26.03. 21

KDP E16 E6 Kongsvinger
Klimabudsjett

NyeVeier

Oppdragsnr:	627022
Oppdragsnavn:	KDP Kommunedelplan E16 Kongsvinger-E6
Dokument nr.:	Dok-F-010
Filnavn	Klimabudsjett

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	26.03.2021	Første utgave	E. Brenna Raabe	K. Marcussen	K. Galleberg

Sammendrag

Om fagtemaet

Fagrapport klima presenterer de ulike korridorenes beregnede klimagassutslipp. Dette gjøres ved en livsløpsvurdering (LCA) fra materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold fra prosjektets eksempellinjer. I tillegg beregnes klimagassutslipp fra arealbeslag og transport i drift. Heretter kalles det for klimabudsjett.

Bygging av veianlegg og drift av anleggene i ettertid gir klimagassutslipp, i tillegg til de utslippene som oppstår fra trafikk ved bruk av veien. For å redusere klimapåvirkningen fra prosjektet må det i designfasen av veisystemet vurderes klimapåvirkningen fra byggeteknikker, byggematerialer og drift av tekniske systemer i veianlegget.

Det er krav i planprogrammet om at klimagassutslipp tilknyttet prissatte konsekvenser beregnes, samt at sideberegninger gjøres i tillegg til de utslippsberegningene som inngår i prissatte konsekvenser.

I planprogrammet defineres følgende utredningsbehov for tema klimabudsjett:

Temaområdet omfatter beregning av prosjektets klimagassbudsjett. Klimagassbudsjettet inkluderer forventet utslipp av klimagasser ved bygging og drift av veianlegget. Utredningen gjøres i tillegg til de utslippsberegningene som inngår i prissatte konsekvenser.

Metode / arbeidsopplegg
Håndbok V712 Konsekvensanalyser (Statens veivesen, sist rev. 2018) inneholder metodikk som brukes til veiprosjekter og som baserer seg på utslippsberegninger for utvalgte komponenter. Metodikken omfatter ikke vurderinger av andre ringvirkninger.

Utredningsbehov
Det skal utarbeides klimabudsjett for alternativene i konsekvensutredningen. Hensikten er å få fram klimagassutslippene ved bygging og drift av selve veianlegget. Beregninger av klimagassutslipp gjøres for hvert strekningsalternativ, ved bruk av nøkkeltall per løpemeter. Nøkkeltallene fordeles per veielement (dagstrekning/tunnel/bru), og inkluderer utbygging, drift og vedlikehold, og gir dermed klimagassutslipp over veiinfrastrukturens livsløp (40 års beregningsperiode).

I tillegg skal det inkluderes beregninger av klimagassutslipp som følge av arealbruksendringer (permanent konvertering av arealer med vegetasjon og våtmark). Disse beregningene skal belyse konsekvensene for klimagassutslipp for de alternative korridorene, og danne grunnlag for anbefalinger til tiltak for å nå de overordnede klimamålsetningene i prosjektet. Utredningen følges opp i senere faser ved valg av løsninger og materialer ved gjennomføringen av prosjektet.

Samlet vurdering av klimabudsjettet

Totale klimagassutslipp i tonn CO_2-ekv for de ulike eksempellinjene fordelt på livsløpsfaser er vist i Tabell 1. Grunnforsterkning ved hjelp av kalksementstabilisering (KS- stabilisering) og arealbeslag er skilt ut for seg. Resultatene viser at klimagassutslippene fra de ulike eksempellinjene varierer mye, mellom 389 800 tonn CO_2-ekv (eksempellinje AH50) og 708 700 tonn CO_2-ekv (BG80). Sammenligner vi utslippet fra eksempellinjen med høyest utslipp (BG80) opp mot eksempellinjen med lavest (AH50), ser vi at utslippene fra AH50 er 45 % lavere enn BG80.

I Tabell 2 ser vi at korridor B i snitt har det høyeste klimagassutslipp (snitt av korridorenes tilhørende eksempellinjer), mens korridor A og F har i snitt de laveste utslippene. Sammenligner vi det opp mot hverandre, ser vi at korridor A i gjennomsnitt har 32 % lavere utslipp enn korrridor B, korridor F har i snitt 26 % lavere utslipp og korridor C har i snitt 21 % lavere utslipp enn korridor B.

I snitt for alle eksempellinjer bidrar arealbeslag til 34 % av klimagassutslippet til de ulike eksempellinjene, materialproduksjon til 28 %, KS-stabilisering bidrar med 23 %, drift og vedlikehold med 9 % og utbygging (hovedsakelig utslipp fra anleggsmaskiner og massetransport, ekskludert materialproduksjon og KS-stabilisering) med i snitt 4 % av totalutslippet for de ulike eksempellinjene. Fordelt på de ulike livsløpsfasene varierer det hvor stor betydning utslippet har per eksempellinje. Dette skyldes variasjonen i de ulike elementsammensetninger av vei i dagen, tunnel, bru og viltkryss fordelt på alternativene.

Tabell 1 Totale klimagassutslipp i tonn CO_2-ekv for eksempellinjer fordelt på livsløpsfasene materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold, kalksementstabilisering, og arealbeslag.

Korridor	Eksempellinje	Materialproduksjon	Utbygging	Drift og vedlikehold	KS-stabilisering	Arealbeslag	Totalt
A-korridor	AG100	118 040	24 665	43 184	108 600	144 897	439 387
	AG110	116 500	19 598	40 473	100 229	140 806	417 606
	AG120	135 412	22 425	41 156	125 585	140 950	465 529
	AG130	125 535	24 748	43 719	130 897	145 619	470 517
	AG140	123 995	19 680	41 007	122 526	141 527	448 736
	AG150	142 907	22 508	41 691	145 130	141 671	493 906
	AH10	114 854	34 263	41 061	115 781	137 138	443 098
	AH20	123 933	26 189	39 692	100 341	123 834	413 990
	AH30	142 838	29 006	40 353	124 908	123 974	461 079
	AH40	121 396	23 845	40 904	105 463	124 713	416 320
	AH50	119 863	18 788	38 215	92 299	120 621	389 787
	AH60	138 768	21 605	38 876	121 256	120 765	441 270
	AH70	128 960	24 023	41 641	123 012	125 434	443 069
	AH80	127 425	18 963	38 946	110 080	121 342	416 757
	AH90	146 331	21 781	39 610	142 173	121 487	471 380
B-korridor	BG50	172 873	25 166	56 173	118 628	247 356	620 197
	BG60	183 909	30 232	60 527	129 410	279 549	683 627
	BG70	191 037	24 584	55 834	137 241	236 578	645 275
	BG80	202 073	29 651	60 187	148 043	268 771	708 725
	BH10	176 258	24 386	53 979	115 795	227 411	597 830
	BH20	187 525	29 770	59 008	126 597	259 604	662 503
	BH30	194 781	24 298	54 689	130 443	216 632	620 844
	BH40	205 816	29 364	59 042	141 245	248 825	684 293
C-korridor	CG10	138 579	25 123	56 190	82 631	199 803	502 325
	CG20	149 606	30 178	60 520	88 099	231 995	560 398
	CG30	136 014	25 443	56 991	101 295	198 499	518 241
	CG40	147 042	30 498	61 321	112 097	230 691	581 649

	CN50	121 351	21 054	47 355	73 152	168 871	431 782
	CN60	132 378	26 109	51 685	83 954	201 063	495 189
F-korridor	FN10	121 158	14 851	34 879	181 295	123 060	475 242
	FN20	127 226	17 494	34 813	193 114	116 988	489 634

Tabell 2 Oversikt over gjennomsnittlige, maksimale, minimale utslipp og utslippsreduksjon per korridor sammenlignet med baseline (gjennomsnitt av utslippet til korridor B). Tabellen inkluderer komplette klimagassutslipp per korridoralternativ, det vil si materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold, KS-stabilisering og arealbeslag.

Korridoralternativ	A-korridor	B-korridor	C-korridor	F-korridor
Høyeste	493 906	708 725	581 649	489 634
Gjennomsnitt	442 162	652 912	514 931	482 438
Laveste	389 787	597 830	431 782	475 242
Sammenligning av korridorene ift høyeste alternativ (korridor B)	- 32,3 %	0,0 %	-21,1 %	-26,1 %

Fordelt på de ulike livsløpsfasene er det forskjellige bidragsytere som er viktige. For materialproduksjon er det typisk bruk av betong, asfalt, konstruksjonsstål, sprøytebetong og sement som dominerer utslippene. For utbyggingsfasen er det hovedsakelig anleggsmaskiner og massetransport som bidrar, mens drift og vedlikeholdsfasen påvirkes av reasfaltering (antatt å skje hvert 6. år) samt elektrisitetsforbruk tilknyttet drift av teknisk utstyr som vifter i tunnel og belysning. Utslipp fra kalksementstabilisering domineres av produksjon av kalk og sement. Informasjonen belyser hvilke faser og materialer/aktiviteter som er viktige i et klimaperspektiv, og gir innblikk i hvor tiltak bør rettes for å oppnå betydelige utslippsreduksjoner. Blant annet vil det på bakgrunn av informasjonen kunne være effektivt å fokusere på klimavennlig produksjon av betong og sement, samt rette krav og insentiver mot dette ved anskaffelse. Armeringsstål representerer også et viktig område med potensial for utslippsbesparelse, og ved valg av stål med høy resirkuleringsgrad og fokus på lav transportdistanse kan store utslippskutt oppnås.

For utbyggingsfasen bør det rettes fokus på transport av masser og anleggsmaskiner. Begge deler gir viktige bidrag til de samlede utslippene grunnet forbrenning av diesel i kjøretøyene. Dette indikerer at effektiv logistikk vil kunne redusere utslippene fra disse aktivitetene.

Materialproduksjon- og substitusjon er ikke begrenset til utbyggingsfasen, og det bør tilstrebes å benytte komponenter og materialer med redusesert vedlikeholdsbehov og materialer med lang levetid. Videre bør det tilstrebes å gjøre vedlikehold og utskiftinger på samme tid.

Totalt sier målsetningen at planprosjektet skal levere kommunedelplaner som gjør det mulig å redusere klimagassutslipp med minimum 40 % i anleggsfasen og 75 % over 40 år i driftsfasen i forhold til bransjestandard/enn tradisjonelle løsninger fra 2010. Beregningene viser at valg av korridor har stor betydning for klimagassutslippene, som betyr at utslippsreduksjoner kan oppnås allerede ved å ha fokus på klima ved valg av korridor/eksempellinje. Når korridor er valgt, vil i tillegg videre utslippsreduksjoner kunne oppnås gjennom reguleringsarbeid og gjennom krav og insentiver i kontrakt.

Innhold

1 Innledning 7
1.1 Bakgrunn for planarbeidet 7
2 Tiltaksbeskrivelse 8
2.1 Om planarbeidet 8
2.2 Veistandard og geometriske parametere 9
2.3 Kryssplassering 10
2.4 Alternativer som inngår i konsekvensutredningen 10
3 Klimabudsjett 21
3.1 Målsetning 22
4 Metodikk og forutsetninger for analysen 23
4.1 Metode og datagrunnlag 23
4.2 Datagrunnlag 23
4.3 Funksjonell enhet 29
4.4 Systemgrenser 29
4.5 Transport av masser og materialer 30
5 Resultater 31
5.1 Resultater – Oversikt over klimagassutslipp for samtlige strekninger 31
5.2 Resultater – Oversikt over klimagassutslipp for samtlige strekninger fordelt på livsløpsfaser 33
5.3 Resultater – Arealbeslag 41
5.4 Oppsummering av totale klimagassutslipp per eksempellinje 42
5.5 Resultater – Sammenligninger av eksempellinjealternativer, prissatte konsekvenser 44
6 Usikkerhet i beregningene 46
7 Diskusjon og anbefalinger for eksempellinjevalg 47
7.1 Anbefalinger for linjevalg 47
7.2 Vurdering av måloppnåelse for reduksjon av klimagassutslipp 48
8 Anbefalinger for å nå klimamål 50
8.1 Valg av trasé og overordnede grep 50
8.2 Anbefalinger, anleggsfase 50
8.3 Anbefalinger, materialvalg 52
8.4 Anbefalinger, drift og vedlikehold 56

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for planarbeidet

Nye Veier har fått overført ansvaret for strekningen E16 Kløfta – Kongsvinger våren 2019 gjennom Stortingets behandling av Prop. 110S (2018-2019) / Innst. 416S (2018-2019).

Kommunene har i samarbeid med Nye Veier AS startet et arbeid med kommunedelplan for ny E16 mellom E6 og Kongsvinger. Kommunestyrene i de fire involverte kommunene har etablert et interkommunalt plansamarbeid etter reglene i plan- og bygningsloven. Styret har fått delegert myndighet til å lede planprosessen. I den første planleggingsfasen skal det utarbeides kommunedelplan med konsekvensutredning (KU) av alternative veikorridorer.

I planarbeidet er det etablert et aktivt samarbeid med representanter fra berørte statlige og regionale myndigheter gjennom en utvidet plankoordineringsgruppe, en samarbeidsgruppe (ledernivå) og egne særmøter med fagetatene.

