativet har lavest overført trafikk (konservativ antakelse).

Det er benyttet scenario med 2 avganger i timen hver vei og en reisetid fra Oslo – Kristiansand på 2t 48 min (M1B og M1T, 20% raskere reisetid og dobbel frekvens).

¹⁰ Klimagassutslipp fra utbygging av disse veiene er ikke inkludert i beregningene.

Tabell 6: Reiser i referansen og konsept M1T ved ferdig utbygget Grenlandsbane.

Grenlandsbanen	Mill passasjerer pr år over fylkesgrensa Telemark / Aust-Agder	mill pkm
Referanse, 2028 (dagens trafikk)	0	0
Konsept M1T, 2028 (utbygging av Grenlandsbanen)	2,62	524
Økning fra referanse, 2028	2,62	524
Konsept M1T, 2035	2,79	558
Konsept M1T, 2050	3,36	672

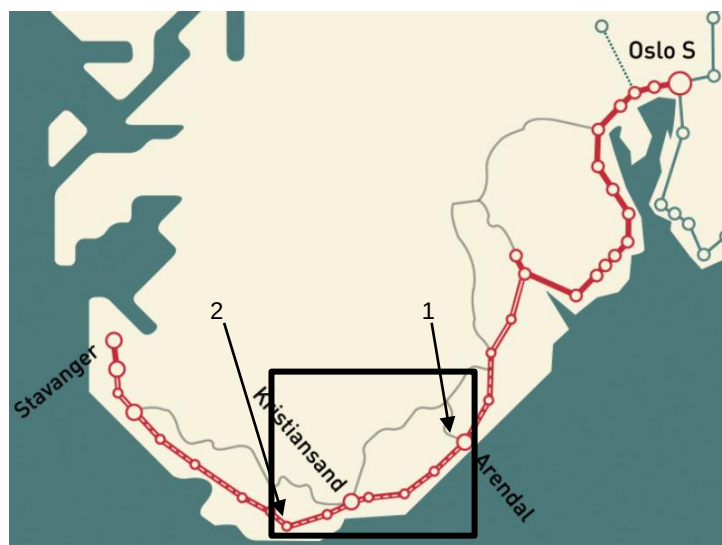
Tabell 7: Overført trafikk (konsept M1T) ved ferdig utbygget dobbeltspor på Grenlandsbanen.

Overført trafikk fra	mill pkm i 2028	mill pkm i 2035	mill pkm i 2050
Bil	21	21 ¹¹	23
Buss	231	249	294
Dagens togtrafikk på Sørlandsbanen	161	173	212
Fly	3	3	13
Ny trafikk	109	112	130
Sum ny og overført trafikk	524	558	672

4.2.3 Lokaltrafikk (InterCity) i Agder, Arendal – Mandal

Kilde: Kystnær høyhastighetsbane, Regionale ringvirkninger, Strekningen Brokelandsheia – Egersund, 16.01.2012, Rambøll

Utbygging av dobbeltspor mellom Brokelandsheia – Egersund medfører at lokaltrafikk i Agder kan overføres til tog. Det er i Kystnær høyhastighetsbane, Regionale ringvirkninger, Strekningen Brokelandsheia – Egersund, 16.01.2012, av Rambøll, beregnet effekter av overført transport mellom Arendal – Mandal ved en slik utbygging.



Figur 11: Overført trafikk mellom Arendal og Mandal ved utbygging av dobbeltspor er merket med sort firkant. Piler markerer trafikkregistreringspunkt for biltrafikk, ÅDT. 1: Rannekleiv, 2: Hollekleiv. Figur: sørvestbanen.no.

¹¹ For 2035 er tall for bil justert for å få lik overføring i alle år (er egentlig 0 etter avrunding)

Det er forutsatt at 50 % av de reisende som i dag bruker buss, og 20 % av de som i dag bruker bil, mellom Arendal – Kristiansand og Kristiansand – Mandal, vil overføres til transport med tog ved utbygging av dobbeltspor. Av lokaltrafikk (InterCity) på strekningen Arendal – Mandal er det i 2040 beregnet at 4,94 millioner passasjerer overføres til tog hvert år.

Det er antatt at passasjerene som overføres fra bil og buss kun reiser halvparten av distansen mellom byene. Overført trafikk fra mellom Mandal og Flekkefjord er ikke inkludert i beregningene. Overført trafikk fra dagens togtransport på Sørlandsbanen er heller ikke inkludert i beregningene. Dette medfører at beregningene anses som konservative.

Tabell 8: Antall passasjerer mellom Arendal-Kristiansand-Mandal, og andel overført fra bil og buss til tog.

	Passasjerer pr år, 2010	Passasjerer pr år, 2040	Overført til IC tog	Passasjerer på IC 2040	Km transport pr reise (50% av distanse)
Buss Kristiansand - Arendal	500 000	655 000	50 %	327 500	32
Buss Kristiansand - Mandal	250 000	327 500	50 %	163 750	21
1: Rannekleiv, bil Kristiansand - Arendal	8 883 188	11 636 976	20 %	2 327 395	32
2: Hollekleiv, bil Kristiansand - Mandal	8 092 050	10 600 586	20 %	2 120 117	21
Totalt	17 725 238	23 220 061		4 938 762	

Tabell 9: Reiser i referansen og ved ferdig utbygget dobbeltspor mellom Arendal og Mandal.

Økt IC trafikk rundt Kristiansand	Mill passasjerer	Mill pkm
Referanse, 2040	0	0
Ferdig utbygget IC	4,94	132
Økning fra referanse, 2040	4,94	132

Tabell 10: Overført trafikk ved ferdig utbygget dobbeltspor mellom Arendal og Mandal.

Overført trafikk fra	Mill pkm i 2040
Bil	119
Buss	14
Sum	132

4.2.4 Lokaltrafikk (InterCity) i Rogaland, Egersund – Stavanger

Kilde: Ingen ekstern beregning, men det antas samme effekt (fordeling fra bil til ferdig bane) fra Egersund til Sandnes/Stavanger som ved lokaltrafikk i Agder.

Utbygging av dobbeltspor mellom Egersund og Stavanger medfører at lokaltrafikk i Rogaland kan overføres til tog. Effekter av overført transport fra bil til tog er basert på trafikkteellinger mellom Egersund og Sandnes. ÅDT er fra års- og månedsdøgntrafikk i kontinuerlige trafikkregistreringspunkt i Rogaland (SVV¹²).

¹² http://www.vegvesen.no/attachment/62356/binary/1108561?fast_title=Rogaland%2C+%C3%A5rs-+og+m%C3%A5nedsd%C3%B8gntrafikk.pdf



Figur 12: **Til venstre:** Overført trafikk mellom Egersund og Sandnes/Stavanger ved utbygging av dobbeltspor er merket med sort firkant. **Til høyre:** Trafikkregistreringspunkt for biltrafikk, ÅDT. 1: E39 Saglandsbakken, 2: Fv44 Kvassheim. Kart fra Google Maps.

Videre er det antatt at passasjerene som overføres kun reiser halvparten av distansen mellom byene. Overført trafikk fra dagens togtransport på Sørlandsbanen er heller ikke inkludert i beregningene. Dette medfører at beregningene anses som konservative.

Tabell 11: Antall passasjerer mellom Egersund og Sandnes/Stavanger, og andel overført fra bil til tog.

	ÅDT 2015	Passasjerer pr år, 2010	Passasjerer pr år, 2040	Overført til IC tog	Passasjerer på IC 2040	Km transport pr reise (50% av distanse)
1: Bil, E39 Saglandsbakken	6381	3 610 051	4 562 544	20 %	912 509	36
2: Bil, Fv44 Kvassheim	3951	2 235 278	2 825 045	20 %	565 009	36
Totalt		5 845 329	7 387 589		1 477 518	

Tabell 12: Reiser i referansen og ved ferdig utbygget dobbeltspor mellom Egersund og Sandnes.

Økt IC trafikk rundt Rogaland	Mill passasjerer	Mill pkm
Referanse, 2040	0	0
Ferdig utbygget IC	1,48	54
Økning fra referanse, 2040	1,48	54

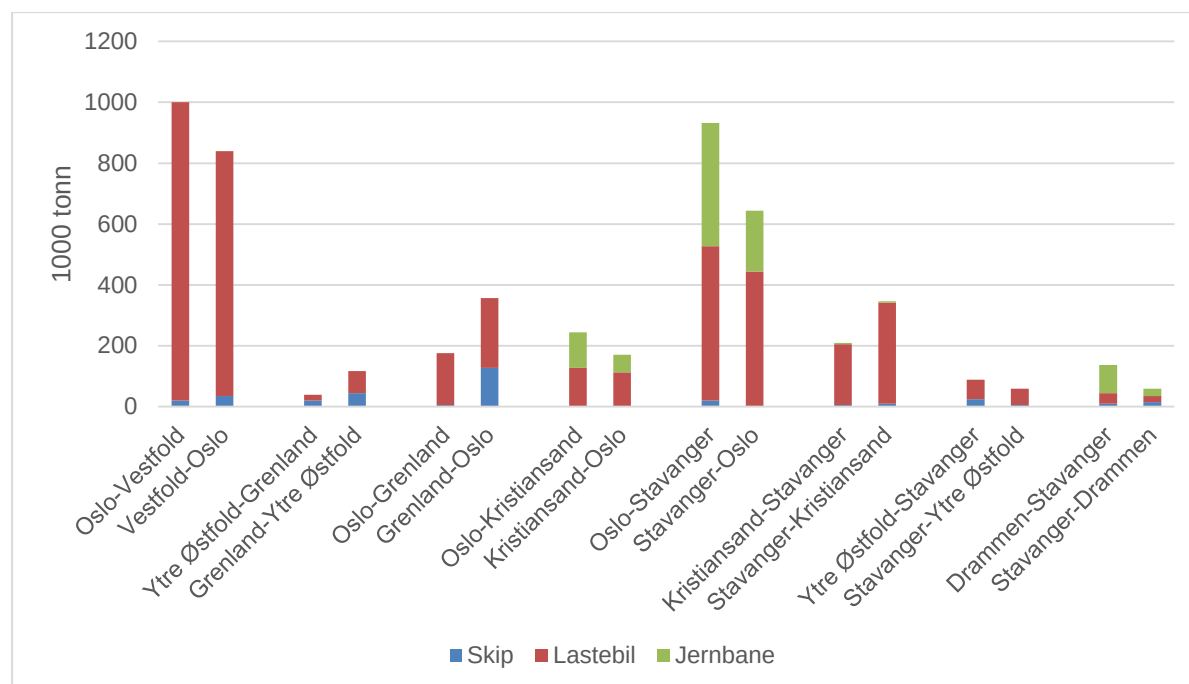
Tabell 13: Overført trafikk ved ferdig utbygget dobbeltspor mellom Egersund og Sandnes/Stavanger.

