

JÄRNVÄGSUTREDNING

Sundsvall – Härnösand

Sundsvall-, Timrå- samt Härnösands kommun, Västernorrlands län

PM - Klimat

2013-10-15



Titel: PM – Klimat

Utgivningsdatum: 2013-10-15

Utgivare: Trafikverket

Kontaktperson: Marie Svahn

Uppdragsansvarig: Anders Brandt, Tyréns AB

Distributör: Trafikverket, Box 186, 871 24 Härnösand, telefon: 0771-921 921

Innehåll

1	Inledning	4
2	Mål och omfattning.....	4
2.1	Metod.....	4
3	Inventeringsanalys och beräkningar	5
3.1	Nollalternativ.....	6
3.2	De fyra korridorerna	6
3.3	Delsträckor	7
3.3.1	Sundsvall-Birsta	7
3.3.2	Birsta-Stavreviken/Midlanda	7
3.3.3	Stavreviken/Midlanda-Bye.....	7
3.3.4	Bye-Härnösand.....	7
4	Resultat och miljöpåverkansbedömning.....	8
4.1	Nollalternativ.....	9
4.2	De fyra korridorerna	9
4.2.1	Klimatpåverkan	9
4.2.2	Energianvändning.....	11
4.3	Besparingspotential	13
4.4	Dubbelspår	14
4.5	Delsträckor	14
4.5.1	Sundsvall-Birsta	15
4.5.2	Birsta-Stavreviken/Midlanda	19
4.5.3	Stavreviken/Midlanda-Bye.....	22
4.5.4	Bye-Härnösand.....	26
5	Tolkning och diskussion	29
6	Förslag på åtgärder för att minska miljöbelastningen	31

1 Inledning

Järnvägsutredningen för Sundsvall-Härnösand är utpekad att ingå i Trafikverkets uppdrag "Åtgärder för att minska koldioxidutsläpp".

I förfrågningsunderlaget för järnvägsutredning Sundsvall-Härnösand står följande:

"Inom ramen för detta ska koldioxidbelastningen för de olika alternativen tas fram med hjälp av schablonartade beräkningar för respektive alternativs sträckning och utförande för drifts- och byggskedet. Syftet med beräkningarna är att kunna jämföra alternativens koldioxidutsläpp med varandra som underlag till den samlade miljöbedömningen. Koldioxidbesparing med tågresa jämfört mot bilresa ska också behandlas i MKB:n. Vid arbete med koldioxidbelastning ska PCR för järnvägar och järnvägstransporter (PCR 2009:03) användas."

Arbetet med att minska koldioxidutsläpp planeras med utgångspunkt i ovanstående samt pågående dialog med Trafikverket. Även energianvändningen ska beräknas.

2 Mål och omfattning

Syftet med detta projekt är att översiktligt beräkna utsläppen av klimatpåverkande utsläpp och energianvändning från aktuella korridorer i järnvägsutredningen.

Målet är att få fram ett översiktligt resultat över klimatpåverkande utsläpp och energianvändning av föreslagna korridorer och att kunna jämföra dessa för att förtydliga vilket som är det mest klimatsmarta alternativet.

2.1 Metod

Beräkningarna baseras på projektspecifika underlag och utgår från den kalkyl som tagits fram inom järnvägsutredningen.

Bedömningarna utgår från schabloner från Botniabanans miljövarudeklarationer (Botniabanans AB, 2010, S-P-00197- S-P-00201). Botniabanans miljövarudeklarationer (EPD) är baserade på livscykelanalyser för anläggningens totala miljöpåverkan samt de separata anläggningsdelarnas miljöpåverkan (spår, spårunderbyggnad, bro, tunnel samt EI, Signal och Tele(EST)). I EPD:erna redovisas bland annat klimatpåverkande utsläpp och energianvändning. Värdena är baserade på Botniabanans förutsättningar, och det är således schabloner från detta som används här. En utvärdering görs därför nedan av hur väl förutsättningarna från järnvägsutredningen stämmer överens med Botniabanans. Kortfattat beskrivs osäkerheter till följd av detta.

Den antagna livslängden om 60 år i beräkningarna utgår från de produktspecifika regler som finns framtagen för miljövarudeklarationer för järnvägsanläggningar (The International EPD Consortium, 2009). Det är också detta som har använts i Botniabanans Miljövarudeklarationer. Järnvägen kommer dock i realiteten att

användas under en längre tid. Beräkningstiden 60 år används också i den samhällsekonomiska kalkylen.

3 Inventeringsanalys och beräkningar

För Botniabanan finns genomsnittliga värden för 1 km av de olika anläggningsdelarna spår, spårunderbyggnad, bro, tunnel och EST. Tillsammans med korridorernas sträckningar har ett övergripande resultat av de olika korridorernas klimatpåverkan och energianvändning beräknats.

För att se hur överensstämmelsen är mellan förutsättningarna i järnvägsutredningen och Botniabanan har en sammanställning gjorts, se nedan.

Järnvägsanläggning/ förutsättningar	Botniabanan	JU Sundsvall-Härnösand
<i>Användning</i>	Person- och godstrafik	Person- och godstrafik
<i>Total sträcka</i>	209 km	50-54 km
<i>Spår</i>	UIC60-räler på betongslipers som läggs i makadam	UIC60-räler på betongslipers som läggs i makadam
	Enkelspår	Enkelspår
<i>Min. radie</i>	3 200 m	3 800 m
<i>Max. gradient</i>	10 ‰	10 ‰
<i>Max. axellast</i>	25 ton axellast	25 ton axellast
<i>Signalsystem</i>	ERTMS level 2	ERTMS, troligen nivå 2. Viktiga skillnader är antalet mötesstationer. Oklart i dagsläget.
<i>Topografi</i>	Särskilt den södra delen av Botniabanan är kraftigt kuperad, vilket gör att det är många tunnlar, broar, skärningar och banker. Ca 25 % av totala sträckan är på flack mark, 75 % är på kuperad mark med komplicerade skärningar och banker.	Kuperat med stora höjdskillnader. Dalgångar och höjdområden längs sträckorna gör att det krävs långa tunnlar och broar samt skärningar och banker. I delar flacka områden med relativt goda geotekniska förhållanden. Stor skillnad mellan alternativen.
<i>Bro</i>	Tre olika typer av broar har använts. Bro med stålbalkar, bro med betongbalkar, betongbro över väg (portal frame)	Det är för tidigt att säga något om vilken typ av broar som är aktuella, samt fördelningen av dessa. I nuläget antas genomsnittet från Botniabanan vara tillfredsställande.
<i>Tunnlar</i>	Endast bergtunnlar	Endast bergtunnlar

Eftersom båda järnvägarna byggs i norra Sverige utgår vi i detta skede från att vissa förutsättningar är lika. Detta gäller exempelvis den el som används och materialens ursprung. Utifrån den i nuläget tillgängliga informationen antas liknande byggnadssätt användas.

Järnvägsanläggningarna bedöms på en övergripande nivå vara relativt lika och siffrorna från Botniabanan kan användas i dessa övergripande beräkningar för sträckan Sundsvall-Härnösand. De största osäkerheterna berör andelen skärningar, banker och de geotekniska förhållanden som kan påverka anläggningens utformning och innebära krävande anläggningsarbeten.

Schablonerna från Botniabanas EPD bedöms därför kunna användas för att jämföra korridorerna mot varandra. Dock ska man komma ihåg att detta är schablonvärden och de kan komma att förändras vid en mer detaljerad utredning där hänsyn tas till specifika förutsättningar längs sträckningarna. Beräkningarna kan komma att förfinas i det fortsatta arbetet med järnvägsplanen, men i nuläget bedöms schablonberäkningarna ge tillräcklig information om de olika korridorerna.

3.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att järnvägsanläggningen ser ut som idag och har samma driftsförhållanden.

Med hjälp av schabloner från driftsskedet i Botniabanan och längderna av järnvägen, bro och tunnel i nollalternativet har översiktliga beräkningar för drift och underhåll tagits fram. Den befintliga järnvägen är äldre, och kan skilja något jämfört med Botniabanans nya anläggning, men felmarginalen bedöms vara acceptabel här.

3.2 De fyra korridorerna

En sammanställning har gjorts av den totala längden av respektive korridor samt andelen tunnel och bro från de i dagsläget aktuella lösningarna. Andelen tunnel och total sträcka är störst för alternativ Röd väst. Andelen bro är störst i alternativ Röd öst.

Tabell 1. Total sträcka samt sträckan tunnlar och broar (km) i respektive korridor.

	Tunnel	Bro	Totalt
Röd väst	26	3,5	54
Röd öst	15	5,8	50
Blå	13	3,0	50
Blå öst	13	2,7	50

De fyra korridorerna är i sin tur indelade i fyra delsträckor inom varje korridor, dessa presenteras närmare i kapitel 3.3.

3.3 Delsträckor

3.3.1 Sundsvall-Birsta

För delsträckan Sundsvall-Birsta framgår antalet kilometer för den totala sträckan samt sträckan tunnlar och broar i tabell 2 nedan.

Tabell 2. Total sträcka samt sträckan tunnlar och broar (km) för delsträckan Sundsvall-Birsta.

	Tunnel	Bro	Totalt
Röd väst	0,6	0,1	5,8
Röd öst	0,6	0,1	5,8
Blå	0,6	0,1	5,8
Blå öst	0,6	0,1	5,8

Antalet km bro, tunnel och total sträcka är samma i alla alternativen.

3.3.2 Birsta-Stavreviken/Midlanda

För delsträckan Birsta-Stavreviken/Midlanda framgår antalet kilometer för den totala sträckan samt sträckan tunnlar och broar i tabell 3 nedan.

Tabell 3. Total sträcka samt sträckan tunnlar och broar (km) för delsträckan Birsta-Stavreviken/Midlanda.

	Tunnel	Bro	Totalt
Röd väst	13	1,4	19
Röd öst	2,5	3,7	16
Blå	2,5	1,7	15
Blå öst	2,7	1,3	15

Antalet km tunnel och den totala sträckan är längst i alternativ Röd väst och bro är längst i alternativ Röd öst.

3.3.3 Stavreviken/Midlanda-Bye

För delsträckan Stavreviken/Midlanda-Bye framgår antalet kilometer för den totala sträckan samt sträckan tunnlar och broar i tabell 4 nedan.

Tabell 4. Total sträcka samt sträckan tunnlar och broar (km) för delsträckan Stavreviken/Midlanda-Bye.

	Tunnel	Bro	Totalt
Röd väst	8,8	0,0	13
Röd öst	8,8	0,0	13
Blå	6,4	0,7	14
Blå öst	6,4	0,7	14

De båda Röda alternativen har den längsta sträckan tunnel och de båda Blå alternativen har längst sträcka bro samt total sträcka.

3.3.4 Bye-Härnösand

För delsträckan Bye-Härnösand framgår antalet kilometer för den totala sträckan samt sträckan tunnlar och broar i tabell 5 nedan.

Tabell 5. Total sträcka samt sträckan tunnlar och broar (km) för delsträckan Bye-Härnösand.

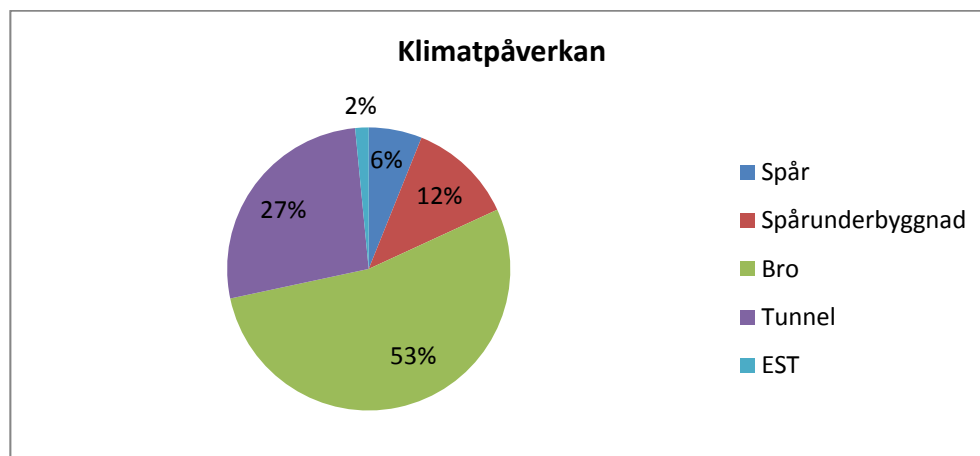
	Tunnel	Bro	Totalt
Röd väst	3,1	1,9	16
Röd öst	3,1	1,9	16
Blå	3,6	0,5	16
Blå öst	3,6	0,5	16

De båda Röda alternativen har längst sträcka bro och de båda Blå alternativen har längst sträcka tunnel. Den totala sträckan är relativt lika mellan alla alternativen.