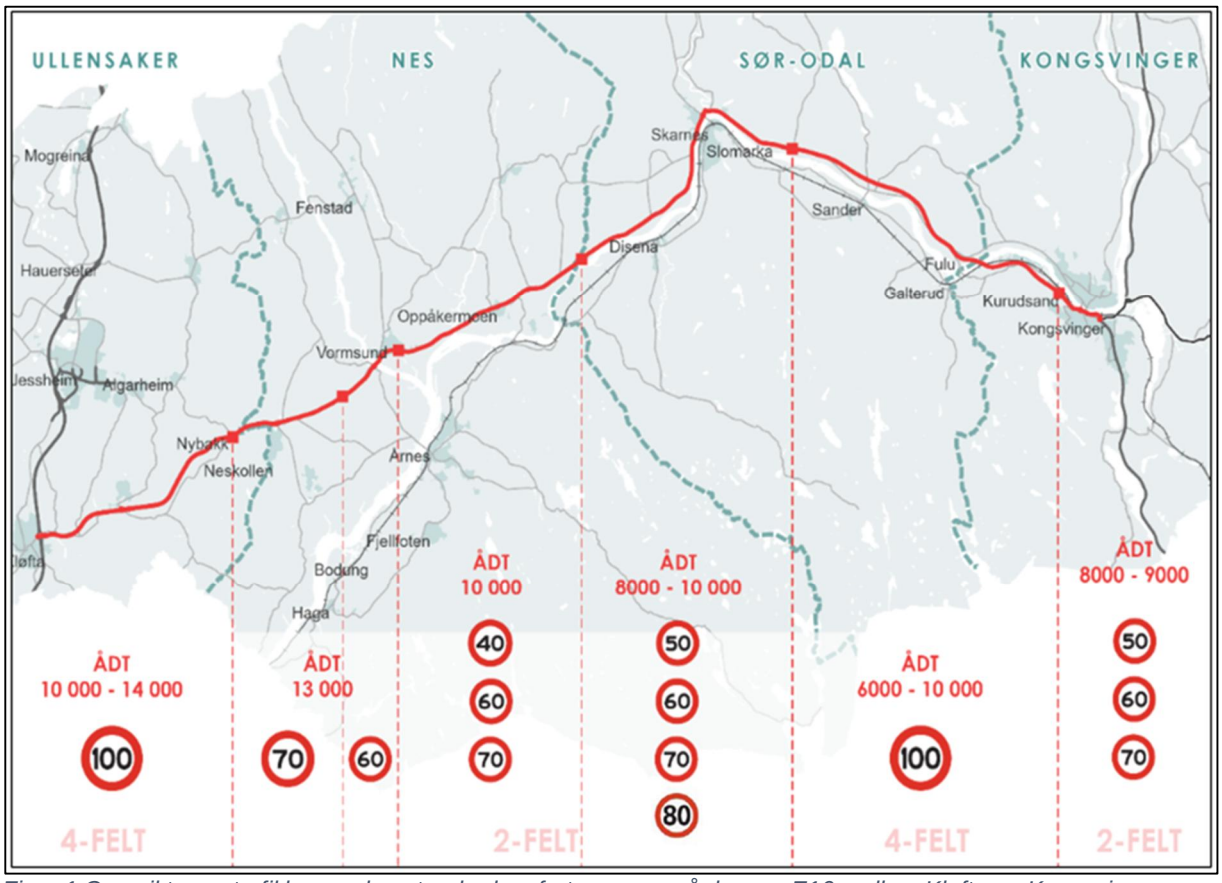
Prosjektområdet for E16 E6-Kongsvinger omfatter de fire kommunene Ullensaker, Nes, Sør-Odal og Kongsvinger. Ullensaker og Nes er en del av Viken fylke, Sør-Odal og Kongsvinger er en del av Innlandet fylke.

Den aktuelle strekningen på E16 er i dag en viktig del av en nasjonal øst-vest samferdselsåre med tilknytning til Sverige. Den er også et viktig bindeledd mellom bo- og arbeidsmarkeder i regionen. I forbindelse med oppstart av planarbeidet har styret i det interkommunale plansamarbeidet vedtatt samfunnsmål for prosjektet. Målene er gjengitt i planprogrammet.

Dagens E16 mellom Kløfta og Kongsvinger har varierende standard, fartsgrenser og trafikkmengder, se Figur 1. Strekningene Kløfta-Nybakk og Slomarka-Kongsvinger ble åpnet for trafikk i hhv. 2007 og 2014. På disse strekningene er det bygget firefelts motorvei dimensjonert for 90 km/t. Delstrekningen mellom Nybakk og Slomarka har ikke tilfredsstillende veistandard ut ifra hvor stor trafikk strekningen har. For strekningen Nybakk-Hebergåsen-Slomarka utarbeidet Statens vegvesen forslag til reguleringsplan i 2015/2016 for firefelts motorvei. Dette planarbeidet ble satt på vent av Samferdselsdepartementet i 2017 på grunn av betydelige kostnadsøkninger.

I faglig grunnlag[1] til Nasjonal transportplan 2018-2029 er det lagt til grunn at E16 mellom Kløfta og Kongsvinger skal bygges som firefelts vei med fartsgrense 100 km/t. I arbeidet med kommunedelplan vurderes det mulige alternativer på hele strekningen fra Kongsvinger til E6.

[1] Faglig grunnlag for motorveiplan, revidert 31. mars 2019. Vedlegg 3 til Nasjonal transportplan 2018-2029.



Figur 1 Oversikt over trafikkmengder, standard og fartsgrenser på dagens E16 mellom Kløfta og Kongsvinger.

2 Tiltaksbeskrivelse

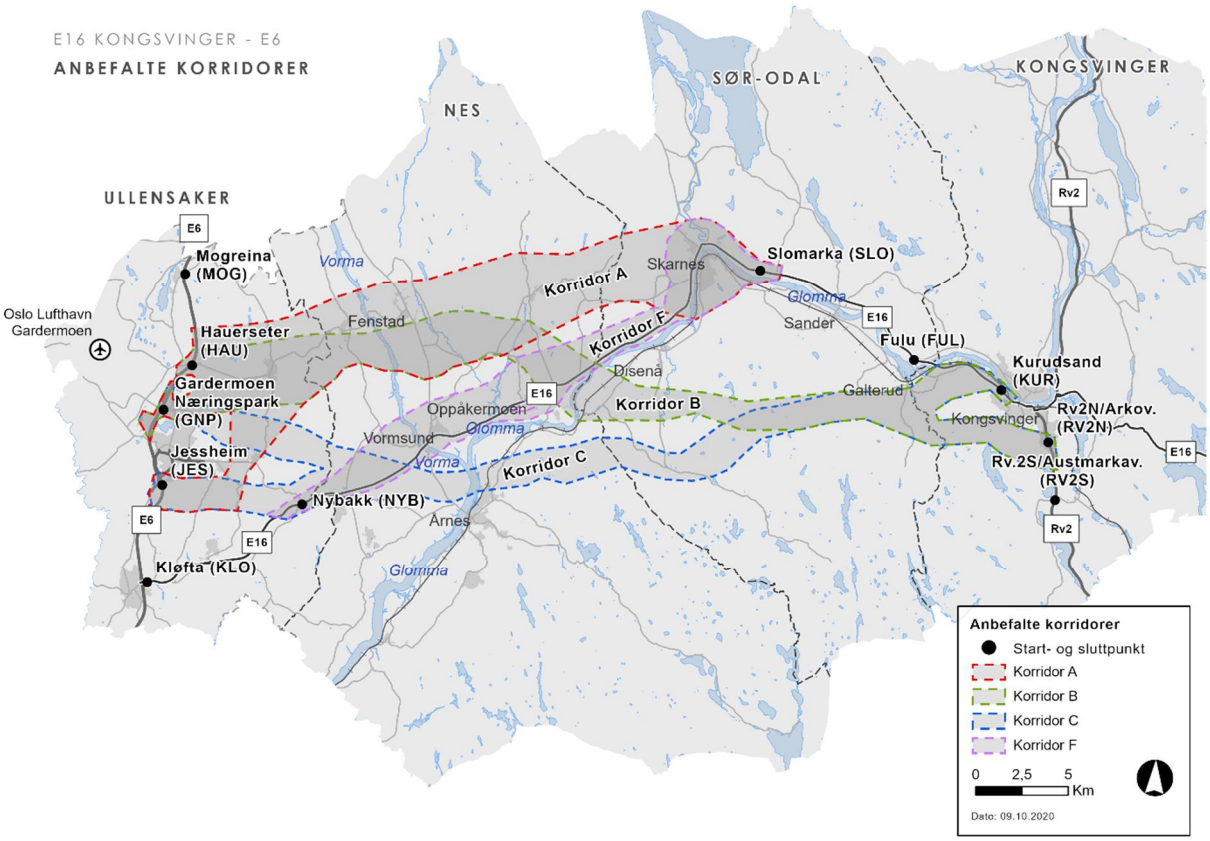
2.1 Om planarbeidet

Kommunedelplan for ny E16 skal fastsette en korridor for videre planlegging. Denne veikorridoren båndlegges for senere utarbeidelse av reguleringsplan. Båndleggingen innebærer at området får et midlertidig forbud mot tiltak etter plan- og bygningsloven. Hensikten med forbudet framgår av bestemmelser til kommunedelplan. Kommunen skal i sin vurdering av eventuelle planinitiativ eller søknader om tiltak innenfor området, legge forbudet til grunn for sin saksbehandling.

Kommunedelplanen skal ikke fastsette hovedveitrasé, altså hvor veitiltaket skal komme i detalj. Dette besluttes i påfølgende reguleringsplan(er).

Rammer for planarbeidet er gitt i planprogrammet som ble fastsatt av styret i det interkommunale plansamarbeidet 16.desember 2020. Planprogrammet angir blant annet utredningsområde (utredningskorridor A, B, C og F), utredningsmetode og tema som skal inngå i konsekvensutredningen. Konsekvensutredningen på kommunedelplannivå inkluderer informasjon som er beslutningsrelevant for valg av korridor for videre planlegging. Selve veitiltaket skal konsekvensutredes i reguleringsplanfasen.

Søk etter alternativer for ny E16 er gjort innenfor utredningskorridorene som er angitt i planprogrammet. Prosessen for å finne fram til alternativer som er utredet i konsekvensutredningen er dokumentert i rapporten *Korridoroptimalisering* (DOK-B-006).

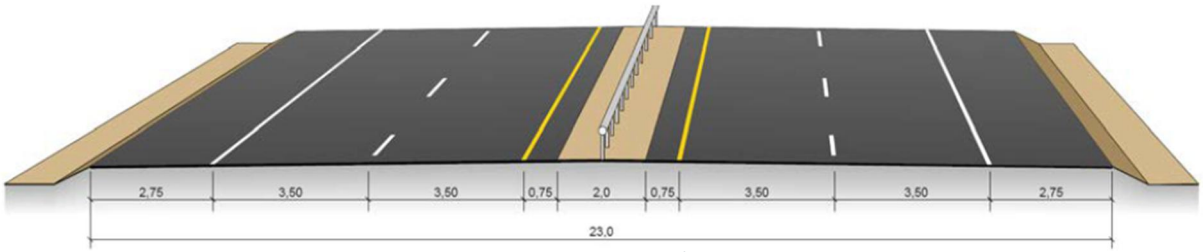


Figur 2 Utredningskorridorer fastsatt i planprogrammet. Innenfor utredningskorridorene er det søkt etter ulike eksempelveilinjer som danner grunnlag for alternativer som er utredet.

2.2 Veistandard og geometriske parametere

Veistandard vil ikke bli bestemt i kommunedelplanen, men først i reguleringsplan for et konkret veitiltak. Veistandard for ny E16 vil da bli fastsatt etter krav i veinormalen, blant annet ut fra trafikkmengde, gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT)[2].

Basert på trafikktall fremskrevet til år 2030 (mulig åpningsår) og 2050 (dimensjoneringsår), er det i arbeidet med kommunedelplanen lagt til grunn dimensjonering av motorvei med veiklasse H3 i veinormal N100 (Statens vegvesen, sist rev. 2019), nasjonal hovedvei med ÅDT større enn 12 000 og fartsgrense 110 km/t.



Figur 3 Tverrprofil som viser veiklasse H3 – Nasjonal hovedvei, ÅDT >12 000 og fartsgrense 110 km/t (Kilde: N100, Statens vegvesen 2019).

[2] Årsdøgntrafikk, forkortet ÅDT, er summen av antall kjøretøy som passerer et punkt på en veistrekning (for begge retninger sammenlagt) gjennom året, dividert på årets dager.

2.3 Kryssplassering

I veinormalene (Statens vegvesen, håndbok N100) heter det at det bør være minimum 5 kilometer mellom veikryss. Veikryss skal være planskilte.

Mulige kryssplasseringer er utredet på et overordnet nivå med en vurdering av hva som må til av areal for å knytte krysset mot lokalveinettet. Utredet kryssplassering i de ulike alternativene fremgår av beskrivelsen av det enkelte alternativ nedenfor. Endelig plassering og utforming av kryss fastsettes i reguleringsplan.

2.4 Alternativer som inngår i konsekvensutredningen

I søk etter alternativer for ny E16 er det utviklet mulige veilinjer (eksempellinjer) innenfor de fire brede utredningskorridorene. Ut fra disse linjene er det utviklet alternativer som skal konsekvensutredes. Alternativene som inngår i konsekvensutredningen utgjør korridorer med ca. 500 meters bredde.

Det er totalt 31 ulike alternativer som utredes i konsekvensutredningen, se Tabell 3 for oversikt. Alternativene er ca. 500 meter brede, og er utvidet i områder der det er aktuelt med kryss og behov for større omlegginger av lokalveier. I områder med kjente usikkerheter, for eksempel grunnforhold og motsetning mellom ikke-prissatte verdier, er arealet som inngår i alternativet utvidet noe. I enkelte områder, der ikke-prissatte verdier skal berøres i minst mulig grad, er bredden på alternativene redusert for å redusere potensiale for arealkonflikt.
Alternativene er navngitt etter utredningskorridor (A, B, C eller F), startpunkt i vest (H-Hauerseter), G-Gardermoen Næringspark) eller N-Nybakk), samt nummerering fra nord mot sør innenfor utredningskorridoren.