Overført trafikk fra	Mill pkm i 2040
Bil	54
Sum	54

4.3 Gods

Kilde: TØI rapport 1363/2014, Godstransportmarkedets sammensetning og utvikling.

Det er i Godstransportmarkedets sammensetning og utvikling, av TØI, vist årlig transport av gods på utvalgte relasjoner for matvarer, stykkgoods, samlastet gods, industrivarer og byggevarer etter transportmiddel, basert på et gjennomsnitt for 2011-2013.



Figur 13: Årlige godsmengder i 1000 tonn på utvalgte relasjoner for matvarer, stykkgoods, samlastet gods, industrivarer og byggevarer etter transportmiddel. Kilde: Sammensatt transportstatistikk beskrevet i kapittel 2 (gjennomsnitt av 2011-2013). Dataene er lest av fra figur i TØI rapport 1363/2014 og er dermed omtrentlige.

For videre beregninger er det kun sett på frakt på lastebil og jernbane mellom:

- Oslo-Kristiansand
- Oslo-Stavanger
- Kristiansand-Stavanger
- Drammen-Stavanger

Tabell 14: Transport av gods mellom relasjoner, i tonn og tonnkm pr år, estimert til 2030, etter befolkningsøkning.

	Frakt med tog, tonn	Frakt med lastebil, tonn	Andel tog	Sum, tonn	Mill tonnkm, dagens tog	Mill tonnkm, lastebil
Oslo-Kristiansand	209 856	285 637	42 %	495 493	77	93
Oslo-Stavanger	722 836	1 136 718	39 %	1 859 554	427	631
Kristiansand-Stavanger	11 659	635 396	2 %	647 055	3	147
Drammen-Stavanger	139 904	64 123	69 %	204 026	77	33
Sum	1 084 254	2 121 874		3 206 128	583	904

Det er i videre beregninger antatt at fremtidig mengde gods som skal fraktes øker jevnt med befolkningsøkningen, iht. SSB, middels nasjonal vekst, MMMM.

Tabell 15: Distanse i km mellom ulike relasjoner, for frakt av gods på tog og vei.

	Distanse dagens jernbane, km	Distanse Sørvestbanen, km	Distanse vei, km	Distanse vei minus 50 km
Oslo-Kristiansand	365	325	325	275
Oslo-Stavanger	591	502	555	505
Kristiansand-Stavanger	226	177	232	182
Drammen-Stavanger	549	461	512	462

For å teste effekter av overført transport er det benyttet samme metodikk som i *TØI Rapport 1074/2010, Potensial for overføring av gods til intermodale transportløsninger*. Det er beregnet effekt av en økning på 20% og 50% av frakt av gods på jernbane. Det er i beregningene forutsatt at økt transport med tog reduserer tilsvarende mengde transport med lastebil. Ved overgang fra lastebil til jernbane antas det at godset fraktes gjennomsnittlig transportdistanse mellom relasjonene som blir overført minus 50 km, da transport som fraktes med jernbane antas å fraktes på lastebil i snitt 25 km i hver ende (*TØI Rapport 1074/2010*).

Tabell 16 og Tabell 17 viser beregnet overføring av transportarbeid i tonnkm for gods fra lastebil til tog, hhv. ved 20% økning frakt jernbane og 50% økning frakt jernbane.

Tabell 16: Tonnkm overført fra vei til tog, tonnkm pr år i 2030, 20% økning frakt på tog

20% økning	Økt transport med tog (overført fra lastebil)		Total ny frakt tog med tog	
	Tonn	Millioner tonnkm	Tonn	Millioner tonnkm
Oslo-Kristiansand	41 971	11,5	251 827	82
Oslo-Stavanger	144 567	73,0	867 403	435
Kristiansand-Stavanger	2 332	0,4	13 990	2
Drammen-Stavanger	27 981	12,9	167 885	77
Sum	216 851	97,9	1 301 105	597

Tabell 17: Tonnkm overført fra vei til tog, tonnkm pr år i 2030, 50% økning frakt på tog

50% økning	Økt transport på tog (overført fra lastebil)		Total ny frakt tog med tog	
	Tonn	Millioner tonnkm	Tonn	Millioner tonnkm
Oslo-Kristiansand	104 928	28,9	314 783	102
Oslo-Stavanger	361 418	182,5	1084 254	544
Kristiansand-Stavanger	5 829	1,1	17 488	3
Drammen-Stavanger	64 123	29,6	204 026	94
Sum	536 298	242,1	1 620 552	743

Transport av gods pr dag:

Det er antatt at det fraktes gods hver dag 45 uker i året, da produksjon og dermed transport ofte opphører i fellestid (Rejlers 2014). Dette gir en daglig (i 2013) transport av gods på jernbane mellom Oslo og Stavanger på rundt 2900 tonn hver dag.

Tabell 18: Total frakt på tog mellom ulike relasjoner, i tonn pr dag.

	Snitt pr år 2011-2013	Referanse 2030	20% økt transport på tog	50% økt transport på tog
Oslo-Kristiansand	557	666	799	999
Oslo-Stavanger	1 920	2 295	2 754	3 442
Kristiansand-Stavanger	31	37	44	56
Drammen-Stavanger	372	444	533	648
Sum	2 880	3 442	4 130	5 145

Det er antatt en standard godstoglengde på 500 meter som kan maksimalt frakte (netto) 580 tonn gods (Rejlers 2014). Det antas videre at et godstog er lastet med 500 tonn gods i snitt (86% kapasitetsutnyttelse).

Tabell 19: Beregnet antall tog hver vei pr dag mellom ulike relasjoner.

	Snitt pr år 2011-2013	Referanse 2030	20% økt transport på tog	50% økt transport på tog
Oslo-Kristiansand	0,6	0,7	0,8	1,0
Oslo-Stavanger	1,9	2,3	2,8	3,4
Kristiansand-Stavanger	0,0	0,0	0,0	0,1
Drammen-Stavanger	0,4	0,4	0,5	0,6
Sum	2,9	3,4	4,1	5,1

Beregningene viser, i Tabell 18 og Tabell 19, at det i 2030 (referanse) vil fraktes rundt 3500 tonn på tog pr år mellom Oslo og Stavanger. Dette tilsvarer rundt 3,5 tog hver vei hver dag. Dette er avhengig av dagens tilbud og togtransport ikke endres utover økt frakt med tog pga. befolkningsøkning.

Ved 20% økt godstransport med tog vil det i 2030 fraktes rundt 4100 tonn på tog pr år mellom Oslo og Stavanger. Dette tilsvarer rundt 4,1 tog hver vei hver dag. Ved 50% økning av transport med tog er transporten på rundt 5200 tonn på tog pr. år mellom Oslo og Stavanger. Dette tilsvarer rundt 5,1 tog hver vei hver dag.

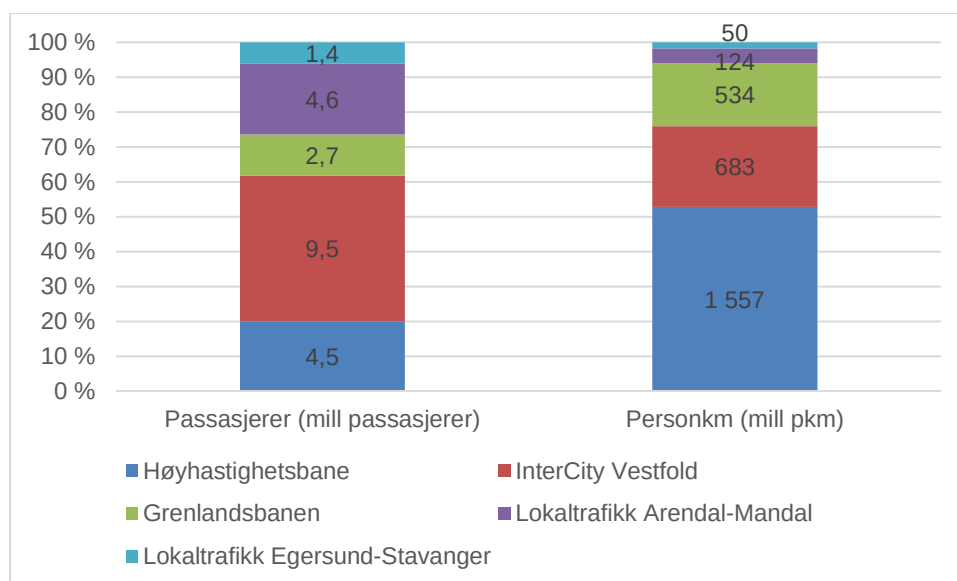
Ved utbygging av dobbeltsporet jernbane fra Oslo til Stavanger kan havner i Oslo, Drammen, Larvik, Grenland, Kristiansand og Stavanger bli koblet sammen med jernbane. Med tilgang til terminaler i disse havnene og økt kapasitet på jernbanenettet med dobbeltspor virker det realistisk å anta at godstransport på tog kan øke til 4 og 5 avganger hver vei hver dag.