4 Resultat och miljöpåverkansbedömning

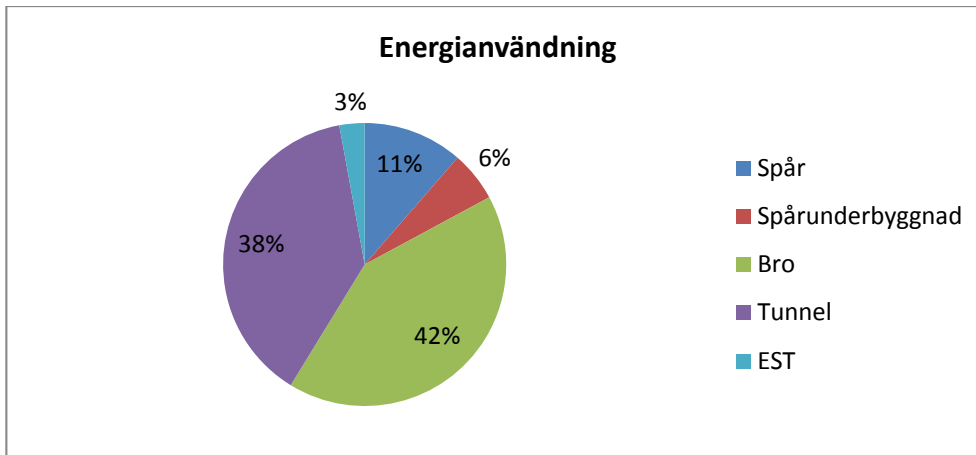
Byggnationen av järnvägen mellan Sundsvall-Härnösand kommer att innebära intensiva markarbeten, användning av stora materialmängder och omfattande transporter av material och massor. Detta kommer inledningsvis att generera stora utsläpp av växthusgaser. Järnvägen kommer dock att användas under en lång tid framöver, och genom en överflyttning av vägtrafik till järnvägen kommer anläggningen totalt sett att minska utsläppen från transporter. Den förkortade restiden mellan orterna förväntas således leda till ett ökat nyttjande av järnvägen på bekostnad av biltrafiken.

Vid en relativ jämförelse av klimatpåverkan om 1 km av respektive anläggningsdel skulle anläggas samtidigt, så står bron för över hälften (beräknat på den totala summan av alla). Tunneln står för nästan 30 %, och tillsammans står de för 80 % av klimatpåverkan, figur 1.



Figur 1. Relativ fördelning av total klimatpåverkan för den totala summan av 1 km av respektive anläggningsdel, baserat på värden från Botniabanans EPD:er för de olika anläggningsdelarna.

För energianvändning står återigen bron för den största delen, men även tunneln bidrar till nästan lika mycket. Tillsammans står de för 80 % av anläggningens energianvändning, figur 2.



Figur 2. Relativ fördelning av energianvändning för den totala summan av 1 km av respektive anläggningsdel, baserat på värden från Botniabanans EPD:er för de olika anläggningsdelarna.

Brons klimatpåverkan och energianvändning kommer främst från materialtillverkning. Anledningen till att bron har en större andel av klimatpåverkan än energienergianvändning är troligen att det används mycket betong, och därmed cement som ger upphov till koldioxid när kalkstenen bearbetas i produktionen.

Energianvändningen i tunneln är hög till följd av att både byggande och drift är energikrävande. I byggandet är produktionen av material samt användningen av arbetsmaskiner energikrävande. I driften krävs mycket energi till frostskydd för brandvatten och elektronisk utrustning. När det gäller tunnelns bidrag till klimatpåverkan så är det tillverkningen av material som står för den största delen.

4.1 Nollalternativ

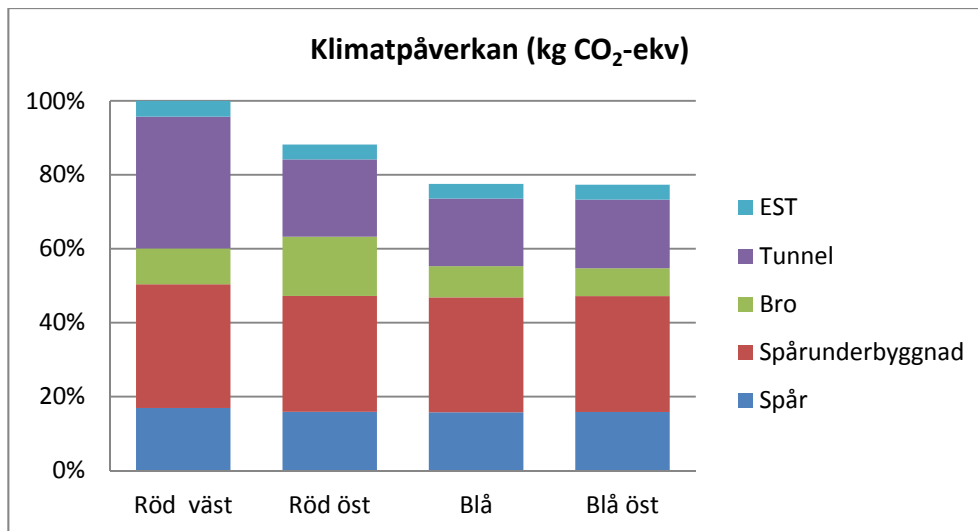
Drift och underhåll av järnvägen i nollalternativet kommer enligt de schablonmässiga beräkningarna att orsaka utsläpp av ca 52 000 ton CO₂-ekvivalenter under 60 år. Själva järnvägsanläggningen ingår inte i beräkningen. Med den ekonomiska värderingen som används i den samhällsekonomiska kalkylen, 1,45 kr/kg CO₂, kommer utsläppen att innebära en kostnad för samhället om cirka 75 miljoner kronor.

4.2 De fyra korridorerna

4.2.1 Klimatpåverkan

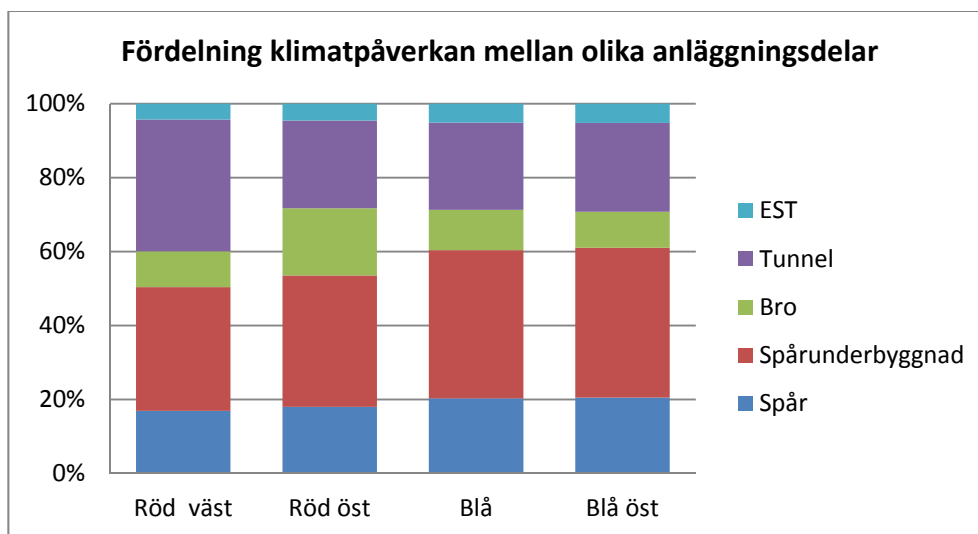
En beräkning har gjorts enligt ovan med värden för de olika anläggningsdelarnas utsläpp av växthusgaser. I Figur 3 visas förhållandet mellan de fyra alternativen. Då beräkningarna är övergripande och baseras på schablonvärden från Botniabanans presenteras här förhållandet mellan korridorerna istället för absoluta siffror.

Figur 3 visar att Röd väst genererar mest utsläpp av växthusgaser, till följd av den långa sträckan tunnlar samt att det är den totalt längsta sträckan av korridorerna. De båda Blå korridorerna har lägst klimatpåverkan, då de har kortast total sträcka samt har en lägre andel bro- och tunnelanläggningar.



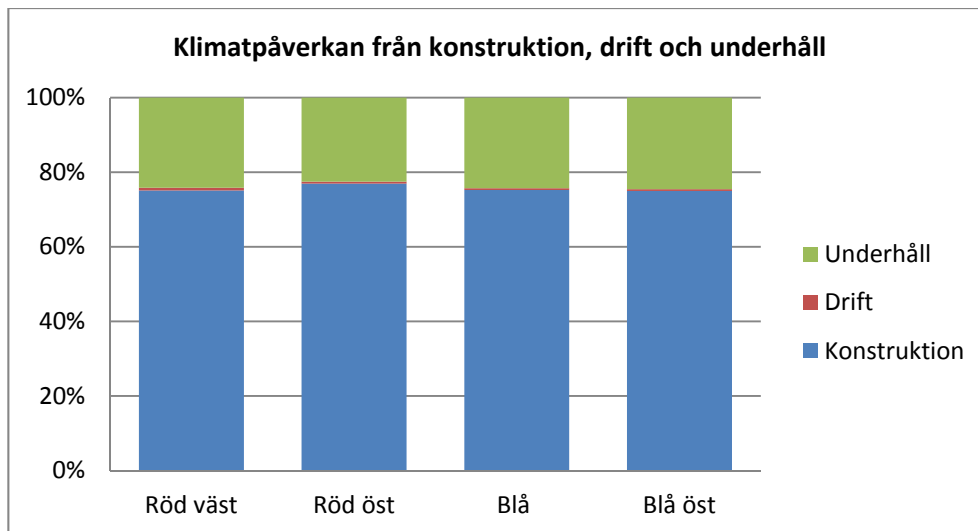
Figur 3. Bidrag till klimatpåverkande utsläpp för de fyra korridorerna relaterat till alternativ Röd väst som har störst klimatpåverkan.

I figur 4 visas hur de olika anläggningsdelarna bidrar till utsläpp av växthusgaser inom respektive korridor. I samtliga alternativ bidrar spårunderbyggnad och tunnel till stora andelar av utsläppen. El, signal och tele står i samtliga alternativ för en liten andel, cirka 4-5 %.



Figur 4. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till klimatpåverkan inom respektive korridor. Här redovisas fördelningen av de totala klimatpåverkande utsläppen inom varje korridor, d v s inte relaterat till någon av de andra korridorerna.

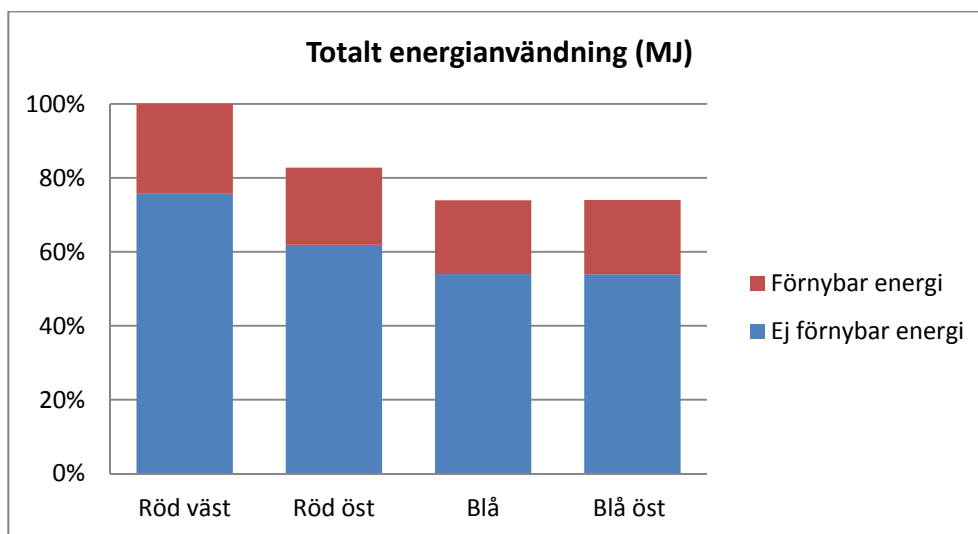
I figur 5 visas hur de olika faserna byggnation, drift och underhåll bidrar till järnvägens klimatpåverkan inom respektive korridor. I samtliga alternativ bidrar byggnationen till den övervägande delen av utsläppen. Underhåll av järnvägen kommer också att generera en betydande del av utsläppen, cirka en femtedel av utsläppen kommer från underhåll. Driftsskedet däremot bidrar med väldigt små utsläpp, enstaka procent under järnvägens livslängd. Detta beror på att den el som används för att driva tågen kommer från förnybara energikällor och därmed bidrar med små utsläpp av växthusgaser.



Figur 5. Fördelning av klimatpåverkande utsläpp i de olika faserna under järnvägens livscykel; konstruktion, drift och underhåll, för respektive korridor.