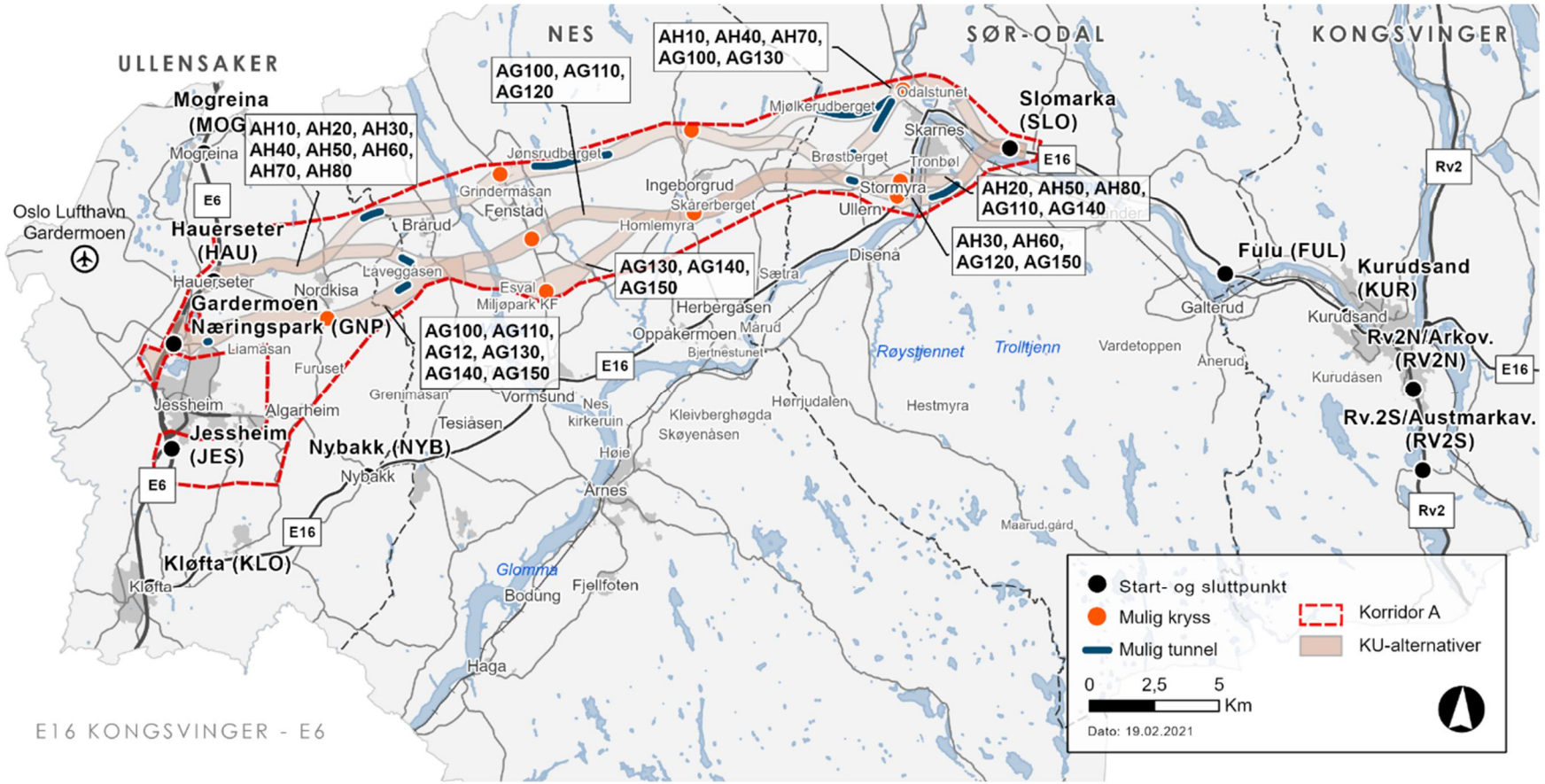
Tabell 3 Oversikt over hvilke alternativer som er utredet innenfor de fire utredningskorridorene.

Startpunkt E6	**Alternativer som er konsekvensutredet**			
	Utredningskorridor **A**	Utredningskorridor **B**	Utredningskorridor **C**	Utredningskorridor **F**
Hauerseter	AH10, AH20, AH30, AH40, AH50, AH60, AH70, AH80, AH90	BH10, BH20, BH30, BH40		
Garder-moen	AG100, AG110, AG120, AG130, AG140, AG150	BG50, BG60, BG70, BG80	CG10, CG20, CG30, CG40	
Nybakk			CN50, CN60	FN10, FN20, FN30[3]

[3] FN30 utgjør ikke et utredningsalternativ for ny vei, men ikke-prissatte fagtema har utredet gjeldende kommunedelplan (FN30) for å kunne vise konfliktpotensialet for dette alternativet opp mot de nye alternativene.

Alternativer i korridor A

Alternativer i korridor A kan ha to startpunkt; Hauerseter og Gardermoen Næringspark. Alle alternativene ender i dagens E16-kryss på Slomarka. Det er mulig å kombinere ulike varianter, og alle kombinasjonsmuligheter er konsekvensutredet. Det er 15 gjennomgående alternativer fra E6 til Slomarka som konsekvensutredes for korridor A.



Figur 4 Utredningskorridor A med alternativer som er konsekvensutredet.

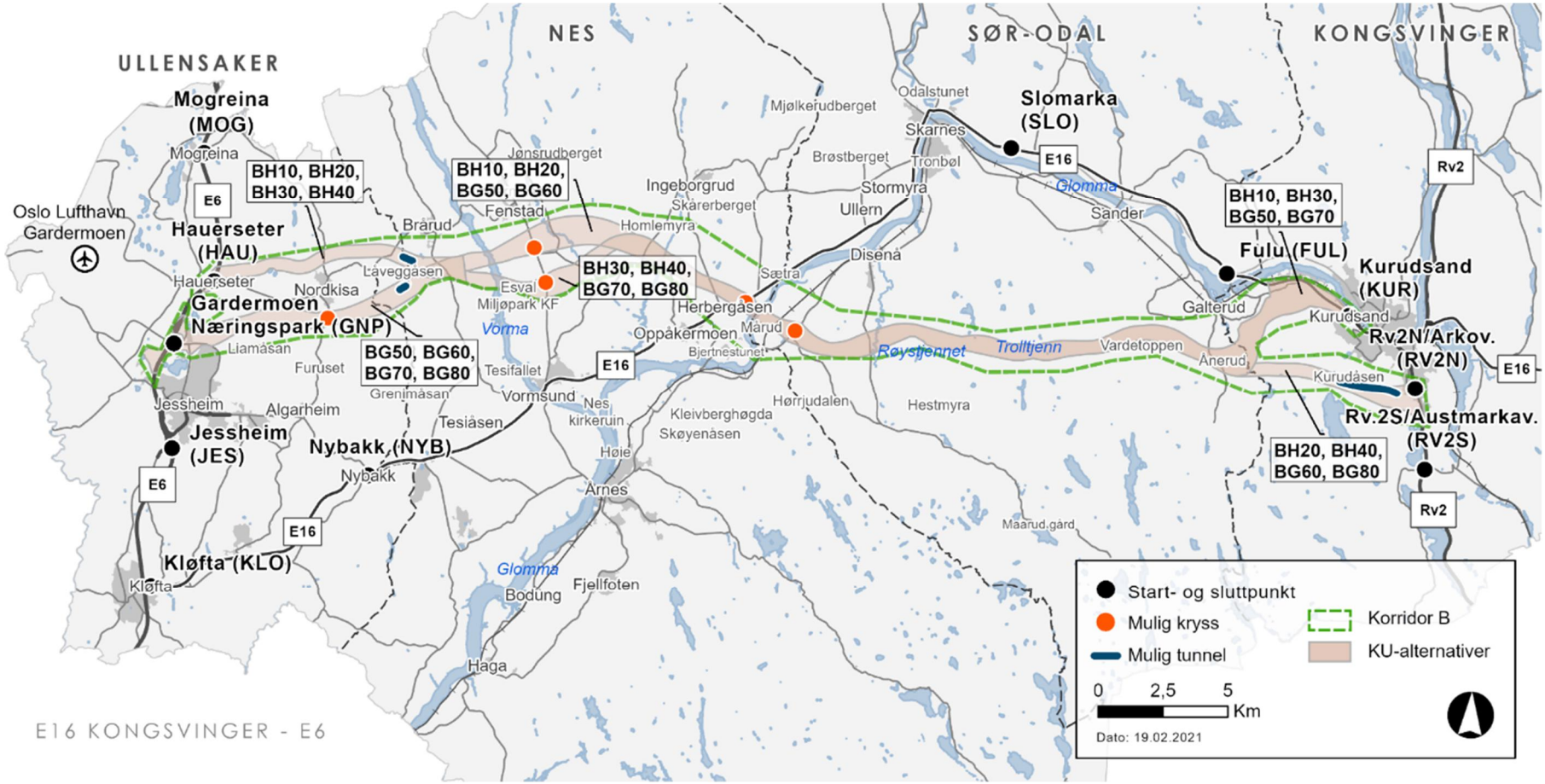
Alternativ	Beskrivelse av alternativene				
	Hauerseter-Nordkisa	**Nordkisa-Sluttvegen**	**Sluttvegen-Ullern**	**Ullern-Slomarka**	**Sluttvegen-Slomarka**
AH10	Alternativet er plassert nord for Hauerseter leir, og krysser fv. 1555 nord for Nordkisa.	Alternativet dreier nord-øst ved Nordkisa, krysser kommunegrensa mellom Nes og Ullensaker ved Svindalsmåsan, og videre østover nord for Brårud. Alternativet krysser Vorma nord for Svanfossen, videre krysses fv. 177 nord for Grindermåsan. Her er det forutsatt et kryssområde. Videre krysser alternativet over Kampåa, og det er forutsatt tunnel gjennom Jønsrudberget. Videre krysser alternativet fv. 1576 nord for Ingeborgrud og her er det forutsatt et kryssområde. Ved Sluttvegen deles alternativet i en nordlig og en sørlig variant.			Fra Sluttvegen dreier alternativet nordøst og krysser Dyståa sør for Dysttjennet. Ved Mjølkerudberget er det forutsatt tunnel. Vest for fv. 24 ligger alternativet i daglinje og det er forutsatt et kryssområde ved fylkesveien. Alternativet krysser Oppstadåa og dreier videre sørøst og avsluttes ved dagens E16-kryss ved Slomarka.
AH20			Alternativet krysser Dyståa og dreier sørøst mot Ullern. Ved fv. 1578 nord for Ullern deles alternativet i to ulike kryssinger av Glomma.	Alternativet krysser Stormyra og videre over dagens E16. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet krysser over Glomma og videre over jernbanen. Sør for Tronbøl ligger alternativet i daglinje og dreier mot nordøst ved Damlitjennet. Alternativet krysser fv. 175, videre over jernbanen og Glomma, og avsluttes ved dagens E16-kryss ved Slomarka.	
AH30				Alternativet krysser i sørlig del av Stormyra og videre over dagens E16. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet krysser over Glomma, og videre over jernbanen. Det er forutsatt en tunnel som kommer ut sør for Damlitjennet. Alternativet krysser fv. 175, videre over jernbanen og Glomma, og avsluttes ved dagens E16-kryss ved Slomarka.	

Alternativ	Beskrivelse av alternativene				
	Hauerseter-fv.1574	**Fv. 1574-fv.1576**	**Fv. 1576-Dyståa**	**Dyståa-Ullern-Slomarka**	**Dyståa-fv.24-Slomarka**
AH40	Alternativet er plassert nord for Hauerseter leir, og krysser fv. 1555 nord for Nordkisa. Alternativet krysser Rømua nord for fv. 170. Det er forutsatt tunnel gjennom deler av Låveggsåsen. Ved fv. 1574 deles alternativet i en nordlig og sørlig variant.	Alternativet krysser Vorma ca. 2 km sør for Svanfossen, og krysser fv. 177 ved Farsetvegen. Her er det forutsatt et kryssområde. Videre krysses Kampåa og fv. 1580 sør for Holeberget. Alternativet dreier øst og krysser fv. 1576 ved Homlemyra.	Alternativet krysser Uåa og fv. 1583 sør for Ingeborgrud. Ved fv. 1583 er det forutsatt et kryssområde. Videre dreier alternativet mot nordøst og det er forutsatt en tunnel gjennom Skårerberget. Ved fv. 1583 dreier alternativet mot øst og krysser Dyståa. Øst for Dyståa deles alternativet i en nordlig og to sørlige varianter.		Alternativet dreier nordøst og det er forutsatt en tunnel gjennom Brøstberget og en tunnel gjennom Spiksetberget. Vest for fv. 24 ligger alternativet i daglinje og det er forutsatt et kryssområde ved fylkesveien. Alternativet krysser Oppstadåa og dreier videre sørøst og avsluttes ved dagens E16-kryss ved Slomarka.
AH50				Alternativet dreier øst-sørøst og krysser fv. 1578 sør for Brøstberget. Alternativet krysser over Stormyra og videre over dagens E16. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet krysser over Glomma og videre over jernbanen. Sør for Tronbøl ligger alternativet i daglinje og dreier mot nordøst ved Damlitjennet. Alternativet krysser fv. 175, videre over jernbanen og Glomma, og avsluttes ved dagens E16-kryss ved Slomarka.	
AH60				Alternativet dreier øst-sørøst og krysser fv. 1578 sør for Brøstberget. Stormyra krysses i sørøst og alternativet krysser over dagens E16. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet krysser over Glomma, og videre over jernbanen. Det er forutsatt en tunnel som kommer ut sør for Damlitjennet. Alternativet krysser fv. 175, videre over jernbanen og Glomma, og avsluttes ved dagens E16-kryss ved Slomarka.	
AH70		Alternativet dreier i sørøstlig retning og krysser Vorma nord for Holsholmen og Esval miljøpark. Ved fv. 177 er det forutsatt et kryssområde. Videre dreier alternativet mot nordøst og krysser Kampåa sør for Rødløkhøgda. Alternativet krysser fv. 1576 ved Homlemyra.			Alternativet er likt som AH40.
AH80				Alternativet er likt som AH50.	
AH90				Alternativet er likt. som AH60.	

Alternativ	Beskrivelse av alternativene				
	Gardermoen Næringspark-fv.1574	**Fv.1574-fv.1576**	**Fv.1576-Dyståa**	**Dyståa-Ullern-Slomarka**	**Dyståa-fv.24-Slomarka**
AG100	Alternativet har startpunkt ved Trøgstadmoen og fortsetter videre øst og krysser jernbanen nord for fv. 174. Videre krysses den nordlige delen av Liamåsan og alternativet krysser fv. 1554 sør for Nordkisa. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet dreier mot nordøst og krysser Rømua. Ved Låveggåsen er det forutsatt en tunnel. Alternativet krysser fv. 1574 nord for Aurstadmåsan.	Alternativet krysser Vorma ca. 2 km sør for Svanfossen, og krysser fv. 177 ved Farsetvegen. Her er det forutsatt et kryssområde. Videre krysses Kampåa og fv. 1580 sør for Holeberget. Alternativet dreier øst og krysser fv. 1576 ved Homlemyra.	Alternativet krysser Uåa og fv. 1583 sør for Ingeborgrud. Ved fv. 1583 er det forutsatt et kryssområde. Videre dreier alternativet mot nordøst og det er forutsatt en tunnel gjennom Skårerberget. Ved fv. 1583 dreier alternativet mot øst og krysser Dyståa. Øst for Dyståa deles alternativet i en nordlig og to sørlige varianter.		Alternativet dreier nordøst og det er forutsatt en tunnel gjennom Brøstberget og en tunnel gjennom Spiksetberget. Vest for fv. 24 ligger alternativet i daglinje og det er forutsatt et kryssområde ved fylkesveien. Alternativet krysser Oppstadåa og dreier videre sørøst og avsluttes ved dagens E16-kryss ved Slomarka.
AG110				Alternativet dreier øst-sørøst og krysser fv. 1578 sør for Brøstberget. Alternativet krysser over Stormyra og videre over dagens E16. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet krysser over Glomma og videre over jernbanen. Sør for Tronbøl ligger alternativet i daglinje og dreier mot nordøst ved Damlitjennet. Alternativet krysser fv. 175, videre over jernbanen og Glomma, og avsluttes ved dagens E16-kryss ved Slomarka.	
AG120				Alternativet dreier øst-sørøst og krysser fv. 1578 sør for Brøstberget. Stormyra krysses i sørøst og alternativet krysser over dagens E16. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet krysser over Glomma, og videre over jernbanen. Det er forutsatt en tunnel som kommer ut sør for Damlitjennet. Alternativet krysser fv. 175, videre over jernbanen og Glomma, og avsluttes ved dagens E16-kryss ved Slomarka.	
AG130		Alternativet dreier i sørøstlig retning og krysser Vorma nord for Holsholmen og Esval miljøpark. Ved fv. 177 er det forutsatt et kryssområde. Videre dreier alternativet mot nordøst og krysser Kampåa sør for Rødløkhøgda. Alternativet krysser fv. 1576 ved Homlemyra.			Alternativet er likt som AG100.
AG140				Alternativet er likt som AG110.	
AG150				Alternativet er likt som AG120.	