4.4 Overført persontransport, samlet

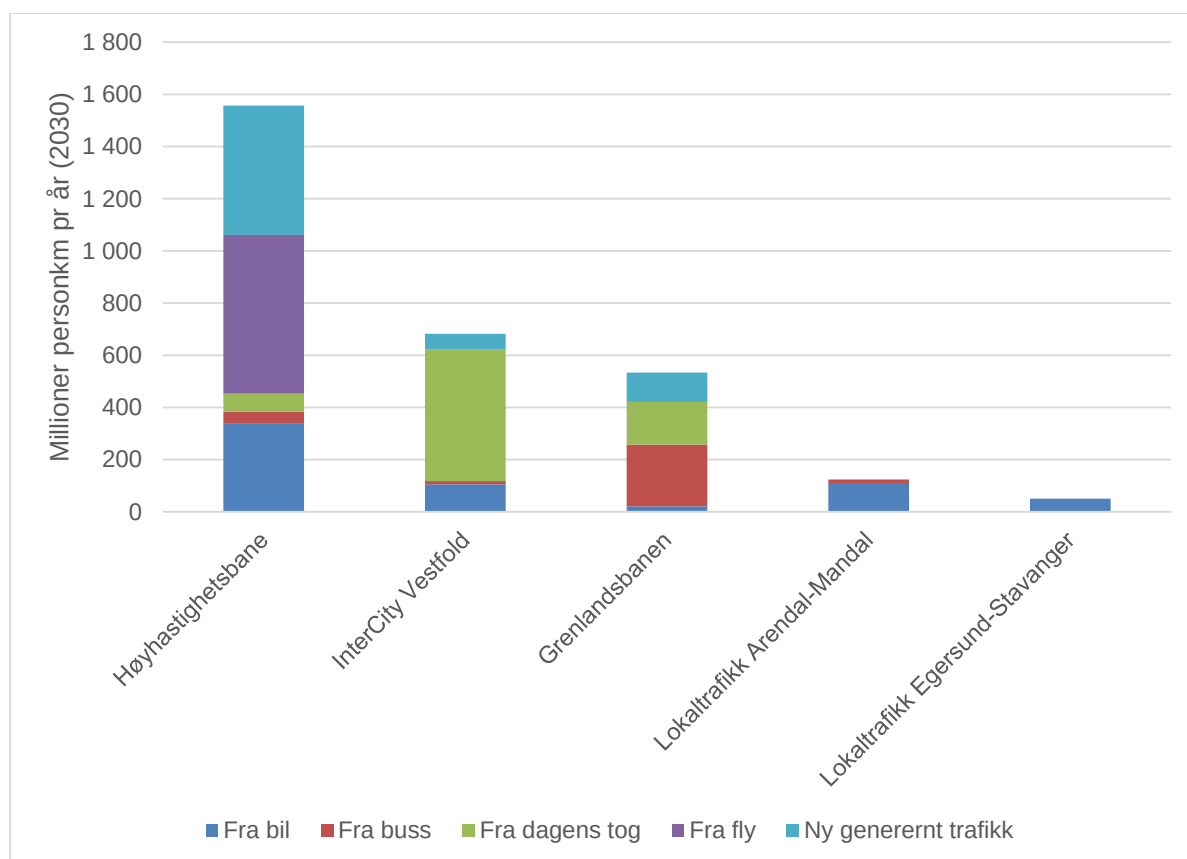
Totalt er det beregnet at dobbeltsporet jernbane fra Oslo til Stavanger vil frakte 22,7 millioner passasjerer pr år og 2957 millioner passasjerkm pr år (beregnet for 2030).

20% av fraktet passasjerer reiser med høyhastighetsbane, 42% med InteCity Vestfoldbanen og resterende 38% med transport på Grenlandsbanen, lokaltrafikk Arendal-Mandal og lokaltrafikk Egersund-Stavanger.

53% av transportarbeidet (personkm) er med høyhastighetsbane, 23% med InterCity Vestfoldbanen og resterende 24% med transport på Grenlandsbanen, lokaltrafikk Arendal-Mandal og lokaltrafikk Egersund-Stavanger.



Figur 14: Samlet millioner passasjerer og passasjerkm pr år (i 2030) for dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger, og fordeling mellom de ulike strekningene.



Figur 15: Millioner personkm på Sørvestbanen i 2030 og hvor trafikken kommer fra.

Figur 15 viser hvor ny trafikk på dobbeltsporet jernbane fra Oslo til Stavanger kommer fra. Denne overførte trafikken gir grunnlaget for klimagassberegningene.

For høyhastighetsbane kommer 22% av transporten fra bil, 39% fra fly og 32% er ny generert trafikk. Resterende 7% kommer fra transport med buss og dagens tog.

For InterCity Vestfold kommer 15% av transporten fra bil, 74% fra dagens tog og 9% er ny generert trafikk. Resterende 2% kommer fra transport med buss.

For transport ved Grenland kommer 44% av transporten fra buss, 31% fra dagens tog og 21% er ny generert trafikk. Resterende 4% kommer fra transport med bil.

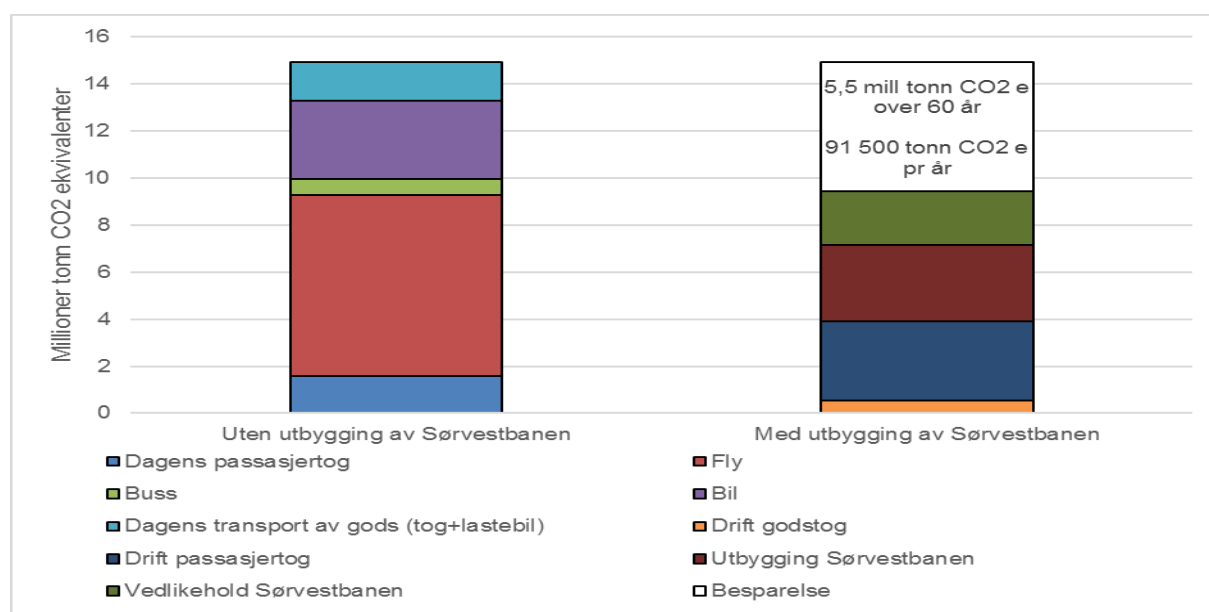
For lokaltrafikk Arendal-Mandal kommer 90% av transporten fra bil og 10% fra buss.

For lokaltrafikk Egersund-Stavanger kommer 100% av transporten fra bil.

5 RESULTATER

Klimagassutslipp fra utbygging og drift/vedlikehold av dobbeltsporet jernbaneinfrastruktur mellom Oslo og Stavanger, samt drift av høyhastighetstog, InterCity-tog og godstog medfører over 60 år et totalt klimagassutslipp på rundt 9,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, eller 157 000 tonn CO₂-ekvivalenter hvert år.

Skulle tilsvarende personer (og gods) som er beregnet til å ta ferdig utbygget dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger istedenfor reist med dagens Sørlandsbane, fly, buss, bil, godstog og lastebil, dvs. det som er dagens situasjon, vil totale klimagassutslipp over 60 år være på rundt 14,9 millioner tonn CO₂ ekvivalenter, eller 249 000 tonn CO₂ ekvivalenter hvert år.



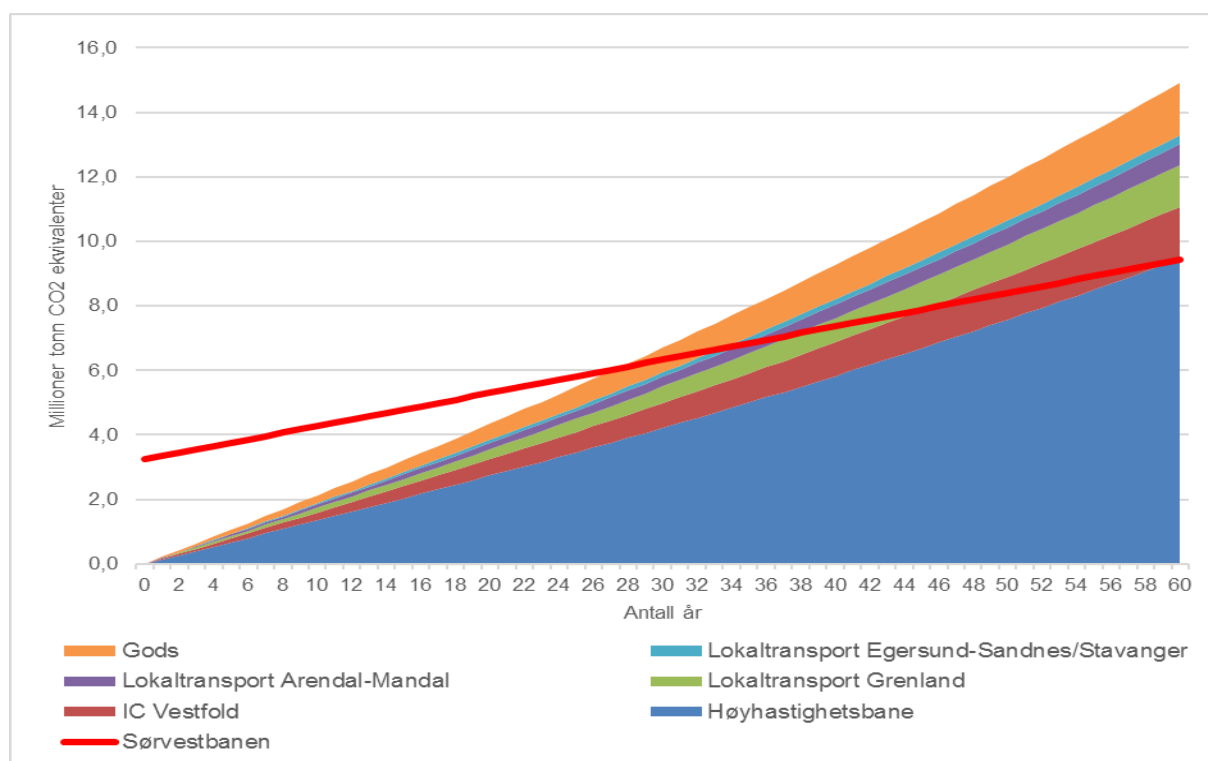
Figur 16: Totale klimagassutslipp over beregningsperioden på 60 år, i millioner tonn CO₂ ekvivalenter. Besparelsen (hvit farge) er angitt både over beregningsperioden på 60 år og pr år.

Figur 16 viser at en utbygging og drift/vedlikehold av tog og infrastruktur for Sørvestbanen vil medføre en reduksjon av klimagassutslipp på 5,5 millioner tonn CO₂ ekvivalenter over en 60 års beregningsperiode, eller 91 500 tonn CO₂-ekvivalenter hver år¹³.