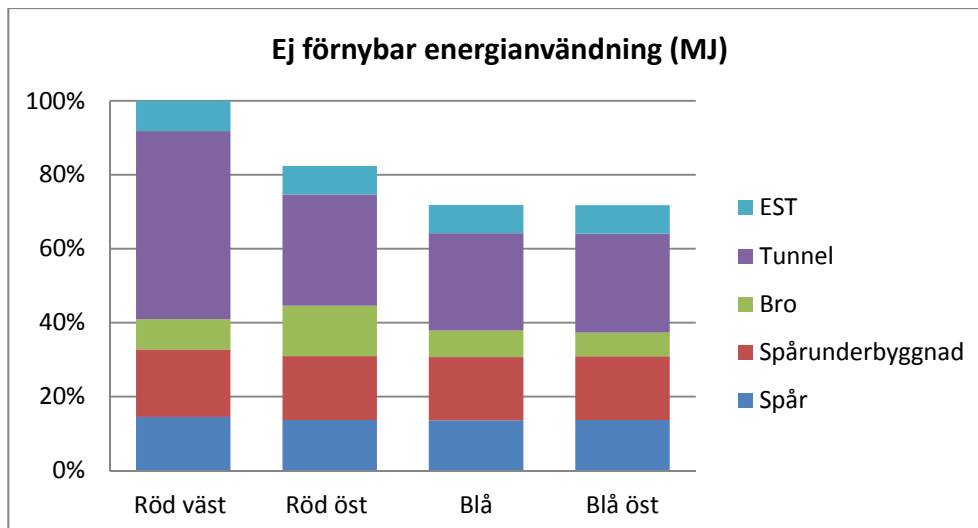
4.2.2 Energianvändning

En beräkning har också gjorts för de olika anläggningsdelarnas användning av energi, både förnybar och ej förnybar energi. I Figur 6 visas förhållandet mellan de fyra alternativen. Då beräkningarna är övergripande och baseras på schablonvärden från Botniabanan presenteras här förhållandet mellan korridorerna istället för absoluta värden.



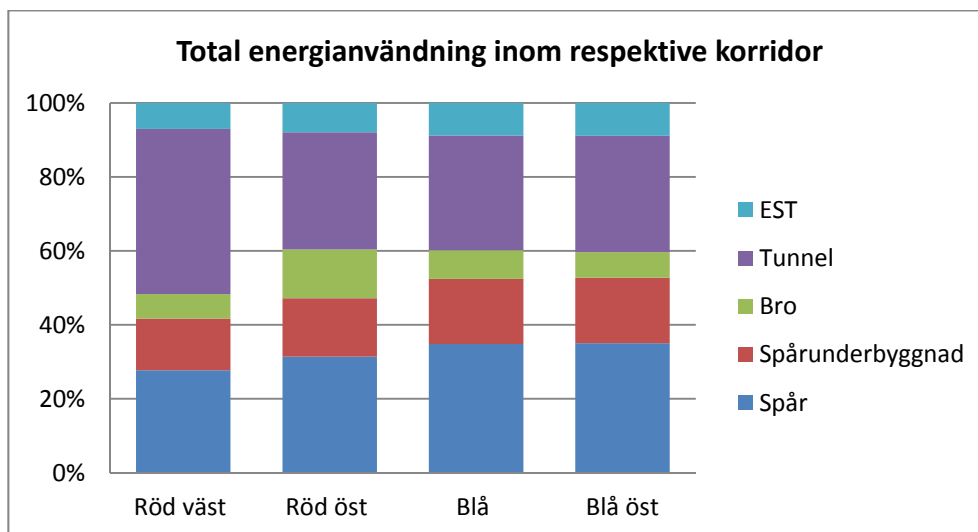
Figur 6. Energianvändning av förnybara och ej förnybara energikällor för respektive korridor, relativt Röd väst som har den största totala energianvändningen.

Figur 6 visar att Röd väst har den högsta totala energianvändningen, till följd av den långa sträckan tunnlar samt att det är den totalt längsta sträckan av korridorerna. De båda Blå korridorerna har lägst energianvändning. Den största delen av energin som används är ej förnybar energi och fördelningen av anläggningsdelarnas bidrag inom alternativen kan ses i Figur 7. Det är också övervägande den energin som ger upphov till utsläpp av växthusgaser.



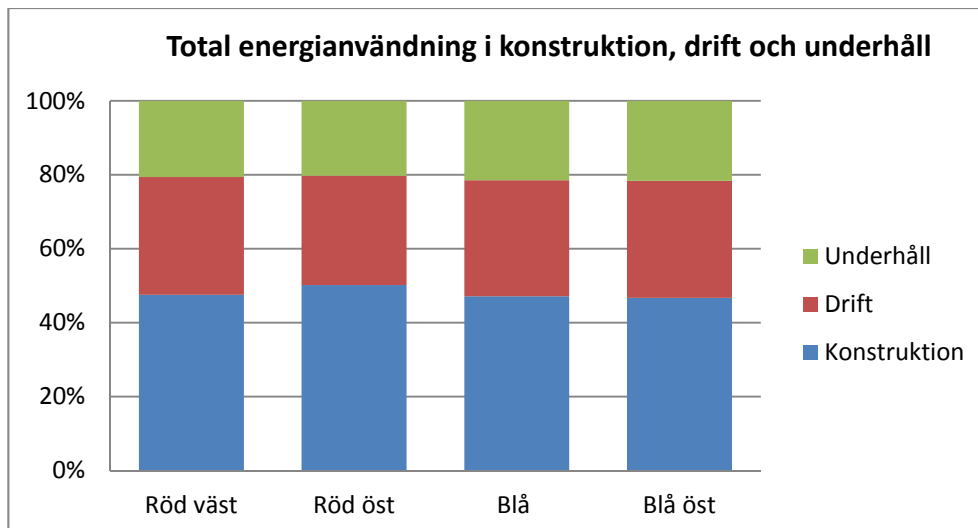
Figur 7. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till energianvändning av ej förnybar energi. I diagrammet redovisas resultatet relativt Röd korridor väst, som har den högsta energianvändningen.

I Figur 8 visas hur de olika anläggningsdelarna bidrar till total energianvändning inom respektive korridor. I samtliga alternativ bidrar spår, spårunderbyggnad och tunnel till stora andelar av energianvändningen. El, signal och tele (EST) står för ungefär 6-9 % av energianvändningen. I alternativ Röd väst är en mindre andel av energianvändning relaterad till EST, då tunnarna är energikrävande. I absoluta tal är dock alternativ Röd västs EST-anläggning mest energikrävande.



Figur 8. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till total energianvändning. Här redovisas fördelningen av total energianvändning inom varje korridor, d v s inte relaterat till någon av de andra korridorerna.

I Figur 9 visas hur de olika faserna byggnation, drift och underhåll bidrar till järnvägens energianvändning inom respektive korridor. När det gäller energianvändning under livscykeln så är förhållandet här annorlunda mot klimatpåverkan. Driften står för en betydande del av energianvändningen, ungefär en tredjedel, och det beror på att tågen framförs med el.



Figur 9. fördelning av energianvändning i de olika faserna under järnvägens livscykel; konstruktion, drift och underhåll. Både förnybar och ej förnybar energi ingår i beräkningen. Samtliga värden är beräknade för 60 år. Här redovisas fördelningen av de totala utsläppen inom varje korridor, mellan de olika faserna.

4.3 Besparingspotential

Utifrån de totala utsläppen för respektive alternativ och en beräknad "koldioxidbesparing" genom trafiköverföring från väg till järnväg kan en "återbetalningstid" för de klimatpåverkande utsläppen tas fram.

Besparingen består i att person- och godstrafik flyttas från väg till järnväg, vilket enligt beräkningar gjorda i samband med den samhällsekonomiska kalkylen motsvarar en besparing för Röd väst om cirka 20 000 ton/år och för de övriga korridorerna om cirka 41 000 ton/år. Därigenom minskar utsläppen av koldioxid så pass mycket att de utsläpp som sker vid byggnationen kompenseras. Detta utgår från en situation år 2030 och den beräknade fordonsflottan vid det tillfället. Fordonsflottan kommer att minska sina utsläpp i framtiden och då kommer också avbetalningstiden att bli längre. Med de givna förutsättningarna kommer samtliga alternativ att betala sig inom den antagna livslängden om 60 år. I tabell 6 visas att de utsläpp som anläggningens byggande ger upphov till kommer ta 6-14 år av trafikering att tjäna in, beroende på korridor.

Vidare finns CO₂-utsläppen med i den samhällsekonomiska kalkylen, där utsläppen värderas till 1,45 kr/kg CO₂ och vid en känslighetsanalys ska kostnaden 3,50 kr/kg CO₂ användas (ASEK 5). Nedan visas de samhälleliga besparingarna för CO₂-utsläpp som kommer till följd av järnvägsanläggningen och den trafiköverflyttning som följer. Samhället kan vid en värdering av 1,45 kr/kg CO₂ spara mellan 1,3 och 3,2 miljarder kronor, beroende på alternativ.

Tabell 6. Beskrivning av projektets utsläpp, besparingspotential i form av trafiköverflyttning samt återbetalningstid och resultatet under de 60 år som används som livslängd. Nedan redovisas också de ekonomiska konsekvenserna av korridorerna till följd av klimatpåverkande utsläpp.

	Röd väst	Röd öst	Blå	Blå öst	Noll- alternativ
Totalt (ton CO ₂)	290 000	260 000	220 000	220 000	52 000
Besparing (ton CO ₂ /år)	-20 000	-41 000	-41 000	-41 000	
Avbetalningstid (år)	15	6	6	6	65
Totalt resultat på 60 år (ton CO ₂)	-900 000	-2 200 000	-2 200 000	-2 200 000	4 000
Kostnad (1,45 kr/kg)	-1,3 Miljard SEK	-3,2 Miljard SEK	-3,2 Miljard SEK	-3,2 Miljard SEK	5,8 Miljon SEK
Kostnad (3,50 kr/kg)	-3,1 Miljard SEK	-7,7 Miljard SEK	-7,7 Miljard SEK	-7,7 Miljard SEK	14 Miljon SEK

I de samhällsekonomiska kalkylerna används beräkningsperioden 60 år. Detta är också den driftstid som anges i de produktspecifika regler (PCR) som beskriver hur miljövarudeklarationer för järnvägar ska tas fram. I en jämförelse mellan utsläpp till följd av anläggningen och de besparingar som uppstår när trafik flyttas från väg till räls, visas att både Blåa och Röda korridorerna resulterar i minskade utsläpp av koldioxid under en period av 60 år.

4.4 Dubbelspår

Bedömningarna för dubbelspår utgår från samma förutsättningar som för enkelspår. Det har gjorts en del antaganden för att anpassa schablonvärdena till dubbelspår vilket innebär en del osäkerheter i beräkningarna.

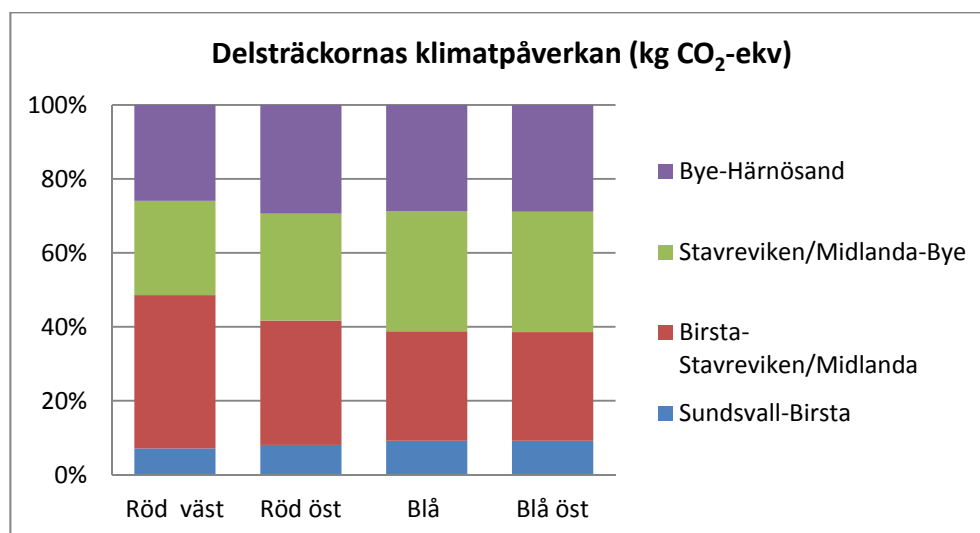
Resultaten visar att för alla fyra korridorerna ökar klimatpåverkande utsläpp för respektive korridor med ca 70 % jämfört med enkelspår. Resultaten visar även att energianvändningen av förnyelsebara och ej förnybara energikällor för respektive korridor ökar med ca 80 %.

4.5 Delsträckor

Även för delsträckorna inom korridorerna har en beräkning gjorts enligt ovan med värden för de olika anläggningsdelarnas utsläpp av växthusgaser samt användning av energi, både förnybar och ej förnybar energi.

Eftersom beräkningarna är övergripande och baseras på schablonvärden från Botniabanan presenteras även här förhållandet mellan korridorerna istället för absoluta siffror.

Figur 10 visar att delsträckan Sundsvall-Birsta står för en liten del av klimatpåverkan, cirka 10 procent medan de andra delsträckorna bidrar med cirka 30-40 procent. Samma förhållanden kan ses för energianvändningen.