Alternativer i korridor B

Alternativer i utredningskorridor B kan ha to startpunkt og to sluttpunkt. Startpunktene er Hauerseter og Gardermoen næringspark. Ett av sluttpunktene er Kurudsand. Det har også blitt utredet en løsning der trafikken splittes ved Ånerud, vest for Kongsvinger, og der ny vei videre foreslås som tofeltsvei til Kurudsand og til rv. 2 nord/Arkovegen. I denne løsningen er både Kurudsand og rv. 2 sluttpunkt. Det er åtte alternativer som konsekvensutredes for korridor B.

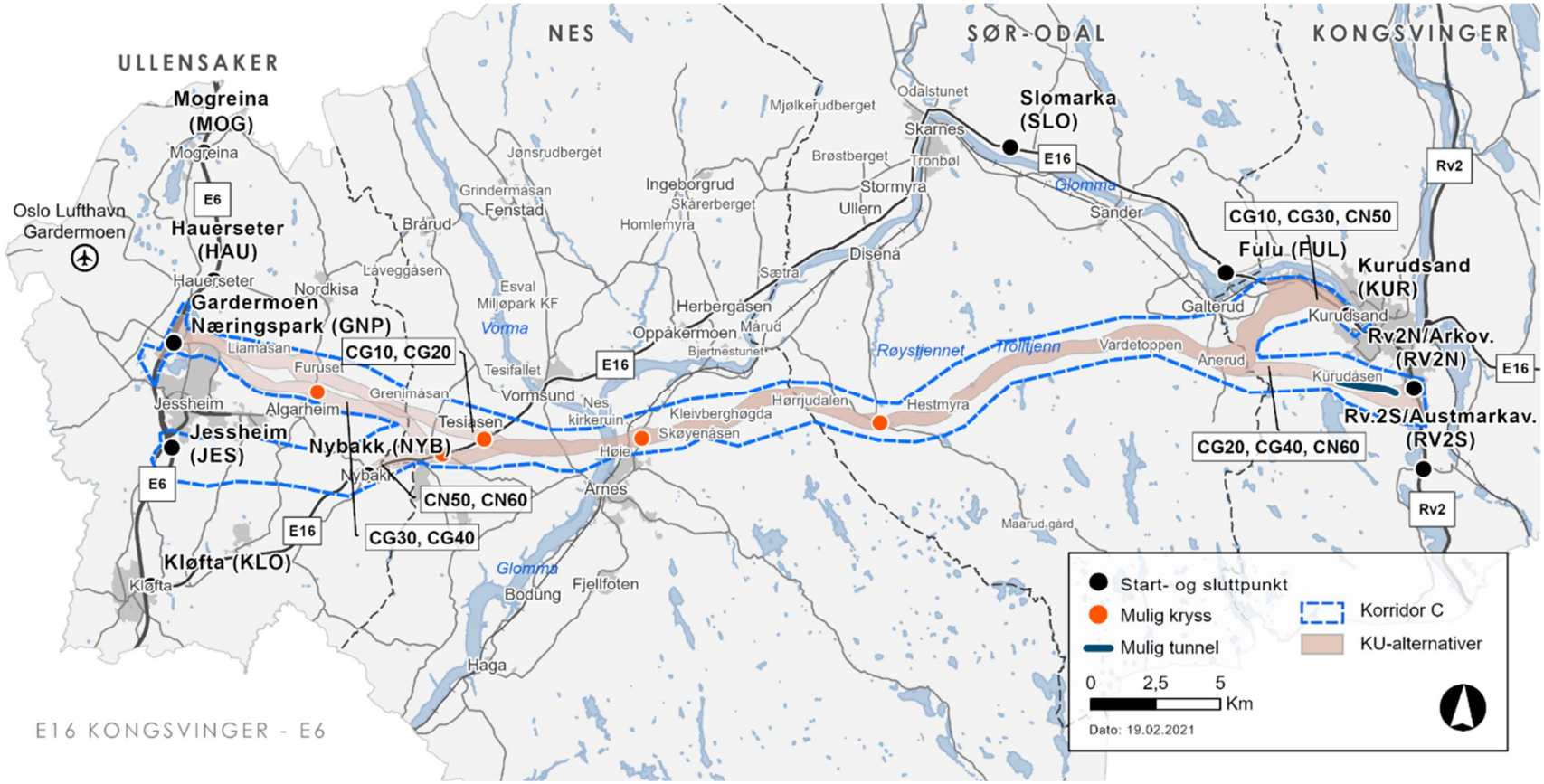


Figur 5 Utredningskorridor B med alternativ som skal konsekvensutredes.

<table>
<tr><th rowspan="2">Alternativ</th><th colspan="6">Beskrivelse av alternativene</th></tr>
<tr><th>Hauerseter-fv.1574</th><th>Gardermoen Næringspark-fv.1574</th><th>Fv. 1574-fv.1576</th><th>Fv.1576-fv.1948</th><th>Fv.1948-Kurudsand</th><th>Fv.1948-Kurudsand og rv.2 (Arkovegen)</th></tr>
<tr><td>BH10</td><td rowspan="4">Alternativet er plassert nord for Hauerseter leir, og krysser fv. 1555 nord for Nordkisa. Alternativet krysser Rømua nord for fv. 170. Det er forutsatt tunnel gjennom deler av Låveggsåsen. Ved fv. 1574 deles alternativet i en nordlig og sørlig variant.</td><td></td><td rowspan="2">Alternativet krysser Vorma ca. 2 km sør for Svanfossen, og krysser fv. 177 ved Farsetvegen. Her er det forutsatt et kryssområde. Videre krysses Kampåa og fv. 1580 sør for Holeberget. Alternativet dreier sørøst og krysser fv. 1576 ved Keiserudbekken.</td><td rowspan="8">Alternativet krysser Uåa nord for fv. 1577 og krysser dagens E16 ved Hebergåsen. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet krysser Glomma nord for Maarud fabrikker. Ved fv. 175 er det forutsatt et kryss. Alternativet dreier videre mot øst og krysser Sæteråa. Ved fv. 1946 er det vurdert varianter med og uten kryss. Alternativet ligger nord for Røystjennet og forsetter i østlig retning. Nord for Vardetoppen dreier alternativet mot sørøst og krysser fv. 1948 ved Galtbekken. Her deles alternativet i to varianter, en nordlig variant mot Kurudsand og en variant med både til Kurudsand og rv.2 nord (Arkeovegen).</td><td>Alternativet krysser Skyrudbekken og dreier mot nord-nordøst opp mot dagens E16 ved Kurudsand. Ved dagens E16 er det forutsatt et kryssområde.</td><td></td></tr>
<tr><td>BH20</td><td></td><td></td><td>Alternativet splittes i to ved fv.1948. En del går nord-nordøst mot Kurudsand og en går øst-sørøst mot rv.2 nord. Det er forutsatt kryss ved dagens E16 og ved rv.2 nord. Den delen av alternativet som går mot rv.2 nord krysser nord for Bæreia og det er forutsatt tunnel gjennom Kurudåsen og Holtberget.</td></tr>
<tr><td>BH30</td><td></td><td rowspan="2">Alternativet dreier i sørøstlig retning og krysser Vorma nord for Holsholmen og Esval miljøpark. Ved fv. 177 er det forutsatt et kryssområde. Videre dreier alternativet mot nordøst og krysser Kampåa sør for Rødløkhøgda. Alternativet dreier mot sørøst og krysser fv. 1576 ved Keiserudbekken.</td><td>Alternativet er likt som BH10.</td><td></td></tr>
<tr><td>BH40</td><td></td><td></td><td>Alternativet er likt som BH20.</td></tr>
<tr><td>BG50</td><td></td><td rowspan="4">Alternativet har startpunkt ved Trøgstadmoen og fortsetter videre øst og krysser jernbanen nord for fv. 174. Videre krysses den nordlige delen av Liamåsan og alternativet krysser fv. 1554 sør for Nordkisa. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet dreier mot nordøst og krysser Rømua. Ved Låveggåsen er det forutsatt en tunnel. Alternativet krysser fv. 1574 nord for Aurstadmåsan.</td><td>Alternativet er likt som BH10 og BH20.</td><td>Alternativet er likt som BH10.</td><td></td></tr>
<tr><td>BG60</td><td></td><td>Alternativet er likt som BH10 og BH20.</td><td></td><td>Alternativet er likt som BH20.</td></tr>
<tr><td>BG70</td><td></td><td>Alternativet er likt som BH30 og BH40.</td><td>Alternativet er likt som BH10.</td><td></td></tr>
<tr><td>BG80</td><td></td><td>Alternativet er likt som BH30 og BH40.</td><td></td><td>Alternativet er likt som BH20.</td></tr>
</table>

Alternativer i korridor C

Alternativer i korridoren kan ha to startpunkt og to sluttpunkt. Startpunktene er Gardermoen næringspark og Nybakk. Sluttpunktene er like som i utredningskorridor B, Kurudsand og rv. 2 nord. Alternativene omfatter også løsningen med splitt ved Ånerud, der ny vei foreslås som tofeltsvei til Kurudsand og rv. 2 nord/Arkovegen. Det er seks alternativer som konsekvensutredes for korridor C.



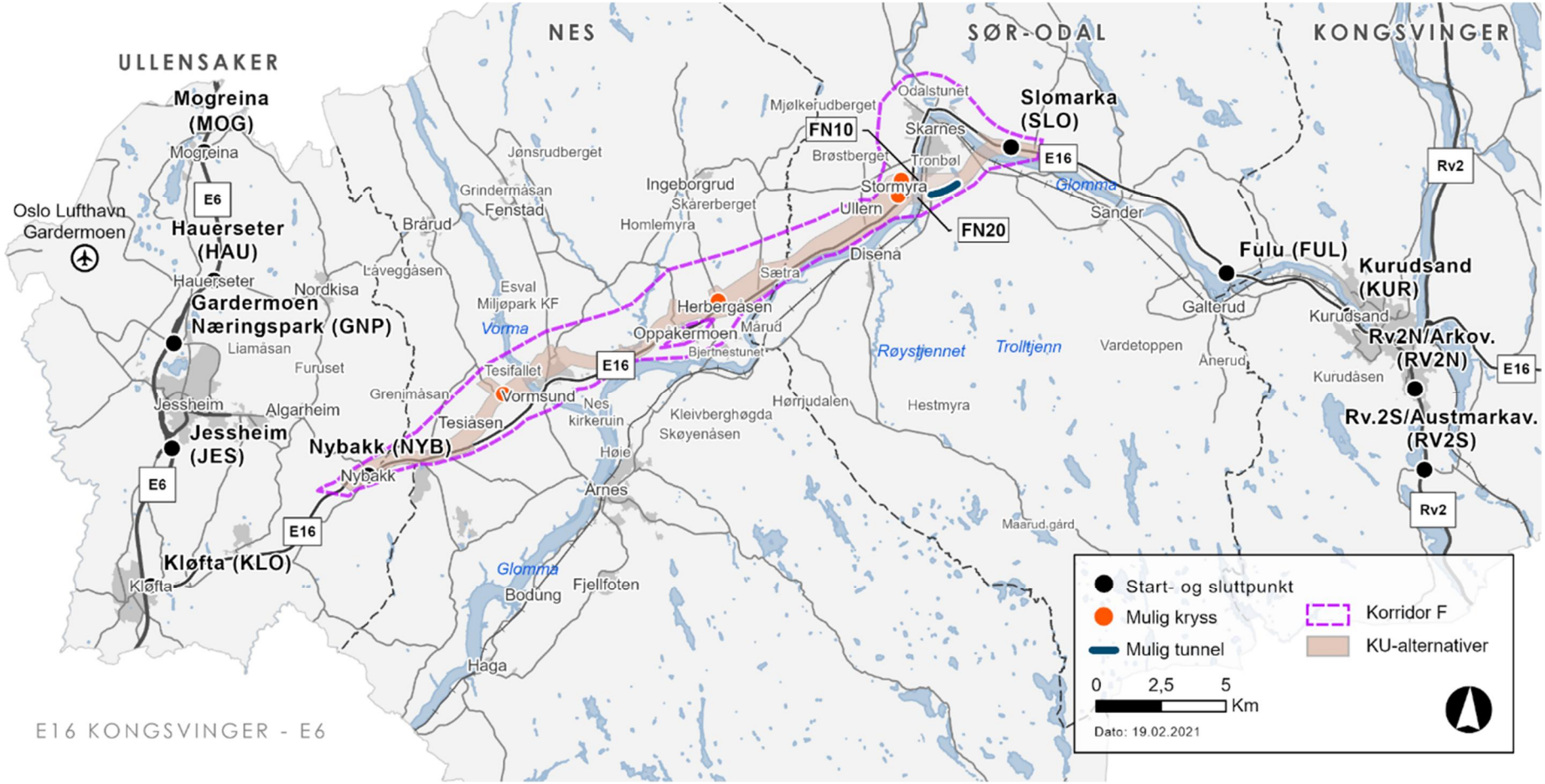
Figur 6 Utredningskorridor C med alternativ som skal konsekvensutredes.