Selve utbyggingen av resterende infrastruktur for dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger medfører klimagassutslipp (i år 0) i form av forbruk av energi- og materialer. Denne «investeringen» i utslipp medfører reduserte klimagassutslipp hvert år i driftsfasen.

I Figur 17 er akkumulerte utslipp fra dagens transportsystem og akkumulerte utslipp fra en utbygging av Sørvestbanen vist. Krysningpunktet mellom disse grafene viser når utbygging av Sørvestbanen er tilbakebetalt mtp. klimagassutslipp, dvs. etter hvor mange år økte utslipp fra utbyggingen tas igjen av reduserte utslipp fra driftsfasen.

¹³ Klimagassutslipp fra utbygging av banen blir da fordelt over 60 år.



Figur 17: Akkumulerte klimagassutslipp fra referansen (transport på dagens infrastruktur) er vist i blå, rød, grønn, lilla, turkis og oransje farge. Akkumulerte klimagassutslipp fra Sørvestbanen (utbygging, drift/vedlikehold av infrastruktur og drift/vedlikehold av tog) er vist i rød linje. Krysningpunktet mellom disse viser når tiltaket er tilbakebetalt mtp klimagassutslipp.

Basert på forutsetningene vist i kapittel 3, 4 og vedlegg 1 vil utbygging av Sørvestbanen og drift av tog (2 høyhastighetstog pr time hver vei i rushtid og 1 høyhastighetstog pr time hver vei utenom rushtid, 2 InterCity tog pr time hver vei og 2 ekstra InterCity tog pr time hver vei mellom Oslo og Tønsberg, samt godstog) ha en tilbakebetalingstid mtp. klimagassutslipp på rundt 28 år.

Ved å sammenlikne årlige reduserte klimagassutslipp på 91 500 tonn CO₂ ekvivalenter pr år mot totale klimagassutslipp fra transport i Norge (innenfor norsk territorium) i 2014 (antar at totale klimagassutslipp fra Norge holder seg stabilt fra 2014 til 2030) utgjør utbygging av Sørvestbanen en reduksjon på 0,55% av totale klimagassutslipp fra transport.

6 USIKKERHETER I BEREKNINGENE

6.1 Utbygging og vedlikehold av jernbaneinfrastruktur

Det er ikke beregnet forbedring/innovasjon i byggemetoder og vedlikehold for fremtidens infrastruktur. Spesielt for tunnel kan valg av drivemetode (sprengt løsning eller tunnelboremaskin) og type vann- og frostsikring påvirke totale klimagassutslipp. Nye materialer og løsninger kan også påvirke behov for vedlikehold av fremtidens infrastruktur. Ved planlegging og bygging av ny jernbaneinfrastruktur utarbeides det i dag miljøbudsjett¹⁴ (klimagassberegninger) som kan bidra til å finne byggemetoder og løsninger med lavere miljøpåvirkninger enn dagens standard byggemetode.

Det antas generelt at forbedring/innovasjon i byggemetoder og vedlikehold av infrastruktur heller vil redusere fremfor å øke totale klimagassutslipp fra utbygging og vedlikehold, men det er vanskelig å anslå effekten av dette på lang sikt. Utslippstall fra utbygging og vedlikehold av infrastruktur benyttet i denne utredningen anses derfor som konservative.

6.2 Elektrisk energi og materialer

6.2.1 Elektrisk energi

Det er generelt noe usikkert å fastslå klimagassutslipp fra å produsere elektrisk energi over en beregningsperiode på 60 år. Den nordiske kraftmiksen er derfor et praktisk midtpunkt mellom norsk kraftmiks med lave utslipp av klimagasser og europeisk kraftmiks med høye utslipp av klimagasser. Generell politikk i Europa tilsier at produksjon av elektrisk energi i fremtiden i høyere grad vil bli basert på fornybar energi enn det som er tilfellet i dag (det grønne skiftet).

Det er kjørt scenario med norsk kraftmiks (optimistisk scenario) og europeisk kraftmiks (pessimistisk scenario). Ved å benytte norsk istedenfor nordisk kraftmiks vil tilbakebetalingstiden for klimagassutslipp bli redusert fra 28 år til 21 år. Ved å benytte europeisk kraftmiks vil tilbakebetalingstiden for klimagassutslipp øke fra 28 år til 41 år.

6.2.2 Materialer

Økt bruk av betong med høyere andel flyveaske og slagg (og mindre andel sement), samt forskning og utvikling på energieffektivitet og fangst av karbon i produksjon av sement tilsier at fremtidige klimagassutslipp fra å produsere ferdig betong vil bli redusert fra dagens nivå.

Dagens markedssnitt for stål er 63% primærstål og 37% resirkulert stål. Det er utfordrende å anslå hvordan tilgangen på skrapstål og det generelle markedssnittet på stål vil være i fremtiden. Det finnes produsenter som i dag produserer armeringsstål basert på 100%

¹⁴ <http://www.jernbaneverket.no/globalassets/documents/prosjekter/follobanen/veileder-for-utarbeidelse-av-miljobudsjett-for-jernbaneinfrastruktur.pdf>

resirkulert stål (sett bort fra markedsdynamikken som oppstår ved etterspørsel av ekstra skrapstål, når tilgangen til slikt skrapstål er begrenset).

Det er utført et scenario *miljøkrav til materialer*, som tester effekten av å velge den beste betongen som er tilgjengelig i dag: lavkarbonbetong klasse A og armeringsstål basert på 100% skrapstål. Scenario *miljøkrav til materialer* følger regneregler som er gitt ved utarbeidelse av miljødeklarasjoner (EPD) for betong og armeringsstål. Ved å benytte dagens best mulig tilgjengelig betong og armeringsstål vil tilbakebetalingstiden for klimagassutslipp bli redusert fra 28 år til 22 år.

Fremtidig forskning og utvikling av nye materialer, produkter og byggemetoder med lave klimagassutslipp, samt å stille gode miljøkrav ved innkjøp av materialer og produkter, har stort potensial til å redusere totale klimagassutslipp fra utbygging av ny infrastruktur.

6.3 Transport

Det er for alle transportmidler utenom dagens tog og fremtidens InterCity-tog, høyhastighetstog og godstog lagt inn en forbedring i teknologi som medfører reduserte klimagassutslipp pr personkm på mellom 20% og 35% fra i dag og frem til 2040-2050. Det er lagt inn størst reduksjon på dagens fly- og bilpark. Det er i beregningene antatt en fremtidig bruk av plug-in hybrid og elbil.

Det er utført to scenarioer, et hvor belegg på fly er økt fra dagens 60% (iht SSB) til 75% (standard i HSR miljøanalyse klima) og et hvor all personbiltransport (langdistanse og kortdistanse) er basert på 100% elektriske biler over hele beregningsperioden (2030-2089). Klimagassutslipp fra produksjon av elektrisk energi til elektriske biler har samme utslippsfaktor som klimagassutslipp fra produksjon av elektrisk energi til tog (nordisk kraftmiks).

Ved å øke belegget på fly fra 60% til 75% vil tilbakebetalingstiden for klimagassutslipp øke fra 28 år til 32 år.

Ved å anta at all biltransport i hele beregningsperioden er elektriske kjøretøy, vil tilbakebetalingstiden for klimagassutslipp øke fra 28 år til 33 år.

6.4 Overført trafikk fra dagens transportsystem til fremtidig transport med tog

6.4.1 Transportberegninger

For å beregne klimagassutslipp for fremtidens transport med eller uten utbygget dobbeltsporet jernbane bør det gjøres en felles analyse av hvor mange personer som vil endre reisevaner ved et økt togtilbud. Da det ikke finnes noen transportanalyser som omfatter all fremtidig togtilbud og frekvens på strekningen (2 høyhastighetstog pr time hver vei i rush og 1 pr time hver vei utenfor rush, 2 InterCity tog pr time hver vei, 2 ekstra InterCity

tog pr time hver vei mellom Oslo og Tønsberg, samt godstog) hentes det data fra ulike transportanalyser.

Det er usikkert hvordan fremtidig transport vil foregå når det etter utbyggingen av dobbeltsporet bane kan gå 3 tog i timen mellom de største byene/stasjonene (høyhastighetstog og InterCity tog) og 2 tog i timen mellom resterende steder/stasjoner (InterCity tog). Dette kan føre til en steds- og byutvikling utover det som er antatt i transportanalysene. Dette er såpass usikkert at det er valgt å ikke se på effekten av dette utover det som allerede er inkludert i transportanalysene.

I de transportanalysene som omfatter flere alternativ (KVU Vestfoldbanen og KVU Grenlandsbanen), er alternativet med lavest fremtidig transport og overført effekt valgt. Det vil likevel være en mulighet for dobbelttelling (overført transport fra bil, buss og fly til tog telles to ganger) mellom de ulike analysene. En dobbelttelling vil medføre at reduserte klimagassutslipp for Sørvestbanen blir noe overestimert. Det er vanskelig å anslå hvor reelt dette er da de ulike transportanalysene er utarbeidet med forskjellige modeller, av ulike firma og på ulike tidspunkt.

For å teste effekten av hvor avhengig resultatet er av de ulike transportberegningene er det utført et scenario der effekter av overført trafikk kun er inkludert for høyhastighetsbanen (tilsvarende som for HSR miljøanalyse klima) og for 20% økt transport med gods. Overført trafikk for Vestfoldbanen, Grenland, Agder og Rogaland tas da ut av beregningene. Det er lite sannsynlig at all transport som er overført for Vestfoldbanen, Grenland, Agder og Rogaland er dobbelttelling, men scenarioet vil vise *worst case*-tilfellet.

Ved å ta overført trafikk for Vestfoldbanen, Grenland, Agder og Rogaland ut av beregningen, vil tilbakebetalingstiden for klimagassutslipp øke fra 28 år til 46 år.

6.4.2 Overført transport av gods

Når det gjelder økt transport av gods på tog ved en utbygging av dobbeltsporet jernbane er det antatt at en 20% økning i forhold til dagens godstransport på tog er realistisk. Det er gjort et scenario hvor effekten av en økning på 50% i forhold til dagens godstransport på tog testes.

Ved å regne med at det vil bli en økning på 50% av godstransport på tog i forhold til dagens transport, vil tilbakebetalingstiden for klimagassutslipp bli redusert fra 28 år til 25 år.

6.5 Resultat av usikkerhetsberegninger (scenario)

Tabell 20 viser en oversikt over de ulike usikkerhetsberegningene og konsekvens de ulike scenarioene har for tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp. Tabellen viser at med den mest ekstreme antakelsen (scenario 6), hvor det kun regnes med overført trafikk til høyhastighetsbane og gods, og det ikke regnes med noen lokale effekter av utbyggingen, øker tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp med 18 år.