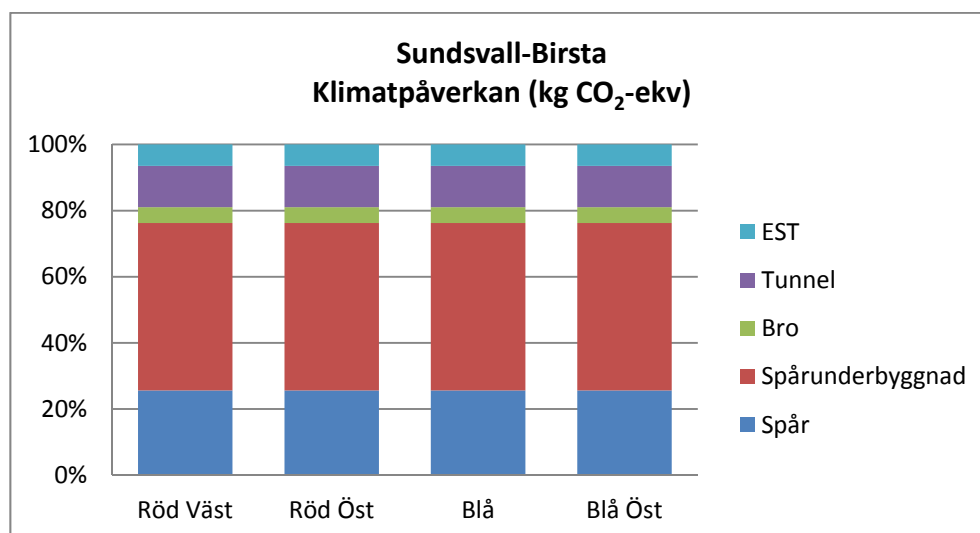


Figur 10. Visar delsträckornas klimatpåverkande utsläpp för hela korridoren i relation till den egna korridoren.

4.5.1 Sundsvall-Birsta

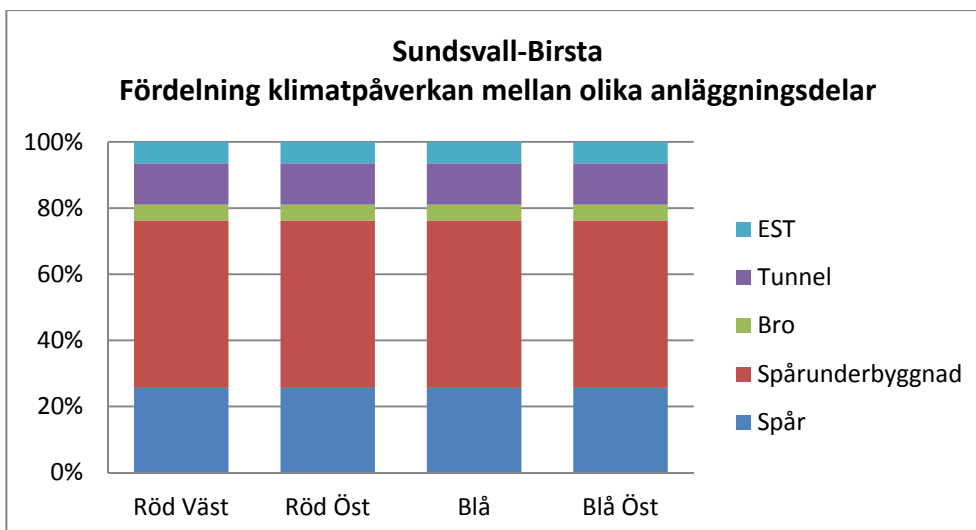
Klimatpåverkan

Figur 11 visar att för delsträckan Sundsvall-Birsta har alla alternativ lika stor klimatpåverkan. Detta beror på att sträckan i alla alternativ är densamma.



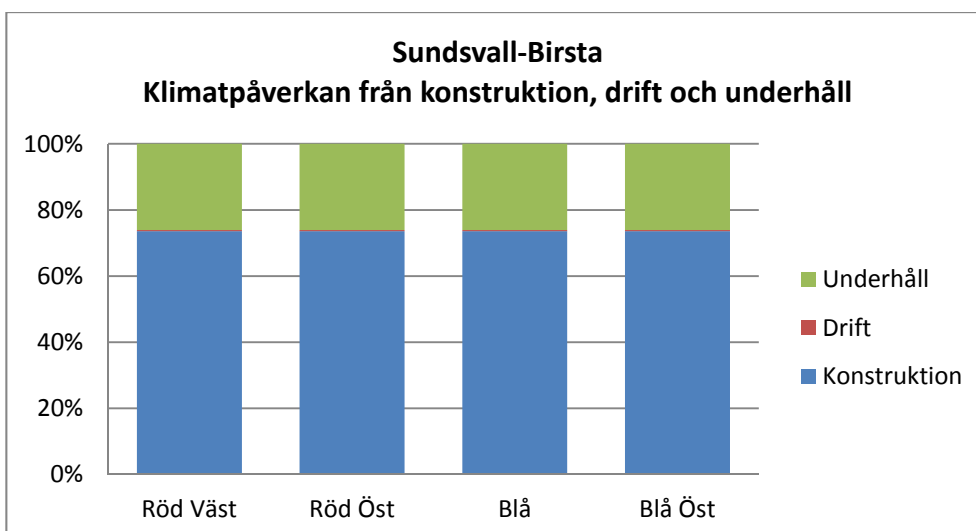
Figur 11. Bidrag till klimatpåverkande utsläpp för delsträckan Sundsvall-Birsta.

I Figur 12 visas hur de olika anläggningsdelarna bidrar till utsläpp av växthusgaser för delsträckan Sundsvall-Birsta. I samtliga alternativ bidrar spårunderbyggnad och spår till stora andelar av utsläppen. Bro samt El, signal och tele står i samtliga alternativ för en liten andel, 5-6 %.



Figur 12. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till klimatpåverkan för delsträckan Sundsvall-Birsta. Här redovisas fördelningen av de totala klimatpåverkande utsläppen inom varje korridor, d v s inte relaterat till någon av de andra korridorerna.

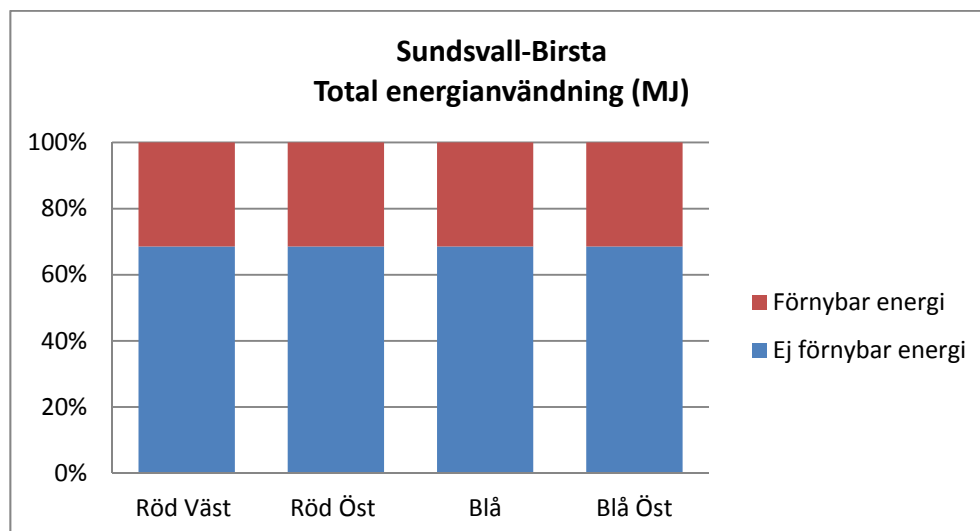
Figur 13 visar hur de olika faserna byggnation, drift och underhåll bidrar till järnvägens klimatpåverkan för delsträckan Sundsvall-Birsta. Byggnationen bidrar den övervägande delen av utsläppen.



Figur 13. Fördelningen av klimatutsläppen i de olika faserna under järnvägens livcykel för delsträckan Sundsvall-Birsta.

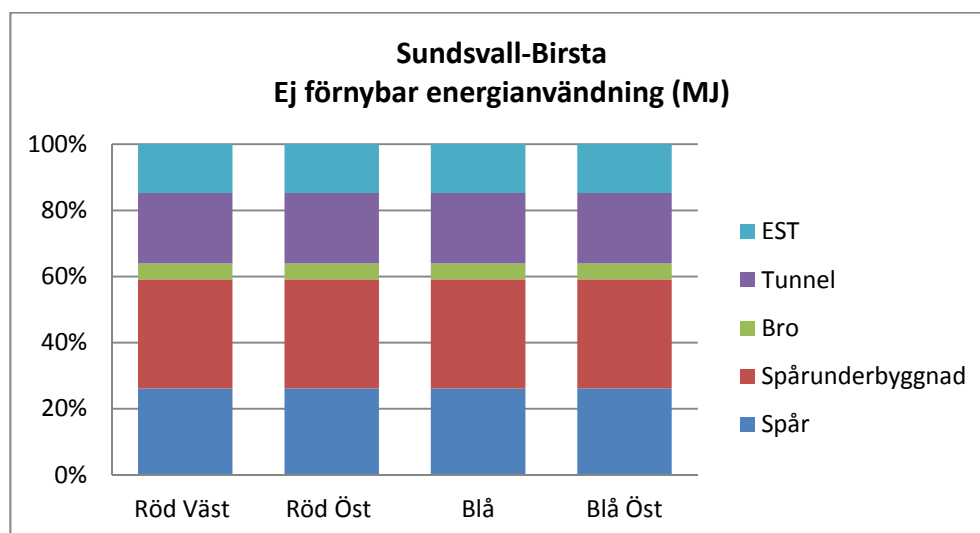
Energianvändning

I figur 13 visas förhållandet mellan de fyra alternativen för delsträckan Sundsvall-Birsta.



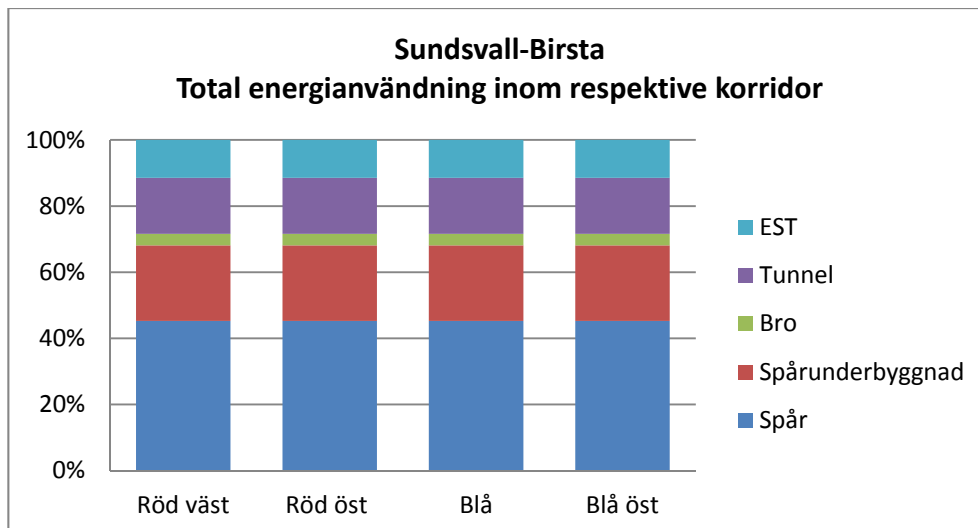
Figur 14. Energianvändning av förnybara och ej förnybara energikällor för respektive korridor, alla korridorer har lika stor total energianvändning.

Figur 14 visar att merparten av den energi som används är ej förnybar och fördelningen av anläggningsdelarnas bidrag inom alternativen kan ses i Figur 15. Det är övervägande den ej förnybara energin som ger upphov till utsläpp av växthusgaser.



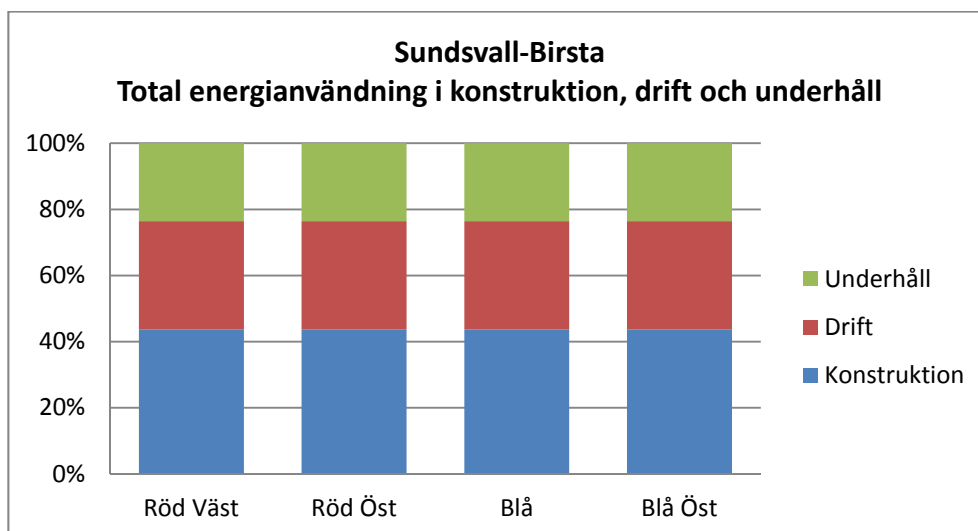
Figur 15. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till energianvändning av ej förnybar energi. Alla korridorer har lika stor energianvändning.