<table>
<tr><th rowspan="2">Alternativer</th><th colspan="5">Beskrivelse av alternativene</th></tr>
<tr><th>Gardermoen Næringspark-Kulmoen</th><th>Nybakk-Kulmoen</th><th>Kulmoen-fv.1948</th><th>Fv.1948-Kurudsand</th><th>Fv.1948-Kurudsand og rv.2 nord (Arkeovegen)</th></tr>
<tr><td>CG10</td><td rowspan="2">Alternativet har startpunkt ved Trøgstadmoen og fortsetter videre øst og krysser jernbanen nord for fv. 174. Videre krysser alternativet i sørenden av Liamåsan og videre øst mot Furuset. Ved fv. 1554 er det vurdert varianter med og uten kryssområde. Alternativet krysser Rømua nord for Kanaan og er lagt sør for Grenimåsan og krysser dagens E16 ved Tesiåsen. Her er det forutsatt et kryssområde. Sør for Kulmoen travbane møtes alternativene i utredningskorridoren.</td><td></td><td rowspan="5">Alternativet går sør for kvernberget og krysser fv. 177 og går videre øst over Glomma nord for Høie. Alternativet krysser over jernbanen og det er forutsatt et kryss ved fv. 175. Videre krysser alternativet Sagstuåa og ligger nord for Skøyenåsen og sør for Kleivberghøgda. Videre dreier alternativet nordøst og ligger nord for Knefallsmåsaberget. Alternativet krysser Hørrjudalen og krysser fv. 1944, der det er forutsatt et kryssområde. Videre dreier alternativet mot nordøst og ligger sør for Hestmyra. I området sør for Trolltjenn møtes alternativene i utredningskorridor B og C og er videre østover felles for begge utredningskorridorer.

Nord for Vardetoppen dreier alternativet mot sørøst og krysser fv. 1948 ved Galtbekken. Her deles alternativet i to varianter, en nordlig variant mot Kururdsand og en variant med både til Kurudsand og rv.2 nord (Arkeovegen).</td><td>Alternativet krysser Skyrudbekken og dreier mot nord-nordøst opp mot dagens E16 ved Kurudsand. Ved dagens E16 er det forutsatt et kryssområde.</td><td></td></tr>
<tr><td>CG20</td><td></td><td></td><td>Alternativet splittes i to ved fv.1948. En del går nord-nordøst mot Kurudsand og en går øst-sørøst mot rv.2 nord. Det er forutsatt kryss ved dagens E16 og ved rv.2 nord. Den delen av alternativet som går mot rv.2 nord krysser nord for Bæreia og det er forutsatt tunnel gjennom Kurudåsen og Holtberget.</td></tr>
<tr><td>CG30</td><td rowspan="2">Alternativet har startpunkt ved Trøgstadmoen og fortsetter videre øst og krysser jernbanen nord for fv. 174. Videre dreier alternativet sørøst og krysser fv. 1554 nord for Algarheim. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet krysser Rømua sør for Kanaan og dreier videre sørøst mot dagens E16. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet ligger parallelt med dagens E16 og sør for Kulmoen travbane møtes alternativene i utredningskorridoren.</td><td></td><td>Alternativet er likt som CG10.</td><td></td></tr>
<tr><td>CG40</td><td></td><td></td><td>Alternativet er likt som CG20.</td></tr>
<tr><td>CN50</td><td></td><td rowspan="2">Alternativet har startpunkt ved Nybakk, like øst for Rømua. Det er forutsatt nytt kryssområde ved Nybakk. Alternativet ligger parallelt med dagens E16 fram til Neskollen, der alternativet dreier øst og møter de andre alternativene sør for Kulmoen travbane.</td><td>Alternativet er likt som CG10.</td><td></td></tr>
<tr><td>CN60</td><td></td><td></td><td>Alternativet er likt som CG20.</td></tr>
</table>

Alternativer i korridor F

Korridor F har ett startpunkt og ett sluttpunkt. Startpunktet er Nybakk, og sluttpunktet er Slomarka. Det er to alternativer som konsekvensutredes for korridor F. I tillegg har de ikke-prissatte fagene gjort en vurdering av tidligere vedtatt kommunedelplan. Dette er gjøres for å kunne sammenlikne nye alternativer opp mot det alternativet som vedtatt tidligere med tanke på konsekvenser for ikke-prissatte fagtema.



Figur 7 Utredningskorridor F med alternativ som skal konsekvensutredes.

Alternativer	Beskrivelse av alternativene		
	Nybakk-Hebergåsen	**Hebergåsen-Ullern**	**Ullern-Slomarka**
FN10	Alternativet har startpunkt ved Nybakk, like øst for Rømua. Det er forutsattforutsatt nytt kryssområde ved Nybakk. Alternativet ligger parallelt med dagens E16 fram til Neskollen, der alternativet dreier nordøst mot kanten av Tesiåsen. Alternativet krysser fv.1574 og det er forutsattforeutsatt et kryssområde her. Alternativet krysser Vorma nord for Vormsund, i utkanten av Tesifallet. Ved fv.177 er det vurdert en alternativ kryssplassering til kryssområdet ved fv. 1574. Alternativet ligger nord for Vingersdalen og krysser Uåa like nord for dagens E16. Alternativet dreier nordøst og er lagt nord for Oppåkermoen og krysser fv. 1583 ved Hebergåsen. Her er det forutsattforeutsatt et kryssområde.	Alternativet ligger delvis parallelt med dagens E16 og krysser Dyståa like nord for dagens E16. Videre ligger alternativet mellom dagens E16 og Ullern. Øst for Ullern deles alternativet i en nordlig og sørlig variant.	Alternativet krysser Stormyra og videre over dagens E16. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet krysser over Glomma og videre over jernbanen. Sør for Tronbøl ligger alternativet i daglinje og dreier mot nordøst ved Damlitjennet. Alternativet krysser fv. 175, videre over jernbanen og Glomma, og avsluttes ved dagens E16-kryss ved Slomarka.
FN20			Alternativet krysser i sørlig del av Stormyra og videre over dagens E16. Her er det forutsatt et kryssområde. Alternativet krysser over Glomma, og videre over jernbanen. Det er forutsatt en tunnel som kommer ut sør for Damlitjennet. Alternativet krysser fv. 175, videre over jernbanen og Glomma, og avsluttes ved dagens E16-kryss ved Slomarka.
FN30	Alternativet har startpunkt ved Nybakk, like øst for Rømua. Det er forutsatt kryssområde ved Nybakk. Videre ligger alternativet parallelt med dagens E16 til øst for Neskollen, der det er forutsatt et kryssområde. Ved Neskollen dreier alternativet mot nordøst og ligger i kanten av Tesiåsen. Alternativet krysser Vorma nord for Vormsund, over Tesifallet. Ved fv.177 er det forutsatt et kryssområde. Alternativet ligger nord for Vingersdalen og krysser Uaå ca. 500 meter nord for dagens E16. Alternativet dreier nord for Oppåkermoen og det er forutsatt et kryssområde mellom Oppåkermoen og Hebergåsen.	Alternativet ligger nord for Hebergåsen og krysser Dyståa ca. 1km nord for dagens E16. Videre ligger alternativet nord for dagens E16 og ligger mellom Ullern og dagens E16.	Alternativet dreier nordøst og krysser fv. 1578 ved Stormyra. Videre nordover ligger alternativet øst for Spiksetberget og krysser fv. 24 nord for Skarnes. Videre dreier alternativet sørøstover og krysser Oppstadåa og går videre sør for Odalstunet langs dagens E16 ned til dagens kryss ved Slomarka.

3 Klimabudsjett

I denne fagrapporten presenteres klimabudsjett for ny E16 mellom Kløfta og Kongsvinger.

Her beskrives forskjell i klimagassutslipp for ulike eksempellinjer, og inkluderer utslipp fra materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold, samt utslipp fra arealbruksendringer ved veiutbyggingen.

I planprogrammet defineres følgende utredningsbehov for tema klimagassbudsjett:
For å kunne analysere prosjektets reelle klimapåvirkning skal det lages en livsløpsvurdering (LCA-analyse) av prosjektet som omfatter transportarbeid ved bygging, klimapåvirkning av byggematerialer og klimagassutslipp i driftsfasen (både fra kjøretøy og drift og vedlikehold av tekniske installasjoner).

Overordnet skal klimabudsjettet bidra til å begrense klimagassutslipp knyttet til infrastrukturen samt legge til rette for miljøvennlige transportformer.

Klimabudsjett for veiinfrastruktur beregnes med livsløpsmetodikk i henhold til *ISO 14040:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Prinsipper og rammeverk*. Videre er beregningsfaktorer, antagelser og utslippsfaktorer i henhold til etablerte verktøy for livsløpsvurdering av veiprosjekter: VegLCA, NV-GHG og Klimamodulen i EFFEKT.

Hensikten med klimabudsjett for infrastrukturprosjekter er å få identifisert hvilke aspekter av prosjektet det er som er mest betydningsfulle med hensyn på klimagassutslipp, og slik kunne prioritere fokusområder for å gjøre klimavennlige valg. Klimavurderinger i tidligfase vil kunne fungere som basis for beregning av utslippsbesparelse for prosjektet. Utslippsbesparelser for veiinfrastruktur er i stor grad er knyttet til følgende aspekter:

1. Plassering av trasé. Dette påvirker blant annet trasélengde, beslag av myr- og skogareal og behov for konstruksjoner som bruer og tunneler.
2. Valg av materialer og design. For eksempel utforming av tunnelhvelv (betongelementer vs. sprøytebetong) og materialvalg for bruer.
3. Konstruksjons- og komponentutforming (eksempelvis brudesign, rekkverkstype og belysningsutstyr)
4. Materialkvaliteter, som for eksempel betongklasse og stålkvalitet
5. Anleggsgjennomføring. Her kan man påvirke diesel- og elektrisitetsforbruk gjennom for eksempel optimering av transportavstander for jord- og steinmasser.
6. Valg av alternative drivstofftyper i anleggsmaskiner.

Klimagassutslipp fra trafikk gjennom levetiden til infrastrukturen beregnes kun i nytte-/kost-beregningene i EFFEKT.

3.1 Målsetning

I henhold til planprogrammet er det fastsatt ulike samfunnsmål for veistrekningen. Samfunnsmål er definert på følgende måte:

> Samfunnsmål E:
> E16 skal skape et transportsystem som gir muligheten for et mest samfunnsøkonomisk prosjekt gjennom økt trafikksikkerhet, minst mulig klimagassutslipp, innsparinger i reisetid og kostnadseffektive løsninger.

Videre er det for klimagassutslipp definert følgende delmål:

> Samfunnsmål E5:
> Planprosjektet E16 Kongsvinger - E6 skal levere kommunedelplaner som gjør det mulig å redusere klimagassutslipp med minimum 40 % i anleggsfasen og 75 % over 40 år i driftsfasen i forhold til bransjestandard/enn tradisjonelle løsninger fra 2010.

4 Metodikk og forutsetninger for analysen

I fastsatt planprogram er det beskrevet at det skal utarbeides et klimabudsjett. Dette skal omfatte forventet utslipp av klimagasser ved bygging, drift og vedlikehold av veianlegget. Utredningen skal gjøres.

4.1 Metode og datagrunnlag

Beregninger av klimagassutslipp er utført etter metode og standard for livsløpsvurderinger (LCA) og etablerte klimabudsjettverktøy for veiinfrastruktur (VegLCA, NV-GHG og Klimamodulen i EFFEKT). Generiske data for material- og energiforbruk for de ulike veielementene som inngår i eksempellinjene er basert på metoden i Klimamodulen i EFFEKT, beregningsfaktorer og utslippsfaktorer for energibærere og materialer er i stor grad i overensstemmelse med VegLCA og NV-GHG. I noen tilfeller er utslippsfaktorene nylig oppdaterte av Asplan Viak slik at de gjenspeiler dagens marked i større grad enn i versjonene av VegLCA, NV-GHG og Klimamodulen i EFFEKT som er i bruk per i dag.

Beregningene tar utgangspunkt i informasjon fra mengdebeskrivelser og elementsammensetninger for de ulike eksempellinjene vurdert for E16 Kongsvinger – E6.

Infrastrukturelementene som inngår i klimabudsjettene er som følger:

- Vei i dagen
  - H3: fire-felts vei, bredde 23 meter
  - H5: to-felts vei, bredde 12,5 meter
- Tunnel, T10,5 meter
  - H3: fire-felts vei tunnel i to løp
  - H5: to-felts vei i ett løp
- Bru
  - H3: fire-felts bru, bredde 23 meter
  - H5: to-felts bru, bredde 12,5 meter
- Viltkryssing: 50 meter bred, 100 meter lang

Beregninger av klimagassutslipp utarbeides for hvert enkelt strekningsalternativ, og omfatter livsløpsfasene materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold over veiinfrastrukturens livsløp. Det er lagt til grunn en beregningsperiode på 40 i analysen.

I tillegg til å beregne klimagassutslipp fra veiinfrastrukturen til hvert enkelt strekningsalternativ, beregnes også klimagassutslipp som følge av arealbruksendringer.

4.2 Datagrunnlag

Dimensjoner på infrastrukturelementene er hentet fra elementsammensetninger for de ulike eksempellinjene til E16 Kongsvinger – E6, disse er gitt i Tabell 4. Lengder for hvert element er splittet opp i veiklassene H3 og H5. Disse veiklassene har henholdsvis 4 og 2 felt. Antall kryss er ikke inkludert videre i klimabudsjettene da det antas at bidraget fra disse konstruksjonene vil ha svært lave bidrag sammenlignet med de andre elementene.

Elementer og hovedgrupper som gang- og sykkelvei, lokalvei, kollektivfelt, ramper og støttemurer er ikke inkludert i analysen da det per nå ikke foreligger mengdebeskrivelser på disse elementene. Nedenfor i Tabell 4 gis en overordnet beskrivelse av sammensetningene for de ulike veielementene.

I tillegg til disse klimabudsjettene er det også utført beregninger ved hjelp av verktøyet EFFEKT for å estimere klimagassutslipp fra ulike eksempellinjer, i henhold til krav fra planprogram og V712 Håndbok for konsekvensutredninger (Statens Vegvesen, sist rev. 2018).

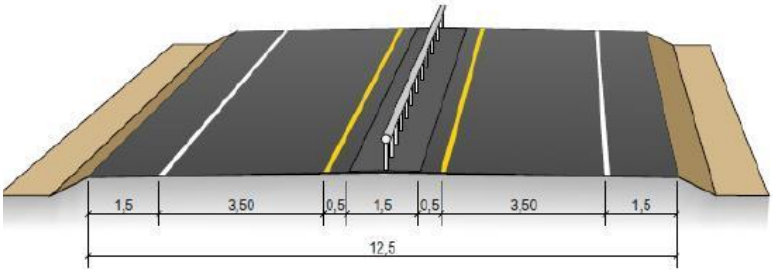
Tabell 4 Oversikt over elementtyper og lengder for de ulike eksempellinjene til E16 Kongsvinger – E6.