Tabell 20: Tabellen viser resultatet av usikkerhetsberegningene og konsekvens de ulike scenarioene har for tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp.

Scenario	Dagens transportsystem (referanse)	Utbygging av Sør-vestbanen	Besparelse over 60 år	Besparelse pr år	Tilbakebetalingstid mtp klima
	mill tonn CO ₂ ekv			tonn CO ₂ ekv	Antall år
Standard i beregninger	14,9	9,4	5,5	91 500	28 år
1: Norsk kraftmiks	13,9	6,4	7,6	126 000	21 år
2: Europeisk kraftmiks	16,2	13,5	2,7	45 000	41 år
3: Miljøkrav til materialer	14,9	8,4	6,6	110 000	22 år
4: Økt belegg på fly fra 60% til 75%	13,6	9,4	4,2	70 000	32 år
5: 100% elektrisk bilpark i hele beregningsperioden	13,5	9,4	4,0	67 500	33 år
6: Kun overført trafikk til høyhastighetsbane og gods ¹⁵	11,1	9,4	1,6	27 500	46 år
7: 50 % økt godstransport på jernbane istedenfor 20%	16,0	9,6	6,4	107 000	25 år

Regnes det med de beste antakelsene (scenario 1 og 3) vil tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp reduseres med hhv 7 år og 6 år, fra 28 år til 21 år og 22 år. En kombinasjon av ulike «positive» scenario (for eksempel ved å stille gode miljøkrav til materialer ved utbyggingen, 50 % økt godstransport på jernbane istedenfor 20% og lavere klimagassutslipp fra produksjon av elektrisk energi) vil redusere tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp ned mot 15 år. På samme måte vil en kombinasjon av ulike «negative» scenario (reduisert overført av transport til tog og høyere klimagassutslipp fra produksjon av elektrisk energi) øke tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp ytterligere.

¹⁵ Selv om det ikke regnes med noen overført effekt av lokaltransport regnes det likevel med klimagassutslipp fra drift av 26 avganger med høyhastighetstog og 35 avganger med InterCity-tog, hver vei hver dag (ingen endring fra standard i beregninger).

7 OPPSUMMERING/KONKLUSJON

Denne utredningen baserer seg på miljøanalysen som ble utarbeidet i forbindelse med Høyhastighetsutredning (*HSR miljøanalyse klima*) i 2012, alternativ S8:Q (Oslo-Stavanger). I tillegg til høyhastighetstrafikk er også overført lokaltrafikk (InterCity) og overført gods inkludert i beregningene.

Hvordan vil utbygging av en dobbeltsporet jernbane langs kysten fra Oslo til Stavanger påvirke totale klimagassutslipp fra transport mellom byene, når man regner med effekt av høyhastighetsbane, InterCity-trafikk og godstransport?

Det er beregnet at en utbygging og drift/vedlikehold av tog og infrastruktur for Sørvestbanen vil medføre en reduksjon av klimagassutslipp på ca. 5,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter over en 60 års beregningsperiode, eller rundt 91 500 tonn CO₂-ekvivalenter hver år¹⁶.

Selve utbyggingen av resterende infrastruktur for dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger medfører klimagassutslipp (i år 0) i form av forbruk av energi- og materialer. Denne «investeringen» i utslipp medfører reduserte klimagassutslipp hvert år i driftsfasen. Det er beregnet at utbyggingen av Sørvestbanen og drift av tog vil ha en tilbakebetalingstid mtp. klimagassutslipp på rundt 28 år. Med tilbakebetalingstid menes etter hvor mange år økte klimagassutslipp fra utbyggingen tas igjen av reduserte klimagassutslipp fra driftsfasen.

Klimagassberegninger er i stor grad avhengig av ulike forutsetninger og antakelser. Det er generelt valgt en robust og konservativ innfallsvinkel, hvor faktorer som ikke favoriserer tog er benyttet. Det er gjennomført usikkerhetsberegninger som viser at valg av ulike forutsetninger vil endre tilbakebetalingstiden fra 28 år til et sted mellom 21 år og 46 år. Faktorene som påvirker tilbakebetalingstiden mest er klimagassutslipp fra produksjon av elektrisk energi (norsk, nordisk og europeisk strømmiks), benytte materialer og produksjonsmetoder som har lavest mulige klimagassutslipp ved utbygging av ny bane, samt andel eksisterende trafikk med fly, buss, bil og lastebil som overføres til ny bane.

En kombinasjon av ulike «positive» scenario (ved å stille gode miljøkrav til materialer ved utbyggingen, 50 % økt godstransport på jernbane istedenfor 20% og lavere klimagassutslipp fra produksjon av elektrisk energi) vil redusere tilbakebetalingstiden mtp. klimagassutslipp ned mot 15 år.

Sparte klimagassutslipp og tilbakebetalingstid er avhengig at det bygges et dobbeltspor for høyhastighetsjernbane (hastighet på 250 km/t) på hele strekningen mellom Oslo og Stavanger, slik at linjen kan ha kapasitet til høyhastighetstog, lokale InterCity-tog og godstog. De ulike strekningene (Vestfoldbanen, Grenlandsbanen og Sørlandsbanen) er avhengig av hverandre og kan ferdig utbygget sammen føre til besparelser av klimagassutslipp som beregnet i denne utredningen.

Beregningene viser en besparelse på 5,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter over en 60 års beregningsperiode, eller 91 500 tonn CO₂-ekvivalenter hver år. Hvor stor reduksjon av klimagassutslipp utbyggingen av Sørvestbanen medfører er avhengig av tidsperioden besparelsen regnes over. Selv om besparelsen i denne utredningen er regnet over 60 år så vil transport mellom Oslo og Stavanger etter utbyggingen ha et lavere klimagassutslipp hvert

¹⁶ Klimagassutslipp fra utbygging av banen blir da fordelt over 60 år.

år etter tilbakebetalingstiden på 28 år, også etter 60 år. Er beregningsperioden 100 år er besparelsen på rundt 9,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter gitt de samme forutsetningene, selv om beregninger over en så lang tidshorisont innebærer betydelig usikkerhet i beregningsgrunnlaget.

Ved å sammenlikne årlige reduserte klimagassutslipp på 91 500 tonn CO₂-ekvivalenter pr år mot totale klimagassutslipp fra transport i Norge (innenfor norsk territorium) i 2014 (antar at totale klimagassutslipp fra Norge holder seg stabilt fra 2014 til 2030) utgjør utbygging av Sørvestbanen en reduksjon på rundt 0,55% av Norges totale klimagassutslipp fra transport.

Gitt forutsetningene og usikkerhetsberegningene er det rimelig å anta at utbygging og drift/vedlikehold av dobbeltsporet jernbane mellom Oslo og Stavanger vil medføre et totalt lavere klimagassutslipp etter 28 år enn ved å ikke bygge ut en slik bane, og utbyggingen vil derfor være et positivt tiltak for å redusere nasjonale klimagassutslipp i tråd med nasjonale mål og internasjonale forpliktelser.

I Høyhastighetsutredningen fra 2012 ble utbygging av banen mellom Oslo og Stavanger nedbetalt mtp. klimagassutslipp etter over 60 år. Ved å inkludere overført effekt av lokaltransport og godstransport i tillegg til overført effekt av langtransport (høyhastighetsbane) blir utbyggingen av banen nedbetalt etter kun 28 år. Dette viser at når det ført skal bygges ut infrastruktur for bane bør denne brukes så mye som mulig for å fordele utslippene på mest mulig nytte i form av transport.

8 REFERANSER

Hammervold, J. 2009. Metode for beregning av energibruk og klimagassutslipp for vegprosjekter. Oslo, Norge: Statens Vegvesen.

Korsmo, A.-R. & H. Bergsdal. 2010. Miljøbudsjett for Follobanen, Infrastruktur. Asplan Viak, ViaNova, MiSA, for Jernbaneverket, Oslo, Norway.

<http://www.jernbaneverket.no/contentassets/0c6a69194a47494e88c28650244f1824/miljobudsjett-follobanen-infrastruktur.pdf>

Misa, Asplan Viak, m.fl. 2012: Environmental analysis Climate, Norwegian High Speed Railway Project, Phase 3, Final report, Version 2 (03.02.2012), heretter kalt *HSR miljøanalyse klima*.

http://www.jernbaneverket.no/contentassets/4edb3981f396453a95aa8715c82a97e3/climate-final-report-phase3_misa.pdf

Rejlers, juni 2014. Sørvestbanen, Godspotensial. <http://www.sorvestbanen.no/files/SVB-Gods-Rapport-200614.pdf>

VEDLEGG 1: BAKGRUNN FOR BEREKNINGER

A.1 Infrastruktur for Sørvestbanen

Beregninger av klimagassutslipp fra utbygging og vedlikehold av infrastruktur er primært basert på beregninger gjort i HSR miljøanalyse klima.

A.1.1 Utbygging av infrastruktur

Deler av strekningen for dobbeltspor mellom Oslo og Stavanger er allerede ferdig utbygget eller under utbygging. For Vestfoldbanen gjelder dette strekninger med grå farge i Figur 18, og for Rogaland er strekningen mellom Sandnes og Stavanger ferdig utbygget med dobbeltspor.



Figur 18: Utbyggingstrinn Vestfoldbanen, kilde: JBV

I klimagassberegningene for utbygging av ny infrastruktur er strekninger som er ferdig utbygget eller under utbygging ikke inkludert. Grunnlaget for å ikke inkludere disse strekningene i klimagassberegningene henger sammen med beregninger for overført trafikk. I beregninger for overført trafikk for InterCity Vestfoldbanen er dobbeltspor på de utbygde strekningene allerede med i referansescenariet, ref. kapittel InterCity Vestfold 4.2.1. Skal man ta med klimagassutslipp fra utbygging av disse strekningene må beregningene for overført trafikk også ta med overført trafikk fra å bygge ut disse strekningene. Sparte bil- og bussreiser vil da bli høyere enn det som ligger inne i dagens beregninger.

På samme måte er eksisterende dobbeltspor mellom Oslo – Drammen og Sandnes – Stavanger ikke inkludert i beregningene da det heller ikke tatt med effekt av overført trafikk på disse strekningene.

Tabell 21: Strekninger som allerede har utbygget dobbeltspor og som ikke inkluderes i klimagassberegninger for utbygging av infrastruktur.