I Figur 16 visas förhållandet mellan de fyra alternativen för den totala energianvändningen för delsträckan Sundsvall-Birsta. I samtliga alternativ bidrar spår, spårunderbyggnad samt EST till stora andelar av utsläppen.



Figur 16. Fördelningen av de olika anläggningsdelarnas bidrag till den totala energianvändningen för delsträckan Sundsvall-Birsta. Här redovisas fördelningen av den totala energianvändningen inom varje korridor, d v s inte relaterat till någon av de andra korridorerna.

I Figur 17 visas hur de olika faserna byggnation, drift och underhåll bidrar till järnvägens energianvändning inom respektive korridor för delsträckan Sundsvall-Birsta. När det gäller energianvändningen under livscykeln så är förhållandet här annorlunda mot klimatpåverkan. Driften står för en betydande del av energianvändningen, ungefär en tredjedel, och det beror på att tågen framförs med el.

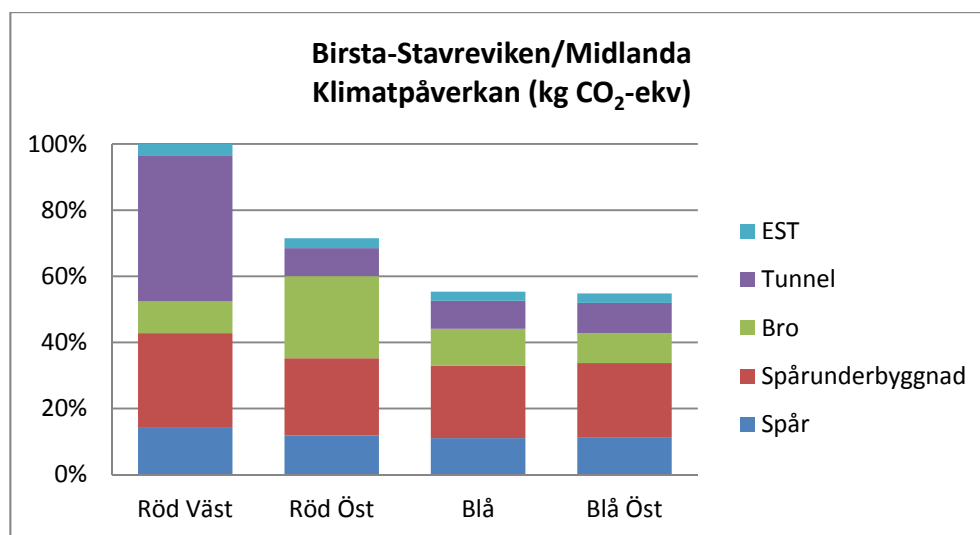


Figur 17. Fördelning av energianvändning i de olika faserna under järnvägens livscykel; konstruktion, drift och underhåll. Både förnybar och ej förnybar energi ingår i beräkningen. Här redovisas fördelningen av de totala utsläppen inom varje korridor, mellan de olika faserna.

4.5.2 Birsta-Stavreviken/Midlanda

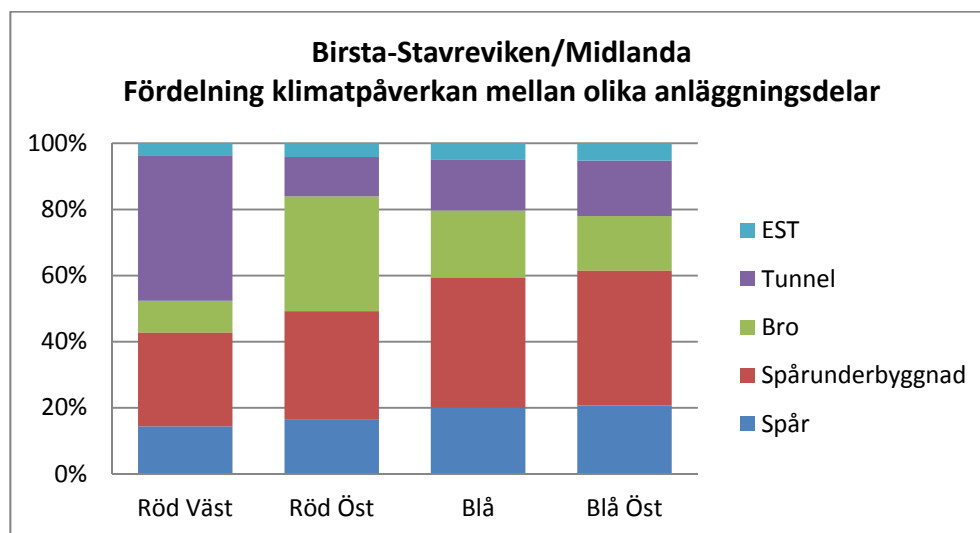
Klimatpåverkan

Figur 18 visar att för delsträckan Birsta-Stavreviken/Midlanda är de båda Blå alternativen ungefär dubbelt så effektiva som alternativ Röd väst och alternativ Röd öst är cirka 30 % mer effektivt än Röd väst vilket står för den största klimatpåverkan. Detta beror på att den totala längden och sträckan för tunnel är längst i alternativ Röd väst. Alternativ Röd öst har den längsta sträckan bro.



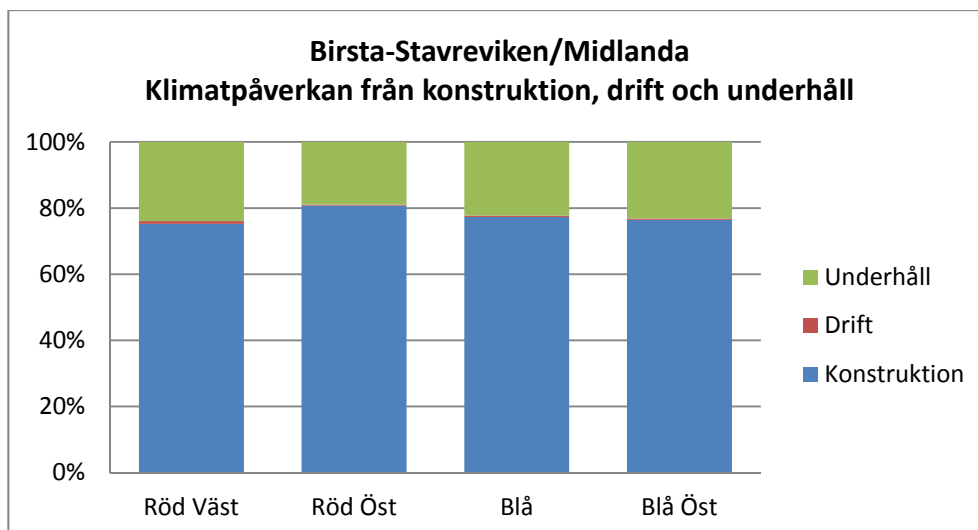
Figur 18. Bidrag till klimatpåverkande utsläpp för delsträckan Birsta-Stavreviken/Midlanda.

I Figur 19 visas hur de olika anläggningsdelarna bidrar till utsläpp av växthusgaser för delsträckan Birsta-Stavreviken/Midlanda. I alternativ Röd väst bidrar tunnel till stora delar till utsläppen och i alternativ Röd väst står bro för en fjärdedel av utsläppen.



Figur 19. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till klimatpåverkan för delsträckan Birsta-Stavreviken/Midlanda. Här redovisas fördelningen av de totala klimatpåverkande utsläppen inom varje korridor, d v s inte relaterat till någon av de andra korridorerna.

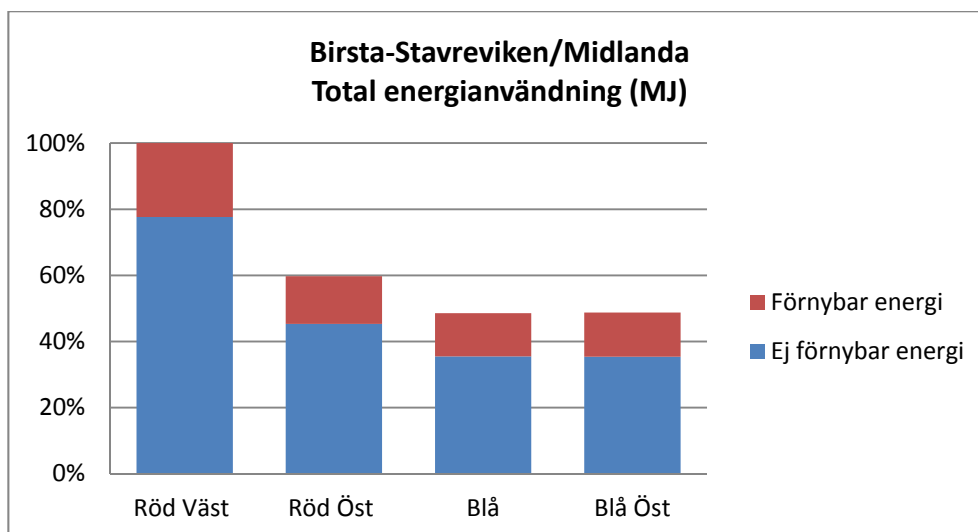
Figur 20 visar hur de olika faserna byggnation, drift och underhåll bidrar till järnvägens klimatpåverkan inom respektive korridor. Byggnationen bidrar den övervägande delen av utsläppen.



Figur 20. Fördelningen av klimatutsläppen i de olika faserna under järnvägens livcykel för delsträckan Birsta-Stavreviken/Midlanda.

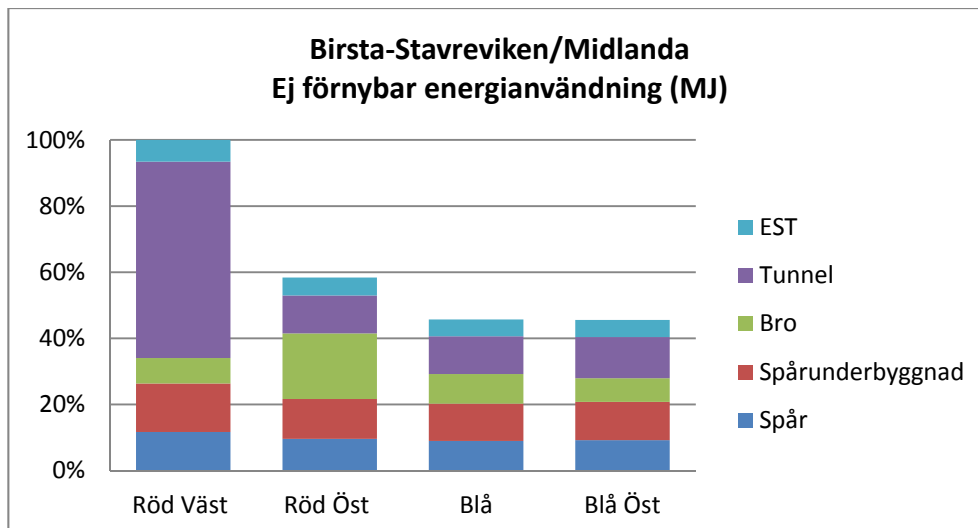
Energianvändning

I Figur 21 visas förhållandet mellan de fyra alternativen för delsträckan Birsta-Stavreviken/Midlanda.



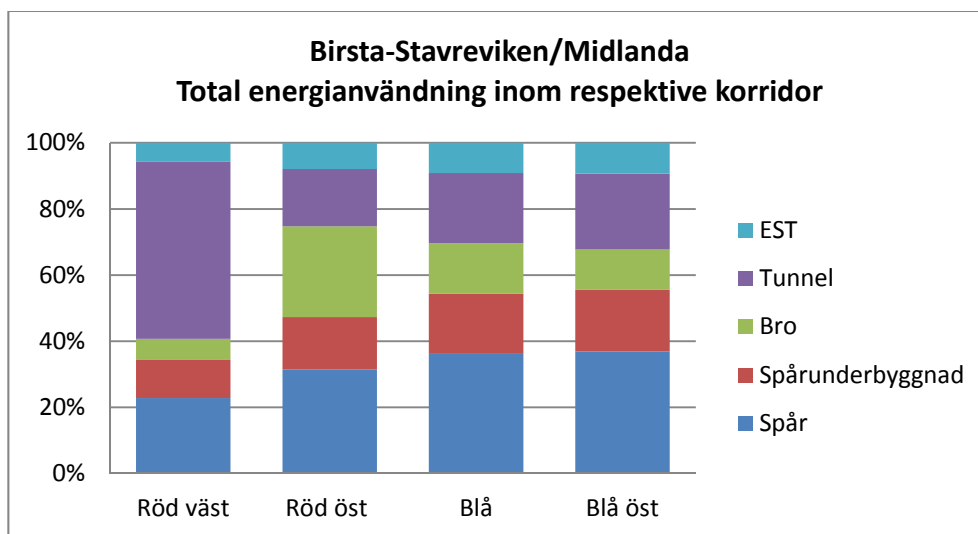
Figur 21. Energianvändning av förnybara och ej förnybara energikällor för respektive korridor, relativt Röd väst som har den största energianvändningen.