Veiklasse	Kryss (stk)	Viltkryssing (stk)		Bru (m)		Tunnel (m)		Vei ekskl konstruksjoner (m)	
Eksempellinjer		H3	H5	H3	H5	H3	H5	H3	H5
AH10	3	6		1 900		6 200		26 369	0
AH20	3	6		2 700		3 500		27 463	0
AH30	3	6		3 300		4 600		26 144	0
AH40	3	11		1 700		2 155		31 099	0
AH50	3	10		2 100		775		29 948	0
AH60	3	10		2 700		1 875		28 629	0
AH70	3	11		2 000		2 155		31 424	0
AH80	3	10		2 400		775		30 268	0
AH90	3	10		3 000		1 875		28 951	0
AG100	4	11		1 550		2 025		33 375	0
AG110	4	10		1 950		645		32 205	0
AG120	4	10		2 550		1 745		30 905	0
AG130	4	11		1 850		2 025		33 525	0
AG140	4	10		2 250		645		32 355	0
AG150	4	10		2 850		1 745		31 055	0
BH10	3	13		3 600		400		42 443	0
BH20	3	12	2	3 400	400	400	2 350	38 121	10 018
BH30	3	13		4 350		400		42 277	0
BH40	3	12	2	4 150	400	400	2 350	37 371	10 018
BG50	4	13		3 450		270		44 645	0
BG60	4	12	2	3 250	400	270	2 350	39 739	10 018
BG70	4	13		4 200		270		43 572	0
BG80	4	12	2	4 000	400	270	2 350	38 666	10 018
CG10	4	12		2 300		0		46 166	0
CG20	4	11	2	2 100	400	0	2 350	41 240	10 018
CG30	4	11		2 400		0		46 754	0
CG40	4	10	2	2 200	400	0	2 350	41 828	10 018
CN50	2	10		2 150		0		38 687	0
CN60	2	9	2	1 950	400	0	2 350	33 761	10 018
FN10	3	8		2 750		0		27 282	0
FN20	3	7		3 050		1 100		25 646	0

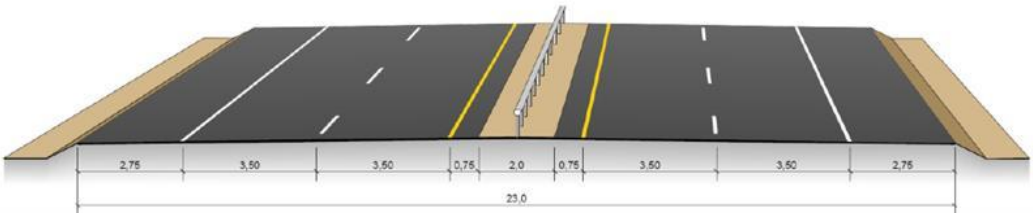
4.2.1 Vei i dagen

Grunnlaget er basert på spesifikasjoner fra Statens Vegvesens EFFEKT-verktøy. Grunnlaget inkluderer blant annet utsprengning, massetransport og anleggsmaskiner, bærelag, forsterkningslag, slitelag, drift og vedlikehold. Dekkelevetiden er antatt 6 år, i henhold til metodikken for kostnadsberegninger i EFFEKT (Dokumentasjon av EFFEKT 6.6, tabell 31), og for veibelysning forutsettes et energiforbruk på 14 000 kWh per km med LED-belysning per år.

Veistrekningene omfatter to veiklasser, H3 og H5. Dimensjoner for disse er vist i Figur 8 og Figur 9 for henholdsvis H5 og H3. For begge veitypene er det antatt stålrekkverk som midtdeler. Bussveier og ramper er ikke inkludert.



Figur 8 Visualisering av H5 2-felts vei med dimensjonerende bredder.



Figur 9 Visualisering av H3 4-felts vei med dimensjonerende bredder.

4.2.2 Bru

I mengdegrunnlaget er det angitt antall løpemeter bru, med tilhørende brubredder tilsvarende veielementene H3 og H5. Det er antatt at alle bruer er av betong og at de har siderekkverk og midtrekkverk i stål. Videre er det forutsatt asfaltgrusbetong med reasfaltering hvert 6. år og veibelysning med forbruk på 14 000 kWh per km med LED – belysning per år. Det er ikke forutsatt noen form for bruk av klimavennlige materialer. Dette betyr at det tas utgangspunkt i bransjestandard for materialer som betong (lavkarbon klasse C) og armeringsstål uten spesielt fokus på høy grad av gjenvunnet stål.

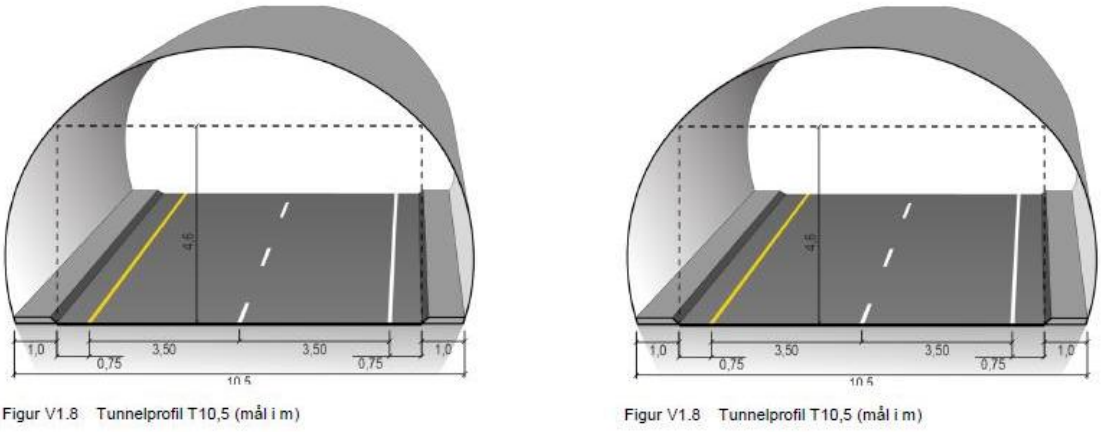
4.2.3 Tunnel

I mengdegrunnlaget er det angitt antall løpemeter tunnel, fordelt på to ulike tunnelalternativ, H3 og H5. Dimensjonerende bredder er angitt i Figur 10 og Figur 11.

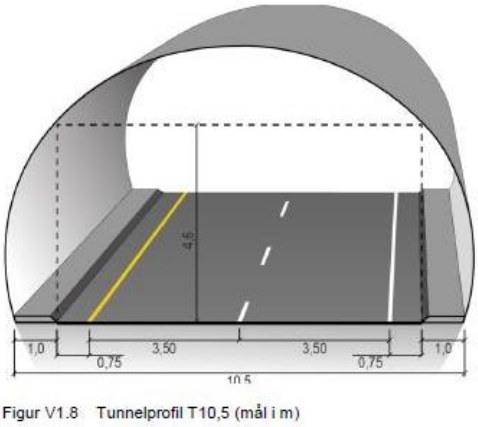
For betongtunnelene er det antatt følgende oppbygning:

- Bergsikring: Minimum 8 cm sprøytebetong i hele buelengden og sikringsbolter

- Tunnelhvelv i tak: 88 mm sprøytebetong armert med 20 kg stålfiber/m3, 6 cm PE-skum, 1 bolt a 0,6 m per m2, plastmembran
- Tunnelhvelv på veier av betongelementer: Høyde 3,5m, tykkelse på betong: 0,15 m, Tykkelse på XPS: 0,05 m, 1 bolt a 0,6 m per m2, plastmembran
- Konvensjonell veioverbygning og utforming av havarinisje i henhold til Håndbok N500: Veitunneler[4].



Figur 10 Visualisering og dimensjonerende bredder for tunnelprofilen H3.



Figur 11 Visualisering og dimensjonerende bredder for tunnelprofilen H5.

4.2.4 Arealbeslag

I tillegg til å utarbeide klimabudsjett for veiinfrastrukturen beregnes klimagassutslipp som følge av arealbeslag (permanent konvertering av arealer med vegetasjon, jord og våtmark).

[4] Håndbok N500 Vegtunneler (vegvesen.no)

I følge V712 Håndbok for konsekvensutredninger beregnes klimagassutslipp som følge av arealbeslag på et overordnet nivå med utgangspunkt i utslippskoeffisienter (kg CO_2/m²) for ulike bonitetstyper for skog, myr og jordbruksarealer, basert på anslag av arealbeslag per eksempellinje. For skog beregnes utslipp som følge av frigjøring av karbon fra både jord og biomasse, mens for myr og jordbruksarealer beregnes utslipp kun fra frigjøring av karbon fra jord (Hammervold 2015). I Tabell 5 presenteres spesifikke utslippskoeffisienter for ulike arealtyper.

Tall på arealbeslag er hentet fra datasettet FKB-AR5, som er et landsdekkende arealressurskart i målestokk 1:5000. Datasettet viser detaljert informasjon om blant annet fulldyrka jord, innmarksbeite, overflatedyrka mark, skog og myr, i tillegg til ulike treslag og produksjonspotensial. Tall på arealbeslag tar utgangspunkt i en 60 meter bred gjennomgående veglinje og 300x600 meter for kryss.

Kommunene er ansvarlig for å holde dette datasettet kontinuerlig oppdatert (minst en gang i året) mens NIBIO har det faglige ansvaret, og utfører periodisk ajourhold.

Tabell 5 Utslippskoeffisienter ved ulike arealtyper (Hammervold 2015).

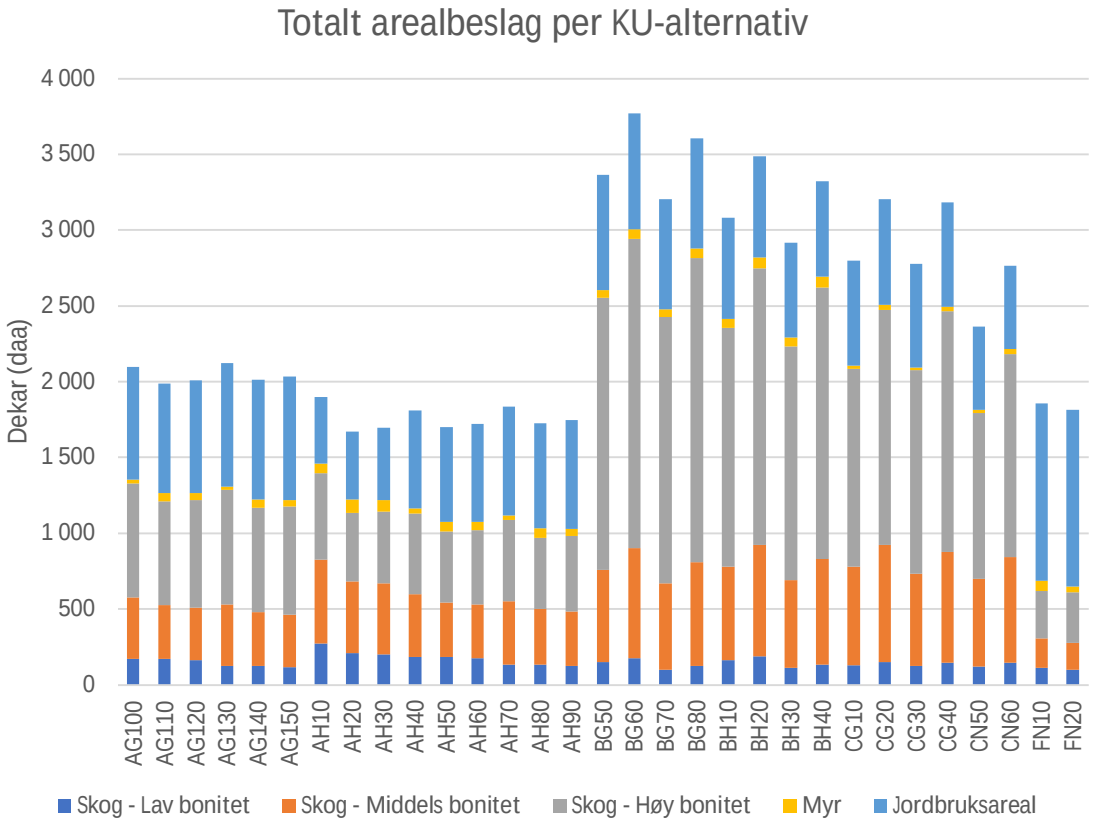
Arealtyper	kg CO_2/m²	
	Biomasse	Jord
Skog - Lav bonitet	12,0	48,4
Skog - Middels bonitet	20,3	48,4
Skog - Høy bonitet	31,9	48,4
Myr	0	201,9
Jordbruksareal	0	55,1

I Tabell 6 og Figur 12 presenteres mengdegrunnlag for 31 eksempellinjer på E16 Kongsvinger – E6, fordelt på de ulike arealtypene. Eksempellinjen med høyest arealbeslag er BG60 med totalt 3 370 dekar (daa). Eksempelkorridoren med lavest arealbeslag er FN20 med totalt 1 813 daa.

Tabell 6 Oversikt over arealbeslag for alle eksempellinjene. Tall i dekar.

Arealtyper	Skog - Lav bonitet	Skog - Middels bonitet	Skog - Høy bonitet	Myr	Jordbruksareal	Totalt
AG100	172	404	751	27	745	2 098
AG110	171	353	686	57	720	1 987
AG120	163	345	711	46	745	2 010
AG130	123	407	755	23	815	2 124
AG140	123	355	690	53	790	2 012
AG150	115	348	715	42	815	2 035
AH10	270	555	570	63	440	1 898
AH20	210	473	450	88	450	1 671
AH30	202	465	475	77	475	1 694
AH40	183	414	533	34	648	1 810
AH50	182	362	467	64	623	1 699
AH60	174	355	492	53	648	1 722

AH70	135	416	537	30	718	1 836
AH80	134	365	472	60	693	1 724
AH90	126	357	497	49	718	1 747
BG50	151	609	1 791	52	762	3 366
BG60	174	727	2 040	65	764	3 770
BG70	100	568	1 758	52	724	3 202
BG80	123	686	2 006	65	726	3 606
BH10	162	618	1 576	59	665	3 081
BH20	185	736	1 824	72	667	3 485
BH30	111	577	1 543	59	627	2 917
BH40	134	695	1 791	72	629	3 321
CG10	126	654	1 304	22	692	2 799
CG20	150	772	1 552	35	695	3 203
CG30	124	610	1 341	18	686	2 779
CG40	147	728	1 589	31	688	3 183
CN50	120	580	1 095	18	550	2 362
CN60	143	697	1 343	31	552	2 766
FN10	110	194	315	66	1 170	1 855
FN20	98	178	335	39	1 164	1 814



Figur 12 Oversikt over arealbeslag for 10 eksempellinjer, beregnet i EFFEKT. Tall i daa.