Strekning	Total distanse, km	Dagsone, km	Tunnel, km	Bru, km
Oslo-Drammen	41,0	10,2	29,0	2,30
Koppervikdalen – Nykirke	31,3	18,1	12,4	0,80
Barkåker – Tønsberg	5,80	4,05	1,75	0,00
Larvik – Porsgrunn	22,5	6,0	15,0	1,50
Sandnes - Stavanger	15,0	14,7	0,2	0,10
Sum (Oslo-Stavanger)	115,6	53,1	58,3	4,70
Sum (Drammen-Stavanger)	74,6	42,9	29,3	2,40

I oppdaterte klimagassberegninger fra infrastruktur antas det da at det kun er resterende strekning mellom Drammen og Sandnes (386 km) som bygges ut.

Tabell 22: Distanse i km av nytt dobbeltspor som må bygges ut mellom Oslo og Stavanger.

Korridor, Drammen-Stavanger	HSR, S8:Q, km	Ferdig bygget ut	Resterende som bygges ut
Daglinje, dobbeltspor	207	42,9	164
<i>Rural</i>	64%	64%	105
<i>By</i>	36%	36%	59
Tunnel, dobbeltspor	246	29,3	217
Bru, dobbeltspor,	7,7	2,4	5,3
Total distanse, ny linje, km	461	74,6	386

A.1.2 Vedlikehold av infrastruktur

Klimagassutslipp fra vedlikehold av infrastruktur vil være for hele strekningen fra Drammen til Stavanger (461 km).

A.1.3 Teknologi og metode for utbygging og vedlikehold av jernbaneinfrastruktur

Byggemetode for dagsone, tunnel og bru er basert på beregninger gjort i HSR miljøanalyse klima. Det er ikke gjort noen justeringer/tilpasninger på disse byggemetodene. For tunnel kan både valg av drivemetode (sprengning eller tunnelboremaskin) og valg av løsning for vann- og frostsikring ha innvirkning på resultatet.

Dagsone

Klimagassutslipp fra utbygging av urbane områder tilsvarer utslipp fra utbygging av dagsone som forbinder Oslo S og tunnelen for Follobanen, og tunnelen for Follobanen til Ski Stasjon. Det vil si dagsone med betydelige tilførsler av konstruksjonselementer, ref. miljøbudsjett Follobanen (Korsmo, A.-R. & H. Bergsdal. 2010).

Klimagassutslipp fra utbygging utenfor urbane områder (rural) tilsvarer samme utslipp som ved utbygging av urbane områder, men med alle konstruksjonselementer fjernet (HSR miljøanalyse klima).

Tunnel

Klimagassutslipp fra utbygging av tunnel er basert på beregninger gjort i HSR miljøanalyse klima, som tar utgangspunkt i tunnelen for Follobanen (Korsmo, A.-R. & H. Bergsdal. 2010). Klimagassutslipp er basert på følgende oppbygging av tunnelen:

- 2 separate løp
- Inkluderer tverrslag, tverrforbindelser, rømningsveier
- Drivemetode er sprengt løsning
- Metode for vann og frostsikring er membran med armerte betongelementer, rundt 8 m³ betong pr 1m dobbelt tunnel (for 2 løp). Dette tilsvarer ca. 200 mm tykke elementer. Membran og elementer byttes ut en gang i løpet av beregningsperioden (inkludert i klimagassutslipp fra drift/vedlikehold).

Bru

Klimagassutslipp fra bruer er modellert tilsvarende norske vegbroer (Hammervold 2009), justert for bredde tilsvarende jernbane for dobbeltspor. Klimagassutslipp fra jernbanespor og tekniske komponenter er identisk med dagsone. I beregningene er det lagt inn en fordeling på 50% betongbru og 50% stålbru.

A.1.4 Vei

Klimagassutslipp for utbygging og drift/vedlikehold av dagens veiinfrastruktur (dagsone, tunnel og bru) er basert på beregninger gjort i HSR miljøanalyse klima. Utenom å justere for andel dagsone, tunnel og bru er det ikke gjort noen andre justeringer/tilpasninger på disse beregningene.

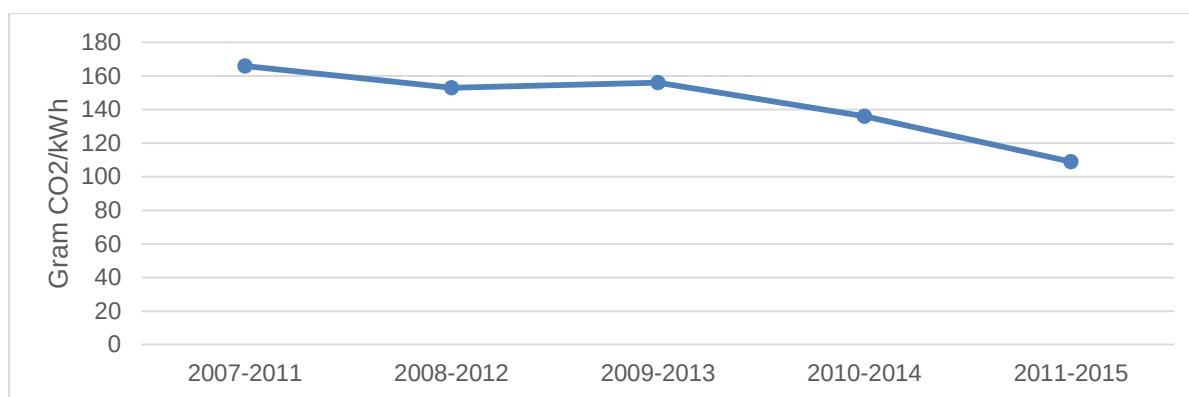
Klimagassutslipp fra utbygging og drift/vedlikehold av ny fremtidig veiinfrastruktur mellom Oslo og Stavanger er ikke inkludert i beregningene.

Originalt i HSR miljøanalyse klima er det antatt at norsk vei består av 96% vei i dagen 3% vei i tunnel og 1% vei på bru. E18 og E39 mellom Oslo og Stavanger er gjennomgått og det er funnet at denne veien består av 90% vei i dagen 7% vei i tunnel og 3% vei på bru.

A.2 Utslippsfaktor for elektrisk energi og materialer

A.2.1 Elektrisk energi

I HSR-utredningen er klimagassutslipp fra forbruk av elektrisk energi beregnet etter nordisk kraftmiks (inkludert import). Den nordiske miksen er benyttet som kompromiss mellom norsk kraftmiks med lave utslipp av klimagasser og europeisk kraftmiks med høye utslipp av klimagasser. Det norske kraftnettet kan ikke operere uavhengig av det nordiske kraftmarkedet, på samme måte som det nordiske markedet er integrert i det europeiske kraftmarkedet.



Figur 19: Klimagassutslipp fra produksjon av elektrisk energi, snitt for ulike år, "Electricity, high voltage, supply mix, Nordic".

For klimagassutslipp fra elektrisk energi er det valgt å benytte utslippsfaktor fra nordisk forsyningsmiks (samsvar med NSB miljøkalkulator), gjennomsnitt fra 2010-2014.

Tabell 23: Klimagassutslipp fra produksjon av elektrisk energi i HSR miljøanalyse klima og oppdatert for denne rapporten.

	HSR miljøanalyse klima	Oppdatert
Optimistisk fremtid (lavutslipp)	26,5 g CO ₂ e/kWh <i>Norwegian consumption mix (2007-2009)</i>	
Standard i beregninger elektrisk energi til utbygging av infrastruktur	186 g CO ₂ e/kWh	136 g CO ₂ e/kWh <i>Electricity, high voltage, supply mix, Norway 2010-2014</i>
Standard i beregninger elektrisk energi – drift av tog i 60 år	166 g CO ₂ e/kWh	
Pessimistisk fremtid (høyutslipp)	283 g CO ₂ e/kWh <i>European projection (2030)</i>	

A.2.2 Betong

I HSR miljøanalyse klima er det benyttet følgende utslippsfaktor for betong: *Concrete Normal, at plant*: 263,0 kg CO₂ e/m³ (Ecolnvent).

Norsk Betongforening har utarbeidet en publikasjon *Lavkarbonbetong* (Norsk Betong Publikasjon 37)¹⁷. Tabell 24 er hentet fra denne publikasjonen og oppsummerer lavkarbonbetongklasser med grenseverdier for klimagassutslipp (kg CO₂ e/m³ betong). For B35 betong vil klimagassutslipp fra 1 m³ betong med lavkarbonklasse A være 230 kg CO₂-ekv./m³.

Tabell 24: Lavkarbonbetongklasser med grenseverdier for klimagassutslipp.

	B20	B25	B30	B35	B35	B45	B55
	M90	M90	M60	M45/MF45	M40/MF40	M40/MF40	M40/MF40
	Maksimalt tillatt klimagassutslipp [kg CO ₂ ekv. pr m ³ betong]						
Lavkarbon A	170	180	200	210	230	240	250
Lavkarbon B	200	220	240	270	300	310	320
Lavkarbon C	240	260	280	320	350	360	370
Bransjereferanse	280	300	320	370	410	420	430

Dagens lavkarbonbetong er basert på CEM II sement. Betongbransjen er i startfasen i å benytte betong med CEM III sement, som tillater en høyere bruk av flyveaske og andre tilsetninger enn dagens lavkarbonbetong klasse A. CEM III sement kan inneholde rundt 75% slagg. Det er utført prøvestøpninger av denne betongen for Oslo Havn¹⁸ med gode resultater. Iht. til EPD for benyttet betong har denne et klimagassutslipp på 119,81 (A1-A3) kg CO₂-ekv./m³¹⁹.

Økt bruk av betong med CEM III sement, samt forskning og utvikling på energieffektivitet og fangst av karbon i produksjon av sement tilsier at fremtidige klimagassutslipp fra å produsere ferdig betong vil bli redusert fra dagens nivå.

Som standard i beregningene benyttes tall fra HSR miljøanalyse klima, da disse fremdeles er relevante. Det vil bli kjørt et scenario «Miljøkrav til materialer», som tester effekten av å velge den beste betongen som er tilgjengelig i dag, *Lavkarbonbetong klasse A*. Scenario miljøkrav til materialer følger regneregler som er gitt ved utarbeidelse av miljødeklarasjoner (EPD).

Tabell 25: Klimagassutslipp fra produksjon av betong, i HSR miljøanalyse klima oppdatert, for denne utredningen (tilsvarende som for HSR miljøanalyse klima) og scenario miljøkrav til materialer.