Figur 21 visar att Röd väst har den högsta totala energianvändningen, till följd av den långa sträckan tunnlar. De övriga alternativen har lägre energianvändning och de båda Blå alternativen har den lägsta totala energianvändningen. Merparten av den energi som används är ej förnybar och fördelningen av anläggningsdelarnas bidrag inom alternativen kan ses i Figur 22. Det är övervägande den ej förnybara energin som ger upphov till utsläpp av växthusgaser. För alternativ Röd väst är det tunneln som står för den största energianvändningen



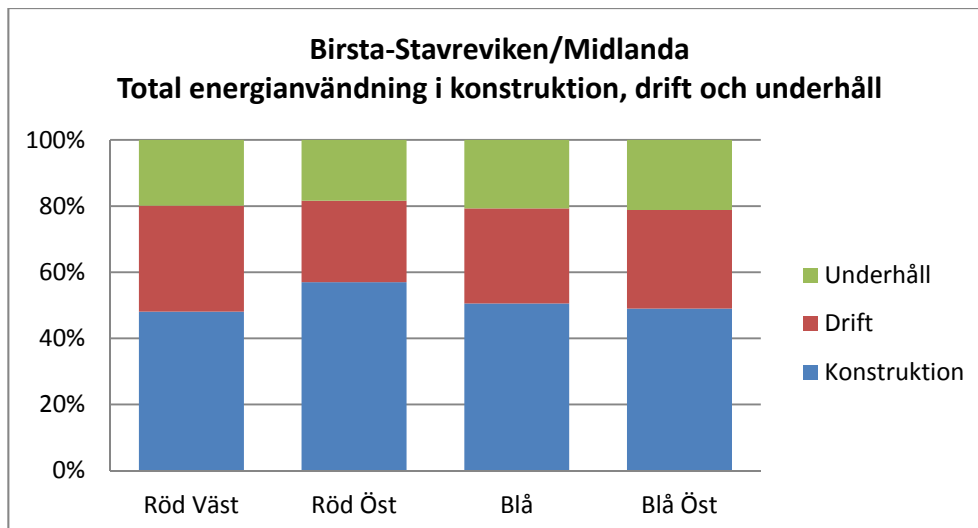
Figur 22. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till energianvändning av ej förnybar energi. I diagrammet redovisas resultatet relativt Röd väst, som har den högsta energianvändningen.

I Figur 23 visas hur de olika anläggningsdelarna bidrar till den totala energianvändningen inom respektive korridor för delsträckan Birsta-Stavreviken/Midlanda. I alternativ Röd väst bidrar tunnel till ungefär hälften av utsläppen.



Figur 23. Fördelningen av de olika anläggningsdelarnas bidrag till den totala energianvändningen för delsträckan Birsta-Stavreviken/Midlanda. Här redovisas fördelningen av den totala energianvändningen inom varje korridor, d v s inte relaterat till någon av de andra korridorerna.

I Figur 24 visas hur de olika faserna byggnation, drift och underhåll bidrar till järnvägens energianvändning inom respektive korridor för delsträckan Birsta-Stavreviken/Midlanda. När det gäller energianvändningen under livscykeln så är förhållandet här annorlunda mot klimatpåverkan. Driften står för en betydande del av energianvändningen, och det beror på att tågen framförs med el. Konstruktionsfasen står för ungefär hälften av den totala energianvändningen i alla korridorer.

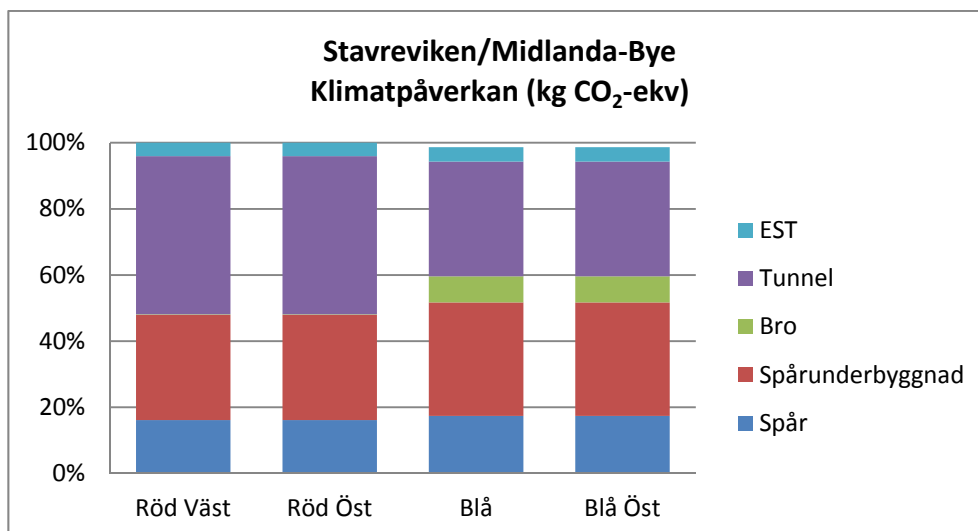


Figur 24. fördelning av energianvändning i de olika faserna under järnvägens livscykel; konstruktion, drift och underhåll. Både förnybar och ej förnybar energi ingår i beräkningen. Här redovisas fördelningen av de totala utsläppen inom varje korridor, mellan de olika faserna.

4.5.3 Stavreviken/Midlanda-Bye

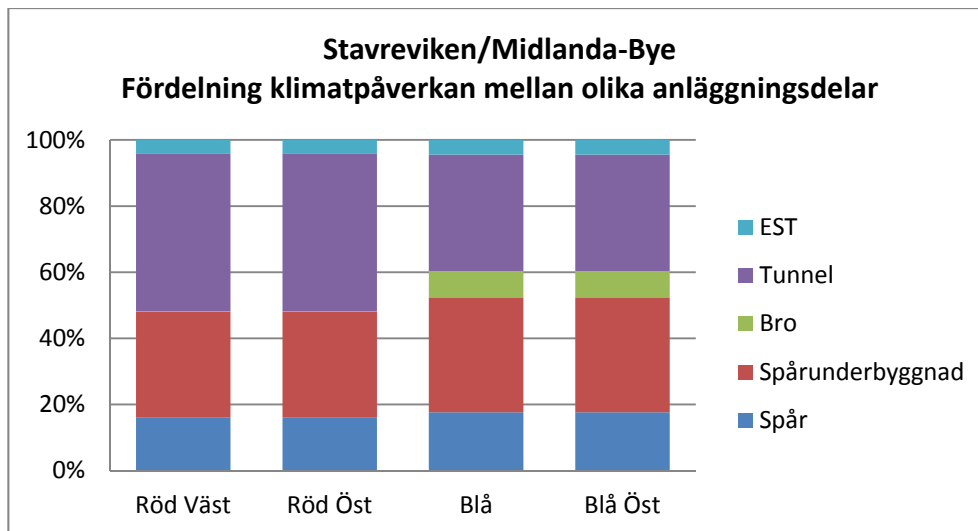
Klimatpåverkan

Figur 25 visar att för delsträckan Stavreviken/Midlanda-Bye är skillnaden mellan de fyra korridorerna liten och kan i denna typ av övergripande utredning är att betraktas vara inom felmarginalen, resultaten kan betraktas som lika.



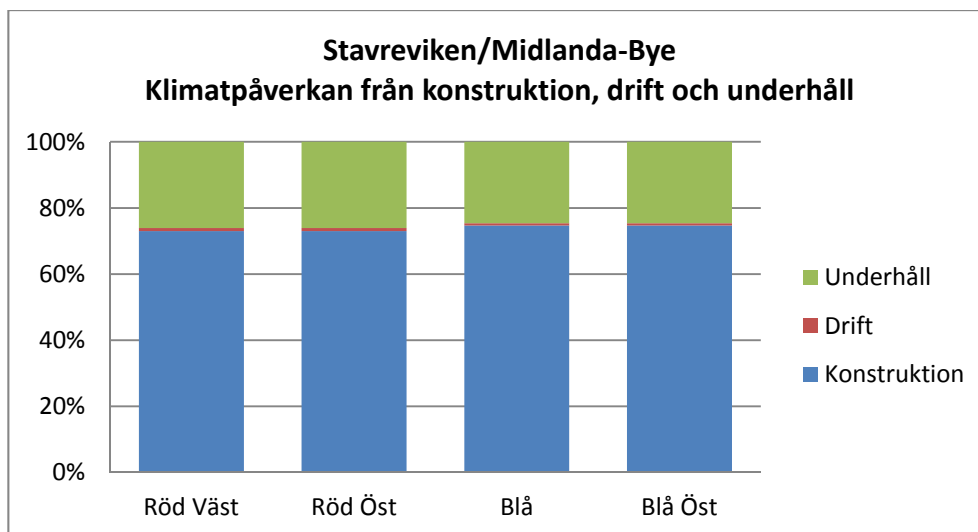
Figur 25. Bidrag till klimatpåverkande utsläpp för delsträckan Stavreviken/Midlanda-Bye.

I Figur 26 visas hur de olika anläggningsdelarna bidrar till utsläpp av växthusgaser för delsträckan Stavreviken/Midlanda-Bye. Det är tunnel som står för merparten av klimatpåverkan i de båda Röda alternativen, i de båda Blå alternativen är det kombinationen av tunnel och bro som påverkar.



Figur 26. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till klimatpåverkan för delsträckan Stavreviken/Midlanda-Bye. Här redovisas fördelningen av de totala klimatpåverkande utsläppen inom varje korridor, d v s inte relaterat till någon av de andra korridorerna.

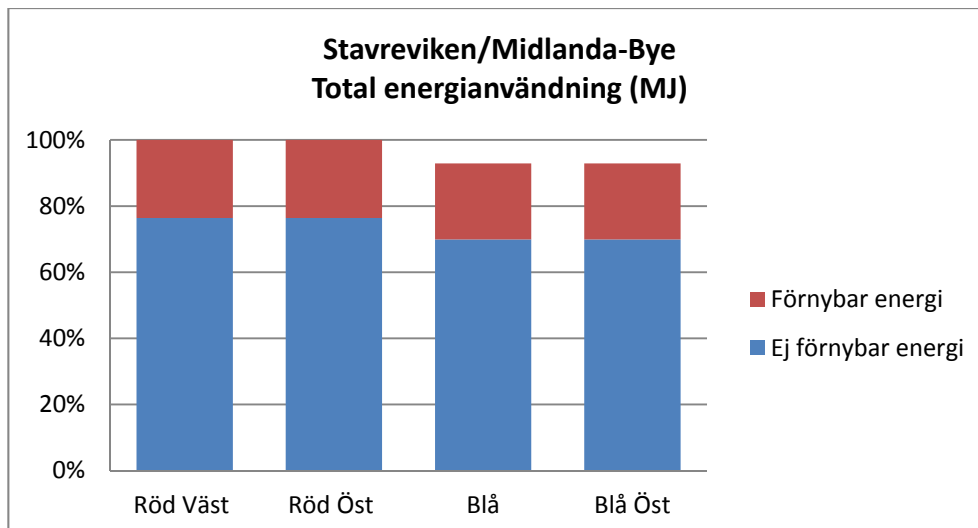
Figur 27 visar hur de olika faserna byggnation, drift och underhåll bidrar till järnvägens klimatpåverkan inom respektive korridor. Byggnationen bidrar den övervägande delen av utsläppen.



Figur 27. Fördelningen av klimatutsläppen i de olika faserna under järnvägens livcykel för delsträckan Stavreviken/Midlanda-Bye.

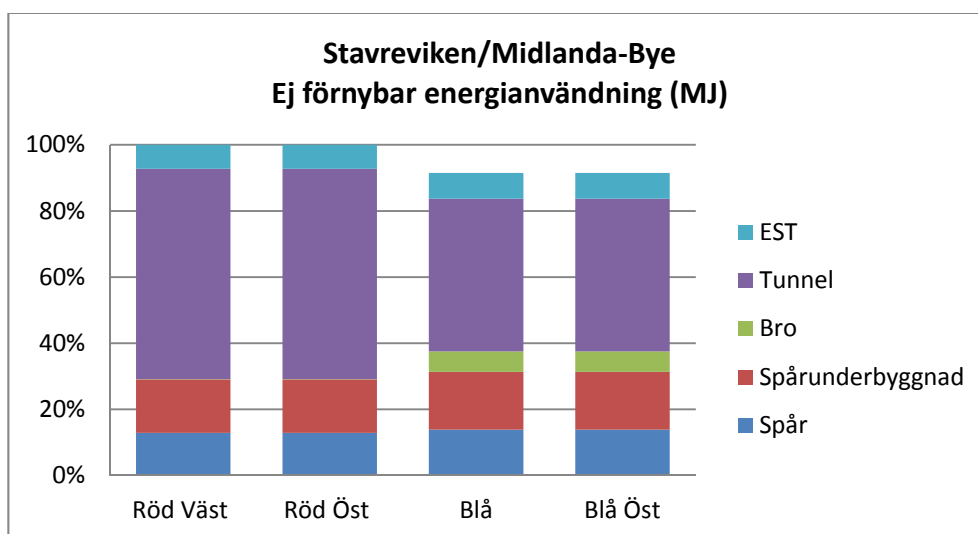
Energianvändning

I Figur 28 visas förhållandet mellan de fyra alternativen för delsträckan Stavreviken/Midlanda-Bye. Skillnaden mellan de fyra korridorerna liten och kan i denna typ av övergripande utredning är att betraktas vara inom felmarginalen, resultaten kan betraktas som lika.