For å kunne estimere CO_2-utslippet fra arealbeslag fra de ulike eksempellinjene på et mer detaljert nivå, bør det gjøres spesifikke oppmålinger med utstrekning og dybde på torvmyr som eventuelt kan bli til oksidert CO_2. Videre bør det også vurderes optimalisering av prosjektet knyttet til å redusere arealbeslag samt hvordan prosjektet anleggsteknisk kan bygges opp på en mest mulig skånsom måte med tanke på å redusere inngrep i torvmyr i senere prosjektfaser.

4.3 Funksjonell enhet

Målsetningen til klimabudsjettet er å kvantifisere potensiell klimapåvirkning i et livsløpsperspektiv ved utbygging, drift og vedlikehold av veianlegget til de ulike eksempellinjene i konsekvensutredningen til E16 Kongsvinger – E6. Klimabudsjettet er basert på det foreliggende mengdegrunnlag slik det er definert per januar/februar 2020. Hensikten er videre å identifisere forhold og innsatsfaktorer med stor betydning for total klimapåvirkning, samt legge til rette for videre utredninger som kan følges opp i senere faser for å sikre at valg av løsninger og materialer ved gjennomføring av prosjektet har lavest mulig klimapåvirkning.

Klimapåvirkningen fra eksempellinjenes infrastrukturelementer summeres opp og oppgis per enhet produkt eller tjeneste, også kalt funksjonell enhet. I henhold til målsetningen er derfor funksjonell enhet definert som utbygging og drift/vedlikehold av veiinfrastruktur for E16 Kongsvinger – E6 over en levetid på 40 år. Dette er utgangspunktet for alle eksempellinjer presentert tidligere i rapporten.

4.4 Systemgrenser

I et klimabudsjett er det viktig å definere hvilke avgrensninger og hvilke deler/elementer som er inkludert i beregningen for infrastrukturprosjektet. Dette sikrer åpenhet og konsistens som bidrar til at fremtidige beregninger har mulighet til å sammenligne resultater opp mot konsekvensutredningens klimabudsjett for de ulike eksempellinjene.

4.4.1 Geografisk avgrensning

Geografisk avgrensning av infrastrukturen er satt til prosjektets strekninger, bredde og lengde, som beskrevet i kapittel 2.

4.4.2 Livsløpsfaser

Klimabudsjettet omfatter følgende livsløpsfaser:

1. Materialproduksjon (A1-A4)
2. Utbygging av infrastrukturen (A5)
3. Drift og vedlikehold (B4-B5)

Det er ikke definert scenario for avhending/avfallshåndtering av materialer og utstyr i dette klimabudsjettet. Rivemetoder og gjenbruk av materialer 60-100 år frem i tid er for usikre til å kunne inkluderes på nåværende tidspunkt. Utslipp fra dette forventes også å være betydelig lavere enn utslipp fra de andre livsløpsfasene, materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold. Riving og fjerning av midlertidige installasjoner er heller ikke inkludert i klimabudsjettet pga. antatt liten betydning.

4.4.3 Tidsperspektiver og levetidsbetraktninger

I henhold til V712 Håndbok for konsekvensutredninger og planprogrammet for E16 Kongsvinger – E6 er beregningsperioden for infrastrukturen definert til 40 år. Det vil si at drift og vedlikehold av infrastrukturen beregnes for denne perioden. Levetid for komponenter og resulterende utskiftingsbehov, eksempelvis reasfaltering, er i tråd med Statens Veivesens og Nye Veiers verktøy for klimabudsjett; VegLCA og NV-GHG.

4.4.4 Effektkategorier – klimapåvirkning

Klimagassbudsjettet er beregnet kun til å inkludere klimagassutslipp. Valg av effektkategorier for beregning av potensiell klimapåvirkning er beskrevet iblant annet VegLCA. Dette omfatter følgende effektkategorier som beskrevet i Tabell 7.

Tabell 7 Oversikt over inkluderte miljøpåvirkningskategorier

Miljøeffektkategori	Engelsk uttrykk	Forurensningsfaktor	Beskrivelse
Klimagassutslipp/Global oppvarming (GWP 100)	Climate change Global warming potential	Kg CO_2-ekvivalenter (kg CO_2-ekv)	Utslipp som bidar til drivhuseffekten

4.4.5 Utslippsfaktorer

Utslippsfaktorer for produksjon av norsk gjennomsnittsmaterialer (materialer som er tilgjengelig på det norske markedet) er benyttet i beregningene. Disse er basert på standard data for materialbruk, maskiner, drivstoff og utslippsfaktorer fra NV-GHG, Klimamodulen i EFFEKT og /VegLCA.

For betong er det antatt at all betong som benyttes i prosjektet har tilsvarende utslipp som bransjereferanse, iht. Norsk Betongforenings publikasjon 37 Lavkarbonbetong (nov 2019). Hovedsakelig er betongtype B35 benyttet (330 kg CO_2-ekv/m³ betong).

For direkte elektrisitetsforbruk i år null er det benyttet norsk strømmiks (26 gram CO_2-ekv/kWh) i byggefasen og norsk snitt over 60 år (33 gram CO_2-ekv/kWh) i driftsfasen. For driftsfasen er det antatt at strømproduksjonen i Norge er tilnærmet 100 % fornybar i 2050.

For kalksementstabilisering er det antatt peler med lengde 20 meter og diameter 0,6 meter. Pelene består av 50 % sement og 50 % kalk og med tetthet 100 kg/m³. Utslippsfaktoren for kalksementpel er 0,92 kg CO_2-ekv/kg. Videre er det antatt 2 meter avstand mellom pelene og stabilisering i en bredde på 36 meter langs veilinja. Dette gir drøye 5 tonn pel per meter vei.

4.5 Transport av masser og materialer

Transportavstander for materialer er antatt på samme måte som i VegLCA; materialer som importeres; 1 500 km, materialer fra Norge og Norden; 500 km, materialer med høy produksjonstetthet i Norge; 20 km. for prosjektet.
For transport av masser er det for tunneler antatt 20 km og for vei i dagen 15 km.

5 Resultater

I det påfølgende kapittel presenteres resultater fra klimagassberegninger for eksempellinjene fordelt på materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold. Resultater presenteres på overordnet nivå med avrundede per eksempellinje.

Bidrag per livsløpsfase er fordelt på hvert enkelt hovedelement (vei i dagen, bru, tunnel og viltkryss), og gir med det et innblikk i hvilke elementer og livsløpsfaser ved veiutbyggingen som har mest dominerende bidrag. Denne sammenstillingen presenteres nedenfor i ulike delkapittel.

Klimabudsjettet vil kunne brukes til å vurdere hvilke material- og energiinnsatser som samlet har størst betydning for total klimapåvirkning fra ulike livsløpsfaser i løpet av veiinfrastrukturens levetid. Videre vil resultatene kunne vise hvilke materialer og aktiviteter som utgjør bidraget for veielementenes totale klimagassutslipp. Dette gir innsikt og grunnlag for å stille prosjektspesifikke miljøkrav i senere faser av prosjektet.

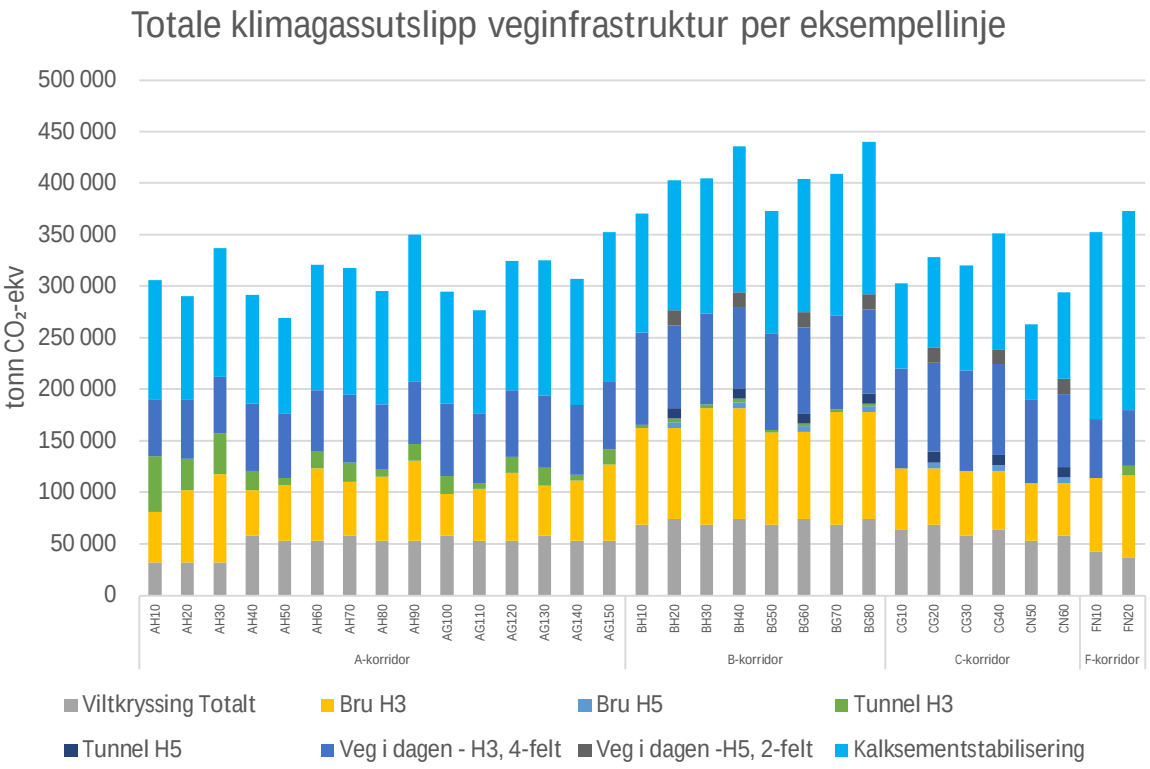
5.1 Resultater – Oversikt over klimagassutslipp for samtlige strekninger

Det er utredet 31 ulike eksempellinjer på strekningen E16 Kongsvinger – E6. Figur 13 viser samlede klimagassutslipp over livsløpet for hvert av de definerte eksempellinjer, fordelt på veielementene viltkryss, bruer, tunneler, vei i dagen og kalksementstabilisering. Utslipp fra arealbeslag er ikke inkludert i denne figuren, men er presentert i kapittel 5.3.

Samlet sett er det store variasjoner mellom klimagassutslippene til de ulike eksempellinjene.

Alternativet med lavest klimagassutslipp er CN50 med et bidrag på ca. 263 000 tonn CO_2-ekv i løpet av levetiden på 40 år. Utslippet domineres av H3 – 4-felts vei (ca. 81 100 tonn CO_2-ekv), kalksementstabilisering (ca. 73 200 tonn CO_2-ekv), H3 bru (ca. 55 900 tonn CO_2-ekv) og viltkryss (ca. 52 800 tonn CO_2-ekv).

Eksempellinjen med høyest klimagassutslipp, er BG80 med totalt ca. 440 000 tonn CO_2-ekv. For denne linjen domineres klimagassutslippet av kalksementstabilisering (148 000 tonn CO_2-ekv), H3 bru (104 000 tonn CO_2-ekv) og H3 4-felts vei (81 100 tonn CO_2-ekv).



Figur 13 Samlede klimagassutslipp fordelt på veielementer over en levetid på 40 år per eksempellinje for E16 Kongsvinger – E6, ekskludert arealbeslag.

Tabell 8 presenterer de samlede klimagassutslippene til alle eksempellinjene fordelt på veielementer, samt en oversikt over bidrag i prosent for hvert alternativ sammenlignet med eksempellinjen med høyest beregnet klimagassutslipp, fra høyest til lavest bidrag. I tillegg er samme oversikt gitt for eksempellinjen med laveste til høyeste utslipp. Eksempelvis ser vi at sammenlignet med BG80 har CN50 et utslipp som er 40 % lavere. Merk at oversikten ikke inkluderer arealbeslag, og vil dermed ikke representere totale utslipp per eksempellinje.

Vurderer vi alternativene kan vi se fordelingen av klimagassutslipp sammenlignet opp mot de ulike eksempellinjene. Overordnet ser vi at det er store variasjoner i utslipp mellom eksempellinjene.

Tabell 8 Totale klimagassutslipp fordelt på veielementer per eksempellinje for E16 Kongsvinger – E6 over en levetid på 40 år. Tall i tonn CO_2-ekv.