	HSR miljøanalyse klima og oppdatert	Scenario Miljøkrav til materialer
Normalbetong	263,0 kg CO ₂ e/m ³	230,0 kg CO ₂ e/m ³
Betong til sikringsstøp		

¹⁷ <http://www.byggutengrenser.no/filer/nedlasting/NB%2037%20-%20Lavkarbonbetong-16juni15.pdf>

¹⁸ <http://tech4hire.no/images/PDF%20files/Skedsmo%20Betong%20Byggeindustrien%2017-2014.pdf>

¹⁹ <http://www.epd-norge.no/getfile.php/PDF/EPD/Byggevarer/NEPD304-184-NO%20B45%20M40%20Lavvarmebetong%20synk%20200mm%20GK.pdf>

A.2.3 Armeringsstål

I HSR miljøanalyse klima er det benyttet følgende utslippsfaktor for armeringsstål: "reinforcing steel, at plant", 1,39 kg CO₂-ekv./kg. (Ecolnvent). Dette stålet består av 63% primærstål og 37% resirkulert stål, iht. europeisk markedsmix.

I en utredning bør man prøve å estimere den miljømessige konsekvensen av én løsning vs. en annen løsning. Ved etterspørsel av ekstra stål må man prøve å estimere hva som er konsekvensen av det, gitt markedsdynamikken. Hvis det er globalt mangel på skrap representerer da markedssnittet for stål (63% primærstål og 37% resirkulert stål) en slags «nedre grense» for konsekvensen av økt etterspørsel. Så representerer rent primært stål øvre grense. Verdier imellom er avhengig av priselastisiteter etc. (hvis økt etterspørsel etter skrapstål gir litt høyere verdi på skrap, kan kanskje litt mer skrap samles inn). Hvis det ikke er mangel på skrap så vil det være rett å regne bruk av resirkulert som utslippsfritt, med unntak av selve innsamling/resirkuleringsutslipp.

Tabell 26: Utslippsfaktorer for armeringsstål fra ulike EPD

Navn	Produsent	År	Andel skrap	Klimagassutslipp (A1-A3)
Steel reinforcement products for concrete ²⁰	Celsa, Norge	2016	>99%	0,33 kg CO ₂ e/kg
Wire mesh reinforcement steel ²¹	Norsk Stål, Europa	2015	>99%	0,33 kg CO ₂ e/kg
Ribbed reinforcement bars ²²	Norsk Stål, Europa	2015	>99%	0,325 kg CO ₂ e/kg
Ribbed bars reinforcement steel ²³	E.A. Smith AS, Europa	2015	>99%	0,52 kg CO ₂ e/kg

Iht. til miljødeklarasjon (EPD) for armeringsstål (Tabell 26) viser disse at flere produsenter leverer armeringsstål basert på over 99% resirkulert stål, med et tilsvarende klimagassutslipp på 0,3 – 0,5 kg CO₂-ekv./kg.

Som standard i beregningene benyttes tall fra HSR-utredningen, da disse fremdeles er relevante. Det vil bli kjørt et scenario «Miljøkrav til materialer», som tester effekten av å velge det beste armeringsstålet som er tilgjengelig i dag. Scenario "miljøkrav til materialer" følger regneregler som er gitt ved utarbeidelse av miljødeklarasjoner (EPD).

Tabell 27: Klimagassutslipp fra produksjon av armeringsstål, i HSR utredningen, for denne utredningen og scenario miljøkrav til materialer.

	HSR miljøanalyse klima og oppdatert	Scenario Miljøkrav til materialer
Armeringsstål	1,39 kg CO ₂ e/kg	0,4 kg CO ₂ e/kg

²⁰ <http://www.epd-norge.no/getfile.php/PDF/EPD/Byggevarer/NEPD-434-305-EN%20Steel-reinforcement-products-for-concrete%20GK.pdf>

²¹ <http://www.epd-norge.no/getfile.php/PDF/EPD/Byggevarer/NEPD-348-237-EN-Norsk-St%C3%A5l-AS-Wire-mesh-reinforcement-steel-GK%281%29.pdf>

²² <http://www.epd-norge.no/getfile.php/PDF/EPD/Byggevarer/NEPD-347-238-EN-Norsk-St%C3%A5l-AS-Ribbed-reinforcement-bars-GK%281%29.pdf>

²³ <http://www.epd-norge.no/getfile.php/PDF/EPD/Byggevarer/NEPD-321-200-EN%20Ribbed-bars-made-from-reinforcement-steel-in-the-form-of-mesh-as-well-as-straight-and-shaped-bars%20GK.pdf>

A.3 Energiforbruk og belegg på kjøretøy

A.3.1 Dagens passasjertog (Sørlandsbanen)

Beregninger av klimagassutslipp fra dagens tog er primært basert på beregninger gjort i HSR miljøanalyse klima.

Belegg og energiforbruk på dagens tog på Sørlandsbanen er oppdatert basert på data fra SSB og NSB årsrapport 2015.

Tabell 28: Belegg og energiforbruk på dagens tog på Sørlandsbanen.

	HSR miljøanalyse klima	Oppdatert
Belegg	34%	46,3% ²⁴
Energiforbruk uten tap	0,0390 kWh/skm (NSB 2007)	0,0396 kWh/skm (snitt NSB 2013-2015) ²⁵

Det antas at det vil være samme energiforbruk på dagens tog og fremtidens IC-tog, da det vil være samme eller tilsvarende togtype som benyttes (for eksempel NSB Flirt - Type 74).

Det antas konstant energiforbruk pr. setekm for togframføring i beregningsperioden på 60 år. Mest sannsynlig vil det være en forbedring i teknologien for fremtidens IC-tog, slik at denne antakelsen gjør at beregningen blir konservativ.

Det legges til 20% på oppgitt energiforbruk for å dekke tap i strømmettet²⁶. Det antas at tap i strømmettet er konstant i beregningsperioden på 60 år.

Klimagassutslipp fra produksjon og vedlikehold av persontog er basert på ecoinvent, *Transport, regional train, SBB mix/CH*. For dagens tog (Sørlandsbanen) er produksjon og slitasje av infrastruktur doblet fra tall i ecoinvent, iht. HSR miljøanalyse klima.

A.3.2 Godstog

Energiforbruk for godstog er basert på NSB årsrapport 2015.

Tabell 29: Energiforbruk for dagens og fremtidens godstog.

	HSR miljøanalyse klima	Oppdatert
Energiforbruk	Ingen tall	0,047 kWh/tonnkm (snitt NSB 2013-2015) ²⁵

Det antas at det vil være samme energiforbruk på dagens tog og fremtidens godstog.

Det antas konstant energiforbruk pr. tonnkm for togframføring i beregningsperioden på 60 år. Mest sannsynlig vil det være en forbedring i teknologien for fremtidens IC tog, slik at denne antakelsen gjør at beregningen blir konservativ.

²⁴ SSB: Tabell: 10484: Persontransport med jernbane, etter strekningstype, 321 Sørlandsbanen

²⁵ https://2015.nsbkonsernet.no/wp-content/uploads/2016/02/NSB_rapport_2015.pdf, side 83

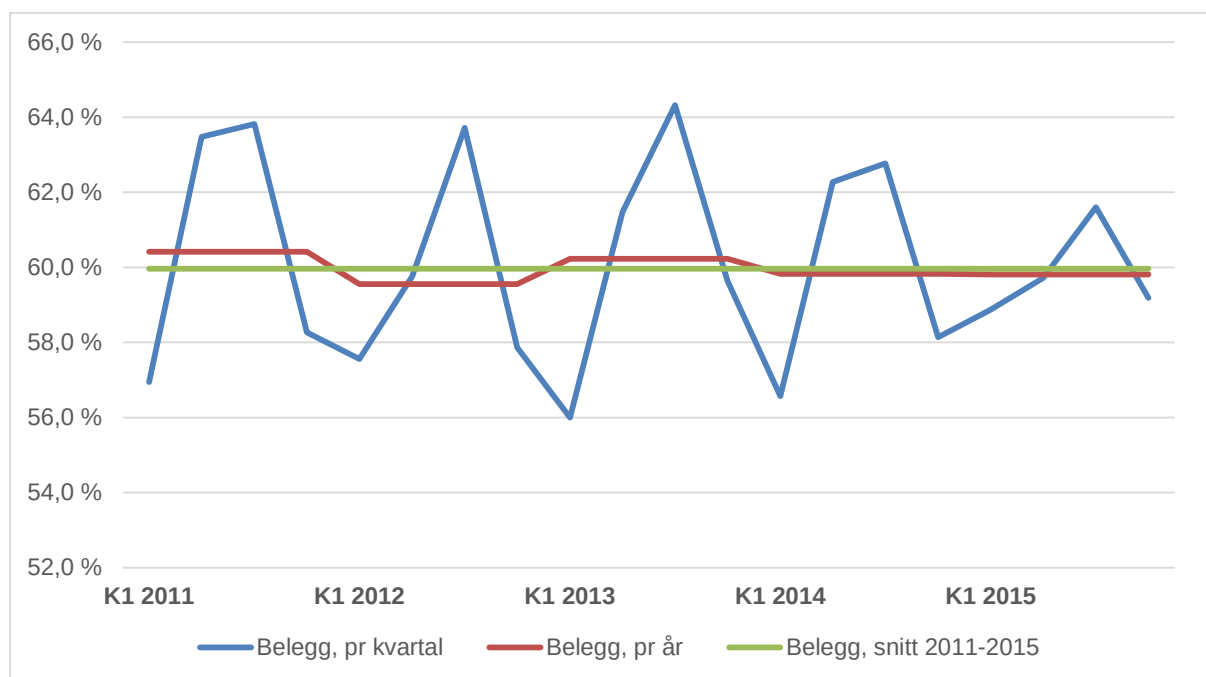
²⁶ Jernbaneverkets standardvilkår for avregning av 16 2_3 Hz energi versjon 2.2

Klimagassutslipp fra produksjon og vedlikehold av godstog er basert på ecoinvent, "Transport, freight, rail/CH U". For dagens godstransport er produksjon og slitasje av infrastruktur doblet fra tall i ecoinvent, iht. HSR miljøanalyse klima.

A.3.3 Fly

Beregninger av klimagassutslipp fra fly er primært basert på beregninger gjort i HSR miljøanalyse klima.

Belegg på flytransport mellom Oslo Lufthavn - Stavanger Sola - Kristiansand Kjevik - Sandefjord Torp - Skien Geitryggen er oppdatert basert på statistikk for gjeldende flyplasser fra SSB²⁷. Klimagassutslipp for flybensin er oppdatert etter CEN 16258:2012²⁸.



Figur 20. Belegg på fly mellom Oslo-Stavanger og Kristiansand. SSB 08512 og 08510.

Tabell 30: Klimagassutslipp fra forbrenning av flybensin og belegg på flytrafikk mellom Oslo – Stavanger – Kristiansand.