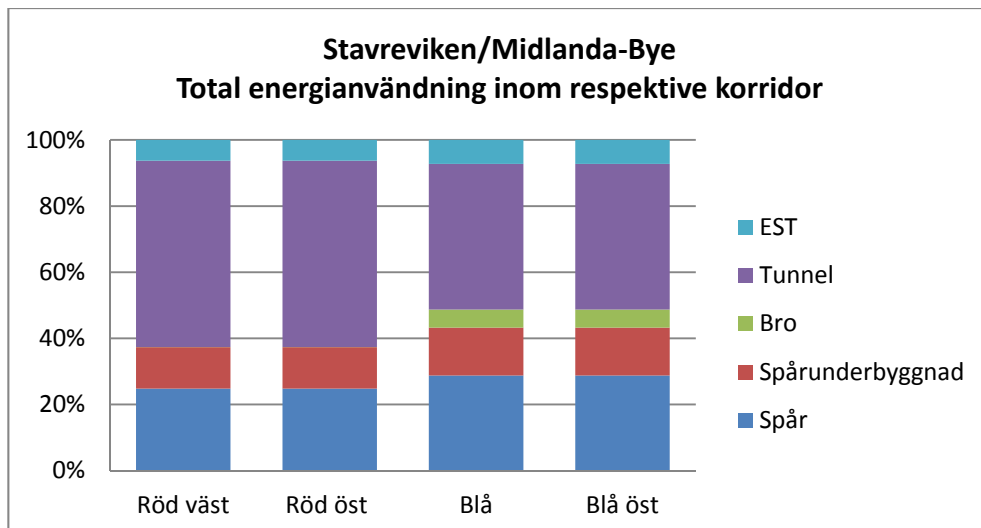
Figur 28. Energianvändning av förnybara och ej förnybara energikällor för respektive korridor, relativt de båda Röda alternativen som har den högsta energianvändningen.

Den största delen av energin som används är ej förnybar energi och det är också övervägande den energin som ger upphov till växthusgaser, se Figur 29. I de båda Röda alternativen står tunneln för en stor del av utsläppen. Skillnaden mellan de fyra korridorerna är liten och kan i denna typ av övergripande utredning betraktas som lika.



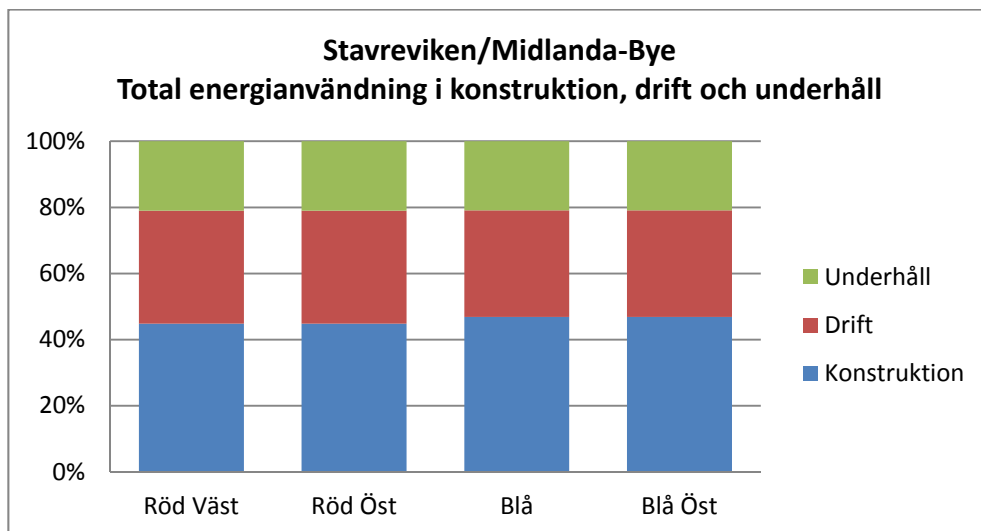
Figur 29. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till energianvändning av ej förnybar energi. I diagrammet redovisas resultatet relativt de båda Röda alternativen som har den högsta energianvändningen.

I Figur 30 visas hur de olika anläggningsdelarna bidrar till den totala energianvändningen inom respektive korridor. I samtliga alternativ bidrar tunnel till stora andelar av utsläppen.



Figur 30. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till total energianvändning. Här redovisas fördelningen av total energianvändning inom varje korridor, d v s inte relaterat till någon av de andra korridorerna.

I Figur 31 visas hur de olika faserna byggnation, drift och underhåll bidrar till järnvägens energianvändning inom respektive korridor för delsträckan Stavreviken/Midlanda-Bye. När det gäller energianvändning under livscykeln är förhållandet annorlunda mot klimatpåverkan. Driften står för en betydande del vilket beror på att tågen framförs med el.

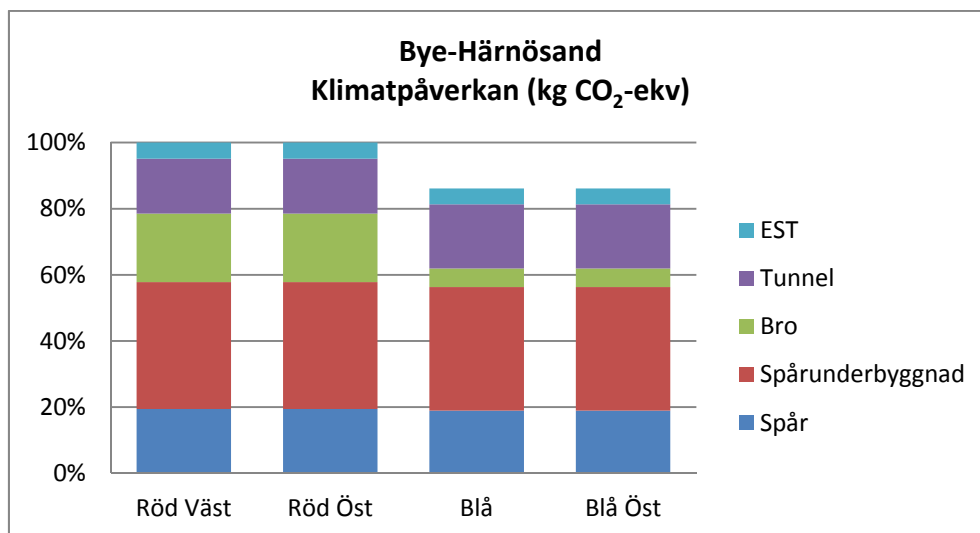


Figur 31. Fördelning av energianvändning i de olika faserna under järnvägens livscykel; konstruktion, drift och underhåll. Både förnybar och ej förnybar energi ingår i beräkningen. Här redovisas fördelningen av de totala utsläppen inom varje korridor, mellan de olika faserna.

4.5.4 Bye-Härnösand

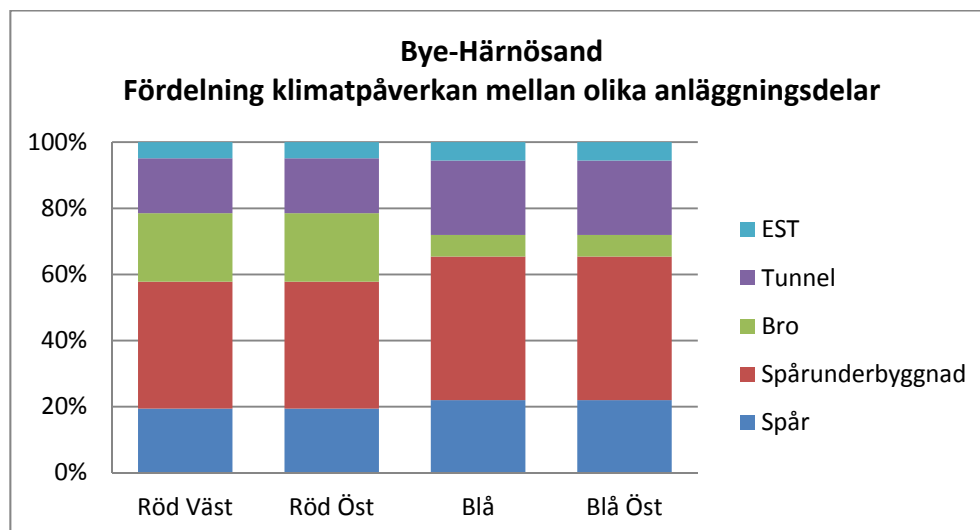
Klimatpåverkan

Figur 32 visar att för delsträckan Bye-Härnösand är de båda Blåa alternativen cirka 15 % mer effektiva än de Röda alternativen. Detta beror på att de båda Blå alternativen har kortare sträcka bro.



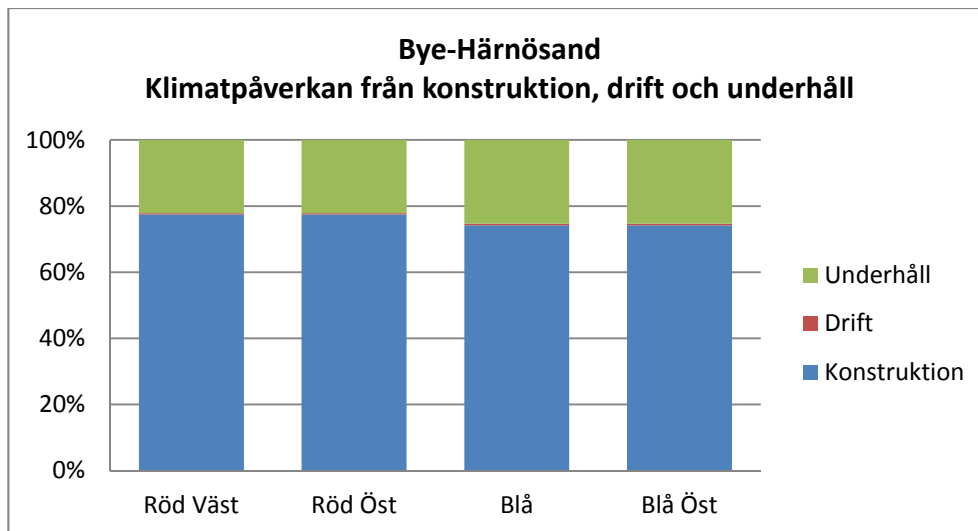
Figur 32. Bidrag till klimatpåverkande utsläpp för delsträckan Bye-Härnösand.

I Figur 33 visas hur de olika anläggningsdelarna bidrar till utsläpp av växthusgaser för delsträckan Bye-Härnösand. I de båda Röda alternativen står bro för en större klimatpåverkan än för de Blå alternativen. De Blåa alternativen har en större klimatpåverkan från tunnel.



Figur 33. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till klimatpåverkan för delsträckan Bye-Härnösand. Här redovisas fördelningen av de totala klimatpåverkande utsläppen inom varje korridor, d v s inte relaterat till någon av de andra korridorerna.

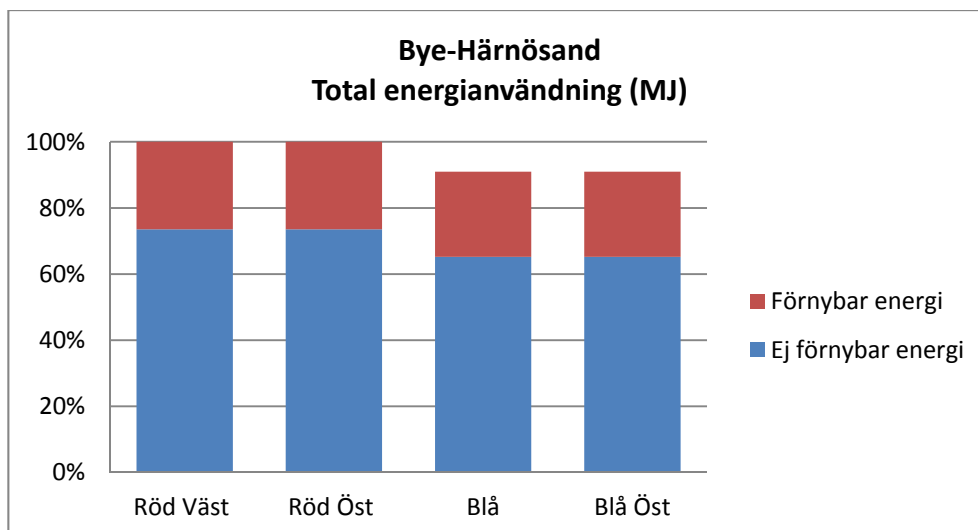
Figur 34 visar hur de olika faserna byggnation, drift och underhåll bidrar till järnvägens klimatpåverkan inom respektive korridor. Byggnationen bidrar den övervägande delen av utsläppen.



Figur 34. Fördelningen av klimatutsläppen i de olika faserna under järnvägens livcykel för delsträckan Bye-Härnösand.

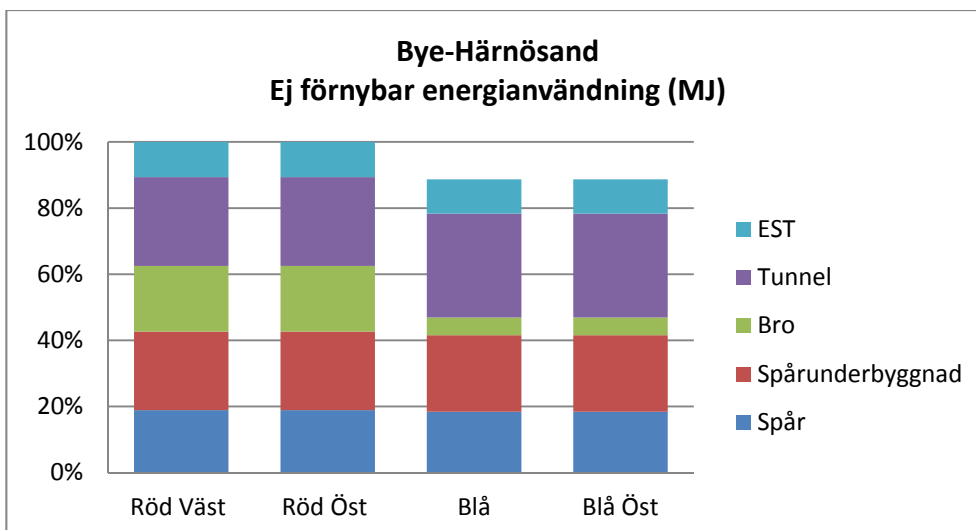
Energianvändning

I Figur 35 visas förhållandet mellan de fyra alternativen för delsträckan Bye-Härnösand.



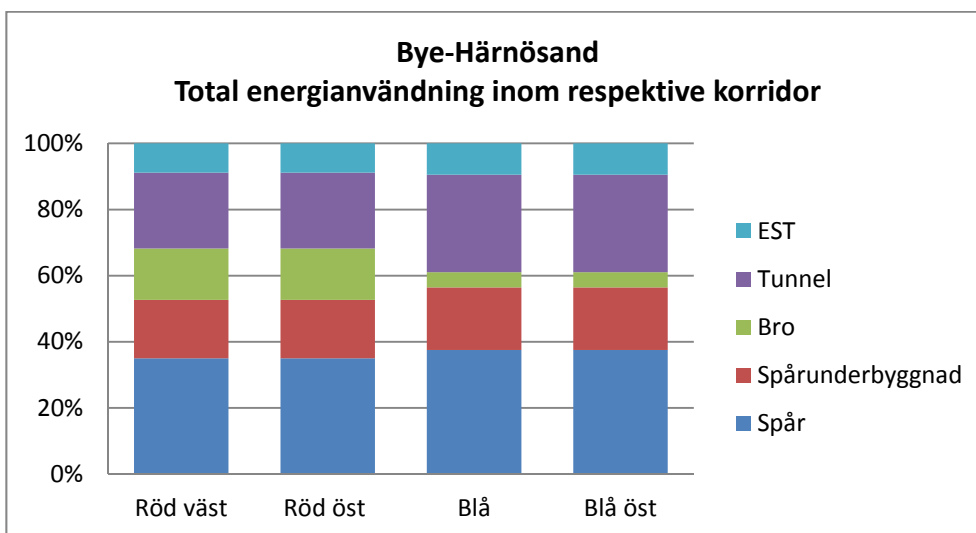
Figur 35. Energianvändning av förnybara och ej förnybara energikällor för respektive korridor, relativt de Röda alternativen som har den högsta energianvändningen.

Figur 35 visar att de båda Röda alternativen har den högsta totala energianvändningen, skillnaden mellan de fyra korridorerna är liten och kan i denna typ av övergripande utredning betraktas som lika. Den största delen av energin som används är ej förnybar energi och det är också övervägande den energin som ger upphov till växthusgaser, se Figur 36. Skillnaden mellan de fyra korridorerna är liten och kan i denna typ av övergripande utredning betraktas som lika.



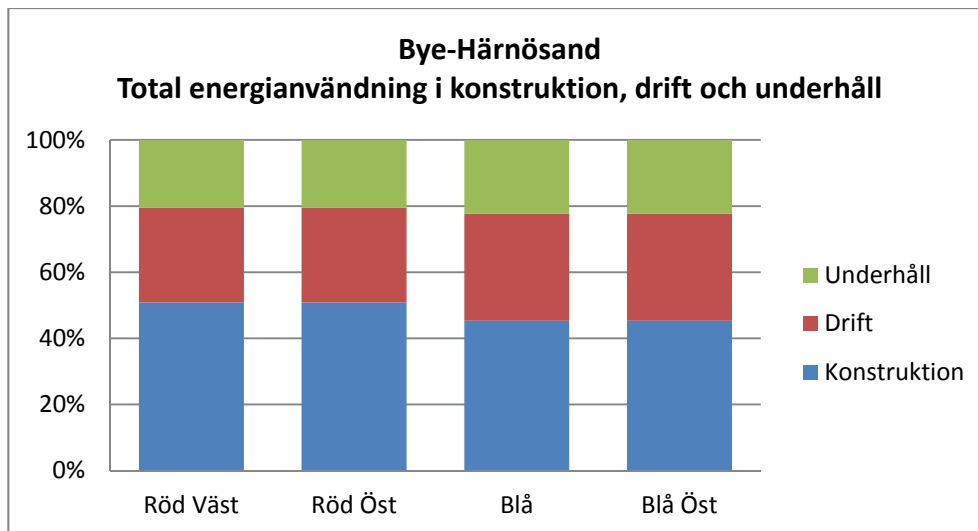
Figur 36. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till energianvändning av ej förnybar energi. I diagrammet redovisas resultatet relativt de Röda alternativen som har den högsta energianvändningen.

I Figur 37 visas hur de olika anläggningsdelarna bidrar till den totala energianvändningen inom respektive korridor.



Figur 37. Fördelning av de olika anläggningsdelarnas bidrag till total energianvändning. Här redovisas fördelningen av total energianvändning inom varje korridor, d v s inte relaterat till någon av de andra korridorerna.

I Figur 38 visas hur de olika faserna byggnation, drift och underhåll bidrar till järnvägens energianvändning inom respektive korridor för delsträckan Bye-Härnösand. När det gäller energianvändning under livscykeln är förhållandet annorlunda mot klimatpåverkan. Driften står för en betydande del vilket beror på att tågen framförs med el.



Figur 38. Fördelning av energianvändning i de olika faserna under järnvägens livscykel; konstruktion, drift och underhåll. Både förnybar och ej förnybar energi ingår i beräkningen. Samtliga värden är beräknade för 60 år. Här redovisas fördelningen av de totala utsläppen inom varje korridor, mellan de olika faserna.

5 Tolkning och diskussion

Resultaten är på en övergripande nivå då de är framtagna med schablonvärden, men de är ändå förväntade. Den korridor som är längst och har mest tunnlar är den som har högst klimatpåverkan och energianvändning.

Tunnlar är energiintensiva anläggningar genom att det är energikrävande att spränga och anlägga tunneln samt frakta bort massor, vilket också visas i utsläppen av växthusgaser. Alla alternativ innehåller långa sträckor tunnlar, vilket gör att de bidrar till höga utsläpp av växthusgaser samt hög energianvändning. Även brokonstruktioner, som är materialintensiva och kan kräva omfattande anläggningsarbeten, bidrar till stora utsläpp i förhållande till den totala sträckan broar.

Energianvändningen i tunneln är hög till följd av att både byggande och drift är energikrävande. I byggandet är produktionen av material (främst cement och sprängämnen) samt användningen av arbetsmaskiner energikrävande. I driften krävs mycket energi till frostskydd för brandvatten och elektronisk utrustning. När det gäller tunnelns bidrag till klimatpåverkan så är det tillverkningen av material som står för den största delen, medan byggande och drift ger små tillskott. Skillnaden mellan andelen av tunnelns bidrag till klimatpåverkan respektive energianvändning kan bero på att i driften används enligt Botniabanans LCA svensk energimix, som orsakar relativt små utsläpp av växthusgaser per producerad enhet.

Det man vidare kan säga om tunnlar är att en längre tunnel kräver mer energi och ger upphov till mer utsläpp av växthusgaser per meter än en kort tunnel. Detta beror på att det krävs fler anordningar runt omkring en lång tunnel, t ex räddningstunnlar. Således ger en kilometer totalt av flera korta tunnlar (<1 km) upphov till mindre utsläpp än en kilometer lång tunnel (> 1 km).

Brons klimatpåverkan kommer främst från materialtillverkning. Det är betongintensiva anläggningar som även innehåller stål, vilket ger upphov till stora utsläpp vid tillverkning. Även energianvändningen för bron kommer främst från materialtillverkning, men anläggningsarbetena står också för en betydande andel. Anledningen till att bron har en större andel av klimatpåverkan än energienergianvändning är troligen att det används mycket betong, och därmed cement som ger upphov till koldioxid när kalkstenen bearbetas i produktionen.

Utöver ovanstående bör tilläggas att 1 km bro och 1 km tunnel inte inkluderar spårunderbyggnad, EST och spår. Ytterligare miljöpåverkan tillkommer således vid dessa typer av anläggningar.

Resultaten för de fyra korridorerna visar att de båda Blå alternativen har minst klimatpåverkan och är mest energieffektiva. Detta förklaras med att de har den kortaste sträckan tunnel, bro samt total sträcka.

Resultaten från delsträckorna visar att för delsträckan Sundsvall-Birsta har alla alternativ lika stor klimatpåverkan och är lika energieffektiva. För delsträckan Birsta-Stavreviken/Midlanda har de båda Blå alternativen minst klimatpåverkan och är mest energieffektiva och alternativ Röd öst är utifrån klimatpåverkan ca 30 % mer effektivt och utifrån total energianvändning ca 40 % mer effektivt än alternativ Röd väst.

För delsträckan Stavreviken/Midlanda-Bye kan alla alternativen betraktas som lika när man kollar på klimatpåverkan och energianvändning. För delsträckan Bye-Härnösand är de båda Blå alternativen lite mer effektiva när man kollar på klimatpåverkan och när man kollar på den totala energianvändningen kan resultaten anses som lika.

För att minska järnvägsanläggningens klimatpåverkan bör energikrävande och utsläppsintensiva anläggningar som broar och tunnlar minimeras så långt möjligt. Att korta den totala sträckan är också viktig för anläggningens totala klimatpåverkan.

I det fortsatta arbetet med järnvägsplan bör klimatberäkningarna fortsätta för att jämföra olika alternativa utformningar och lösningar för att hitta klimatsmarta alternativ. Beräkningarna kan då göras mer noggranna och utgå från projektspecifika förutsättningar. Exempel på när beräkningar kan användas är vid val av olika bygghetoder, lösningar eller vid utformandet av masshanteringsplaner.

6 Förslag på åtgärder för att minska miljöbelastningen

En stor del av utsläppen kommer från konstruktionen av järnvägen samt de ingående materialen. Det finns relativt stora besparingspotentialer för utsläpp av växthusgaser genom medvetna val i det fortsatta arbetet med järnvägsutredning, plan och byggande. Nedan visas några exempel från Uppenberg och Liljenroth (2011) och Uppenberg mfl, (2011) och besparingspotential för respektive material eller aktivitet:

- Val av stål med låg klimatpåverkan kan ge en besparingspotential på upp till 1 ton CO₂/ ton stål, vilket kan ge en stor effekt då stora mängder stål används.
- Användning av alternativa material (exempelvis flygaska) i betong, istället för cement. Besparingspotential 10-40 % beroende på material för inblandning och andel.
- Metodval vid sprängning och sprängmedel. Besparingspotential för sprängning är ca 20 procent.
- Att bygga träbroar istället för stål- eller betongbroar, kan medföra en reduktion med 15-25 procent jämfört med betongbroar och 35-40 procent för stålbroar. Möjligheten att bygga träbroar bör undersökas, och det kan vara särskilt lämpligt för gång- och cykelbroar.
- Vid asfaltsläggning kan s k "green asphalt" användas istället för vanlig. Besparingspotentialen är ca 30 % mindre utsläpp av koldioxid, samtidigt som samma funktion uppnås som för varm asfalt. Om kall asfalt kan användas är besparingspotentialen ännu större.
- Vid anläggningsarbeten bör tunga transporter och arbetsmaskiner använda eco-driving samt biobränslen. Besparingspotentialen vid eco-driving och användning av biobränslen är konservativt räknat ca 10 procent.
- Vid upphandling bör klimatsmarta val ingå i utvärderingen samt premieras.



Trafikverket, Box 186, 871 24 Härnösand
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 0243-795 90

www.trafikverket.se