	HSR miljøanalyse klima	Oppdatert
Forbrenning flydrivstoff	3,67 kg CO ₂ -ekv./ kg (EcoInvent 2006)	3,88 kg CO ₂ -ekv./ kg, well to wheel ²⁸
Belegg	75,0%	59,4% (snitt 2009-2016)

Det antas at klimagassutslipp fra forbrenning flydrivstoff er konstant i beregningsperioden på 60 år.

²⁷ **Tabell: 08512:** Lufttransport. Flybevegelser og seter mellom norske lufthavner lufthavn, til lufthavn, tid og statistikkvariabel og **Tabell: 08510:** Lufttransport. Passasjerer mellom norske lufthavner

²⁸ CEN 16258:2012: Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers).

Det antas en forbedring på forbruk av drivstoff for fly, iht. HSR miljøanalyse klima, som vist i Tabell 31.

Tabell 31: Andel type fly i år 2030, 2040 og fra 2015.

	2030	2040	2050+
Ny (tilsvarende 737-800W)	64 %	28 %	0 %
Neste generasjon	36 %	72 %	100 %

Tabell 32: Drivstofforbruk pr sete km. Distansen mellom flyplassene er økt med 5% for å dekke indirekte drivstofforbruk.

	Oslo-Kristiansand	Oslo-Stavanger	Stavanger-Kristiansand
Ny (tilsvarende 737-800W)	0,035	0,031	0,050
Neste generasjon	0,028	0,025	0,040
Andel av flyturer ²⁹	28%	70%	1%

Klimagassutslipp fra produksjon og vedlikehold av fly er basert på ecoinvent, "Aircraft, medium haul/RER".

Det er lagt til klimagassutslipp fra transport til og fra flyplass iht. HSR miljøanalyse klima.

Klimaeffekt som følge av kondensstriper og cirruskyer (fjærskyer) er ikke inkludert i beregningene.

A.3.4 Buss

Beregninger av klimagassutslipp fra buss er basert på beregninger gjort i HSR miljøanalyse klima.

Tabell 33: Belegg og drivstofforbruk buss.

	HSR miljøanalyse klima
Belegg	70%, 45 seter
Drivstofforbruk i 2010	0,25 kg/km eller 0,30 l/km

Det antas at det vil være samme setekapasitet og belegg på dagens og fremtidens buss i beregningsperioden på 60 år.

Det antas en gradvis forbedring av direkte klimagassutslipp fra buss iht. HSR. Direkte klimagassutslipp fra buss (eksospotten) er i 2010 835 g CO₂-ekv./kjøretøykm og i 2040 616 g CO₂-ekv./kjøretøykm.

Klimagassutslipp fra produksjon og vedlikehold av buss er basert på produksjon og vedlikehold av Volvo 8500 Low Entry Bus (detaljert materialliste) (HSR).

Klimagassutslipp fra produksjon og vedlikehold av veiinfrastruktur er inkludert iht. beregninger vist i kapittel A.1.4.

²⁹ Basert på SSB tabell 08512 og 08510, snitt 2009-2016.

A.3.5 Lastebil

Tabell 34: Drivstofforbruk lastebil

	HSR miljøanalyse klima	Oppdatert
Gjennomsnittlig fraktet gods pr km med lastebil [tonn/km]	Ingen tall	Tonn per transport for norskregistrerte Lastebiler: 10 tonn. ³⁰
Drivstofforbruk	Ingen tall	0,339 kg/km eller 0,407 l/km (Euro V) ³¹

Det antas at det vil være samme tonn pr transport på dagens og fremtidens lastebiltransport i beregningsperioden på 60 år.

Det antas en gradvis forbedring av direkte klimagassutslipp fra lastebil tilsvarende for buss. Direkte klimagassutslipp fra lastebil (eksospotten) er i 2010 1,088 kg CO₂-ekv./kjøretøykm og i 2040 0,803 kg CO₂-ekv./kjøretøykm.

Klimagassutslipp fra produksjon og vedlikehold av lastebil er basert på ecoinvent:

- Lorry 28t/RER/I U
- Maintenance, lorry 28t/CH/I U

Klimagassutslipp fra produksjon og vedlikehold av veiinfrastruktur er inkludert iht. beregninger vist i kapittel A.1.4.

A.3.6 Bil

Beregninger av klimagassutslipp fra bil er basert på beregninger gjort i HSR miljøanalyse klima.

- Antar at overført HSR transport erstatter bil langdistance
- Antar at overført IC transport erstatter bil kortdistance

Tabell 35: Belegg kort- og langdistance bil.

	HSR miljøanalyse klima	Oppdatert
Belegg	Kortdistance: ingen tall Langdistance: 2,12 personer/vkm	Kortdistance: 1,55 personer/vkm (RVU) Langdistance: 2,12 personer/vkm

Sammensetning av bilpark (fossil, plug in hybrid og elektrisk) er iht. HSR miljøanalyse klima.

³⁰ Figur 7, SSB 2014.

<http://www.thema.no/wp-content/uploads/2015/03/THEMA-rapport-2015-01-Incentiver-for-milj%C3%B8vennlige-busser-og-lastebiler.pdf>

³¹ Tabell 6.3.

https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/SD/Vedlegg/rapporter_og_planer/2013/samferdsel_miljo_130909.pdf

Tabell 36: Fordeling på standard fossil bil, plug-in hybrid bil og elbil, klimagassutslipp for standard fossilbil og energiforbruk elbil for bil langdistanse.

Bil Langdistanse	2005	2016	2030	2040	2040->
Standard (fossil) bil	100 %	94 %	86 %	80 %	80 %
Plug-in hybrid (bensin)	0 %	6 %	14 %	20 %	20 %
El-bil	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Klimagassutslipp standard (fossil) bil, kg CO ₂ -ekv./kjøretøykm (well to wheel)	0,190	0,153	0,106	0,100	0,100
Energiforbruk elbil, MJ/bilkm	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72

Tabell 37: Fordeling på standard fossil bil, plug-in hybrid bil og elbil, klimagassutslipp for standard fossilbil og energiforbruk elbil for bil kortdistanse.

Bil kortdistanse	2005	2016	2030	2040	2040->
Standard (fossil) bil	100 %	78 %	50 %	30 %	30 %
Plug-in hybrid (bensin)	0 %	16 %	36 %	50 %	50 %
El-bil	0 %	6 %	14 %	20 %	20 %
Klimagassutslipp standard (fossil) bil, kg CO ₂ -ekv./kjøretøykm (well to wheel)	0,166	0,129	0,101	0,100	0,100
Energiforbruk elbil, MJ/kjøretøykm	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72

Det antas at det vil være samme belegg på dagens og fremtidens kort- og langdistansebilpark i beregningsperioden på 60 år.

Klimagassutslipp fra produksjon og vedlikehold av bil er basert på produksjon og vedlikehold av standard bilpark (detaljert materialliste) (HSR miljøanalyse klima).

Klimagassutslipp fra produksjon og vedlikehold av veiinfrastruktur er inkludert iht. beregninger vist i kapittel A.1.4.

A.3.7 Høyhastighets (HSR) tog

Energiforbruk for fremtidens HSR tog er beregnet i Høyhastighetsutredningen. Environmental Analysis Energy Consumption – Norwegian High Speed Railway Project Phase 3. VWI Stuttgart, Asplan Viak AS, MiSA. 2011.

Tabell 38: Energiforbruk for høyhastighetstog mellom Oslo og Stavanger, (S8:Q) 250 km/t

	HSR original
Energiforbruk	HH core: 10833 kWh one way. + 20% tap. HH peak: 10838 kWh one way. + 20% tap.
Antall avganger HSR	18 core + 8 peak pr dag, hver vei
Antall seter pr tog	450

Det antas konstant energiforbruk for togframføring i beregningsperioden på 60 år. Mest sannsynlig vil det være en forbedring i teknologien for fremtidens HSR tog, slik at denne antakelsen gjør at beregningen blir konservativ.

Det antas at antall daglige avganger (18 core og 8 peak) holdes konstant i beregningsperioden på 60 år. Det antas samme frekvens 365 dager pr år.

Det legges til 20% på oppgitt energiforbruk for å dekke tap i strømmettet³². Det antas at tap i strømmettet er konstant i beregningsperioden på 60 år.

Klimagassutslipp fra produksjon og vedlikehold av HSR tog er basert på HSR miljøanalyse klima, "*High speed train, life cycle emissions, 450 seats*". Klimagassutslipp fra utbygging av infrastruktur er beskrevet i kapittel A.1.

A.3.8 InterCity (IC) tog

Transport med fremtidens IC tilsvarende antas å være tilsvarende transport med dagens passasjertog (kapittel A.3.1).

Tabell 39: Energiforbruk, antall avganger og seter på fremtidens IC tog.

	HSR miljøanalyse klima	Oppdatert
Energiforbruk	Ingen tall	0,0396 kWh/skm (snitt NSB 13-15) ³³
Antall avganger IC	Ingen tall	2 tog i timen Oslo-Stavanger: 35 tog hver vei hver dag 2 ekstratog i timen Oslo- Tønsberg: 35 ekstratog hver vei hver dag
Antall seter pr tog	Ingen tall	IC tog Oslo-Stavanger: 225 seter pr tog IC tog Oslo-Tønsberg i rush: 450 seter pr tog (kl 6 tom. kl 9, kl 14 tom. kl 17). Utenom rush 225 seter pr tog

Det antas konstant energiforbruk pr setekm for togframføring i beregningsperioden på 60 år. Mest sannsynlig vil det være en forbedring i teknologien for fremtidens IC tog, slik at denne antakelsen gjør at beregningen blir konservativ.

Det antas at antall daglige avganger (2 avganger i timen hver vei + 2 ekstratog i timen Oslo-Tønsberg) holdes konstant i beregningsperioden på 60 år. Det antas samme frekvens 365 dager pr år.

Det legges til 20% på oppgitt energiforbruk for å dekke tap i strømmettet³². Det antas at tap i strømmettet er konstant i beregningsperioden på 60 år.

Klimagassutslipp fra produksjon og vedlikehold av fremtiden IC tog er basert på HSR utredningen, "*High speed train, life cycle emissions, 450 seats*". Det antas at IC tog har 60% av klimagassutslipp i forhold til HSR tog. Klimagassutslipp fra utbygging av infrastruktur er beskrevet i kapittel A.1.

³² Jernbaneverkets standardvilkår for avregning av 16 2_3 Hz energi versjon 2.2

³³ https://2015.nsbkonsernet.no/wp-content/uploads/2016/02/NSB_rapport_2015.pdf, side 83