	Viltkryssing		Bru		Tunnel		Vei i dagen		KS-Stabilisering	Totalt over levetiden (40 år)	% av høyeste utslipp	% av laveste utslipp
tonn CO_2-ekv	H3	H5	H3	H5	H3	H5	- H3, 4-felt	-H5, 2-felt				
BG80	63 300	10 600	104 000	5 700	2 300	10 200	81 100	14 800	148 000	440 000	100 %	167 %
BH40	63 300	10 600	107 900	5 700	3 500	10 200	78 400	14 800	141 200	435 600	99 %	166 %
BG70	68 600	0	109 200	0	2 300	0	91 400	0	137 200	408 700	93 %	155 %
BH30	68 600	0	113 100	0	3 500	0	88 700	0	130 400	404 300	92 %	154 %
BG60	63 300	10 600	84 500	5 700	2 300	10 200	83 300	14 800	129 400	404 100	92 %	154 %
BH20	63 300	10 600	88 400	5 700	3 500	10 200	79 900	14 800	126 600	403 000	92 %	153 %
BG50	68 600	0	89 700	0	2 300	0	93 600	0	118 600	372 800	85 %	142 %
FN20	36 900	0	79 300	0	9 600	0	53 800	0	193 100	372 700	85 %	142 %
BH10	68 600	0	93 600	0	3 500	0	89 000	0	115 800	370 500	84 %	141 %
AG150	52 800	0	74 100	0	15 200	0	65 100	0	145 100	352 300	80 %	134 %
FN10	42 200	0	71 500	0	0	0	57 200	0	181 300	352 200	80 %	134 %

CG40	52 800	10 600	57 200	5 700	0	10 200	87 700	14 800	112 100	351 100	80 %	133 %
AH90	52 800	0	78 000	0	16 300	0	60 700	0	142 200	350 000	80 %	133 %
AH30	31 700	0	85 800	0	40 000	0	54 800	0	124 900	337 200	77 %	128 %
CG20	58 000	10 600	54 600	5 700	0	10 200	86 500	14 800	88 100	328 500	75 %	125 %
AG130	58 000	0	48 100	0	17 600	0	70 300	0	130 900	324 900	74 %	124 %
AG120	52 800	0	66 300	0	15 200	0	64 800	0	125 600	324 700	74 %	123 %
AH60	52 800	0	70 200	0	16 300	0	60 000	0	121 300	320 600	73 %	122 %
CG30	58 000	0	62 400	0	0	0	98 000	0	101 300	319 700	73 %	122 %
AH70	58 000	0	52 000	0	18 700	0	65 900	0	123 000	317 600	72 %	121 %
AG140	52 800	0	58 500	0	5 600	0	67 800	0	122 500	307 200	70 %	117 %
AH10	31 700	0	49 400	0	53 800	0	55 300	0	115 800	306 000	70 %	116 %
CG10	63 300	0	59 800	0	0	0	96 800	0	82 600	302 500	69 %	115 %
AH80	52 800	0	62 400	0	6 700	0	63 500	0	110 100	295 500	67 %	112 %
AG100	58 000	0	40 300	0	17 600	0	70 000	0	108 600	294 500	67 %	112 %
CN60	47 500	10 600	50 700	5 700	0	10 200	70 800	14 800	84 000	294 300	67 %	112 %
AH40	58 000	0	44 200	0	18 700	0	65 200	0	105 500	291 600	66 %	111 %
AH20	31 700	0	70 200	0	30 400	0	57 600	0	100 300	290 200	66 %	110 %
AG110	52 800	0	50 700	0	5 600	0	67 500	0	100 200	276 800	63 %	105 %
AH50	52 800	0	54 600	0	6 700	0	62 800	0	92 300	269 200	61 %	102 %
CN50	52 800	0	55 900	0	0	0	81 100	0	73 200	263 000	60 %	100 %

5.2 Resultater – Oversikt over klimagassutslipp for samtlige strekninger fordelt på livsløpsfaser

Figur 14 presenterer samlede infrastrukturrelaterte klimagassutslipp for eksempellinjene fordelt på livsløpsfasene materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold. Kalksementstabilisering er skilt ut for seg. Klimagassutslipp beregnet for eksempellinjene er i dette kapittelet kun aggregert på livsløpsfaser, og dermed fremgår det ikke hvordan veistrekningene påvirkes av bidrag fra veielementene, som oppgitt ovenfor i kapittel 5.1.

Oppsummert ser vi at bidraget fra materialproduksjon og KS-stabilisering dominerer klimagassutslippet til alle eksempellinjene. Utslipp fra materialproduksjon påvirkes av alle nødvendige materialer som trengs for veiutbygging, eksempelvis bruk av betong, stål, armering og asfalt. I gjennomsnitt for alle alternativer, bidrar materialproduksjon til 43 % av totale klimagassutslipp.

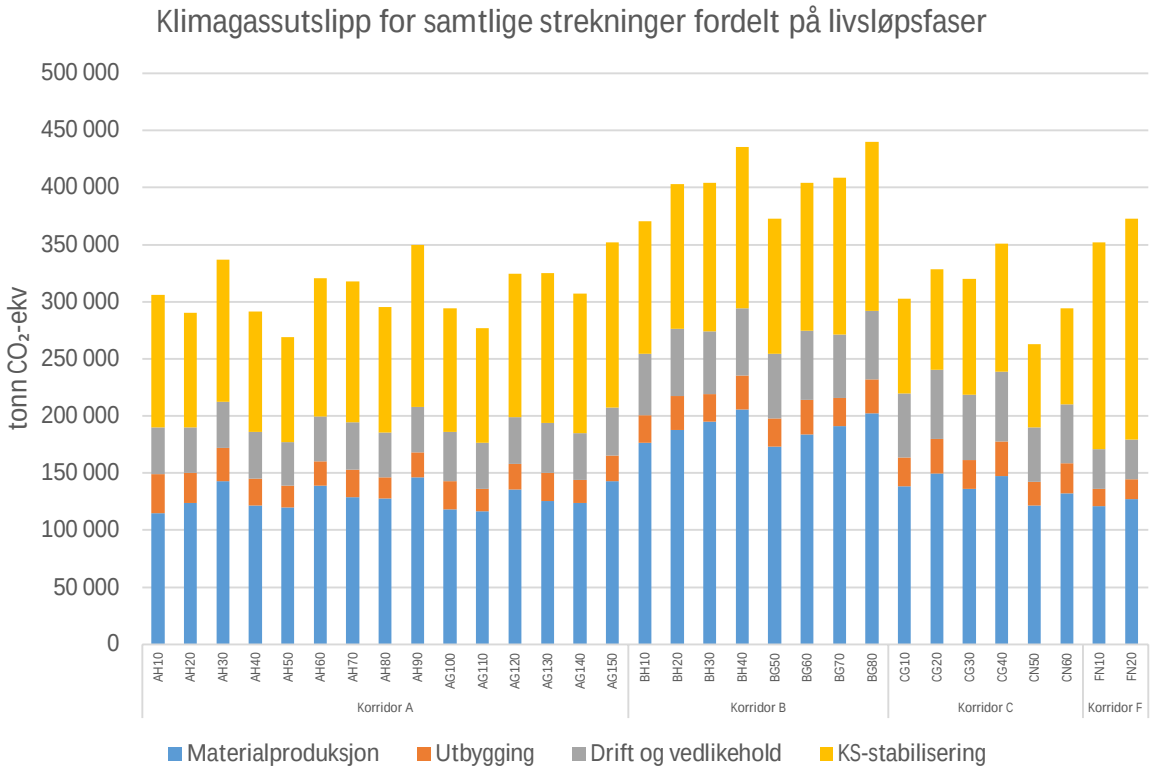
KS-stabilisering består grovt sett av kalksementstabilisering i grunn hvor det er nødvendig langs veistrekningene. I gjennomsnitt bidrar KS-stabilisering til 36 % av klimagassutslippet til alle eksempellinjene.

Utslipp fra drift og vedlikehold har et gjennomsnittlig bidrag på 14 % for de ulike alternativene. Drift og vedlikehold omfatter primært utskifting av asfalt og energibruk til lys og vifter. Frekvens for reasfaltering er beregnet å skje hvert 6. år. Energibruk til belysning er antatt å være på 14 000 kWh/år for vei i dagen og bru. Elektrisitetsforbruk for belysning og ventilasjon i tunneler er beregnet som i nytte-/kost-beregningene i EFFEKT.

Utslipp fra utbygging har et gjennomsnittlig bidrag på 7 % for de ulike alternativene. Fasen omfatter primært utslipp fra anleggsmaskiner til utlegging av blant annet asfalt, massetransport og elektrisitetsforbruk.

I Tabell 9 oppgis tilsvarende utslipp som visualisert i Figur 14, men i numeriske verdier.

Videre i kapittelet presenteres livsløpsutslipp for de ulike veielementene fordelt på underaktiviteter og -materialer.



Figur 14 Oversikt over klimagassutslipp for samtlige strekninger fordelt på livsløpsfaser.

Tabell 9 Oversikt over klimagassutslipp for samtlige strekninger fordelt på livsløpsfaser. Tall i tonn CO_2-ekv.

Korridor	Eksempellinjer	Material-produksjon	Utbygging	Drift og vedlikehold	KS-stabilisering	Totalt
Korridor A	AH10	114 900	34 300	41 100	115 800	306 100
	AH20	123 900	26 200	39 700	100 300	290 100
	AH30	142 800	29 000	40 400	124 900	337 100
	AH40	121 400	23 800	40 900	105 500	291 600
	AH50	119 900	18 800	38 200	92 300	269 200
	AH60	138 800	21 600	38 900	121 300	320 600
	AH70	129 000	24 000	41 600	123 000	317 600
	AH80	127 400	19 000	38 900	110 100	295 400
	AH90	146 300	21 800	39 600	142 200	349 900
	AG100	118 000	24 700	43 200	108 600	294 500
	AG110	116 500	19 600	40 500	100 200	276 800
	AG120	135 400	22 400	41 200	125 600	324 600
	AG130	125 500	24 700	43 700	130 900	324 800
	AG140	124 000	19 700	41 000	122 500	307 200
	AG150	142 900	22 500	41 700	145 100	352 200
Korridor B	BH10	176 300	24 400	54 000	115 800	370 500
	BH20	187 500	29 800	59 000	126 600	402 900

	BH30	194 800	24 300	54 700	130 400	404 200
	BH40	205 800	29 400	59 000	141 200	435 400
	BG50	172 900	25 200	56 200	118 600	372 900
	BG60	183 900	30 200	60 500	129 400	404 000
	BG70	191 000	24 600	55 800	137 200	408 600
	BG80	202 100	29 700	60 200	148 000	440 000
Korridor C	CG10	138 600	25 100	56 200	82 600	302 500
	CG20	149 600	30 200	60 500	88 100	328 400
	CG30	136 000	25 400	57 000	101 300	319 700
	CG40	147 000	30 500	61 300	112 100	350 900
	CN50	121 400	21 100	47 400	73 200	263 100
	CN60	132 400	26 100	51 700	84 000	294 200
Korridor F	FN10	121 200	14 900	34 900	181 300	352 300
	FN20	127 200	17 500	34 800	193 100	372 600

5.2.1 Resultater – Vei i dagen

I følgende delkapittel gjennomgås klimagassutslipp per kilometer fra veielement vei i dagen fordelt på livsløpsfasene materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold.

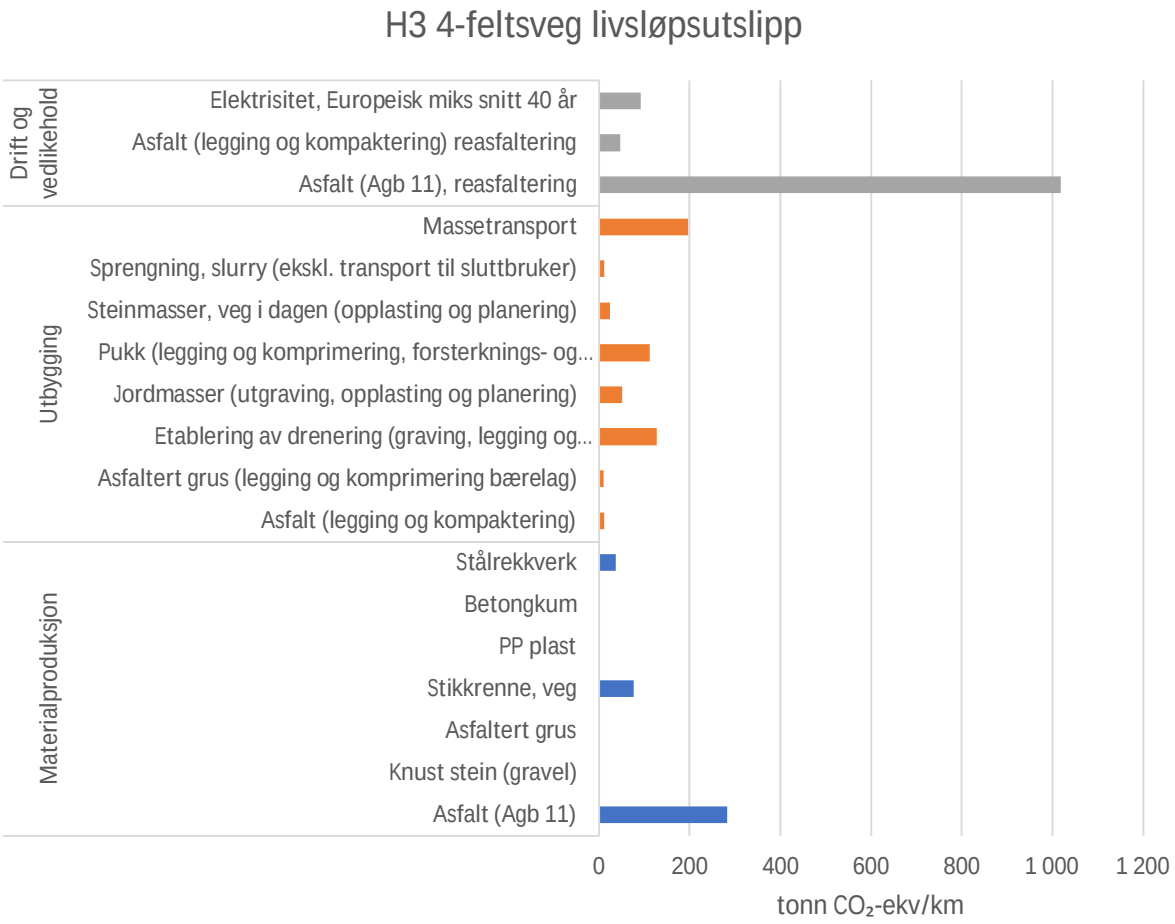
5.2.1.1 H3 – 4-felts vei

Figur 15 viser samlede livsløpsrelaterte klimagassutslipp for H3 – 4-felts vei, presentert i tonn CO_2-ekv per kilometer vei. Totalt er klimagassutslippet beregnet til å bli 2 100 tonn CO_2-ekv/km over levetiden på 40 år.

Drift og vedlikehold bidrar til 55 % av klimagassutslippene. Vi ser at livsløpsfasen domineres av reasfaltering og tilhørende anleggsmaskiner, som er antatt å gjennomføres hvert 6. år. Videre bidrar elektrisitet til veibelysning til et minimalt utslipp. For å beregne utslipp fra elektrisitet er det forutsatt snittet av europeisk elmiks over levetiden. Her forventes det at fornybarandelen til elmiksen øker fremover, noe som påvirker utslippet positivt i stor grad.

Utbygging bidrar til 26 % av veielementets klimagassutslipp. Det er tre hovedaktiviteter som dominerer utslippet i denne livsløpsfasen. Disse er anleggsmaskiner brukt til legging og komprimering av pukk (21 % av utslippet fra utbyggingsfasen), etablering av drenering (23 % av utslippet fra utbyggingsfasen), samt massetransport (36 % av utslippet fra utbyggingsfasen).

Utslipp fra materialproduksjon bidrar til 19 % av veielementets klimagassutslipp. Her er det i all hovedsak produksjon av asfalt som påvirker livsløpsfasens utslipp (71 % av utslippet til materialproduksjon). I tillegg bidrar produksjon av stikkrenner til 19 % av livsløpsfasens utslipp, mens stålrekkverk har et bidrag på 9 %.



Figur 15 Klimagassutslipp for vei H3 I et livsløpsperspektiv fordelt på livsløpsfasene materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold. Tall i tonn CO_2-ekv/km.

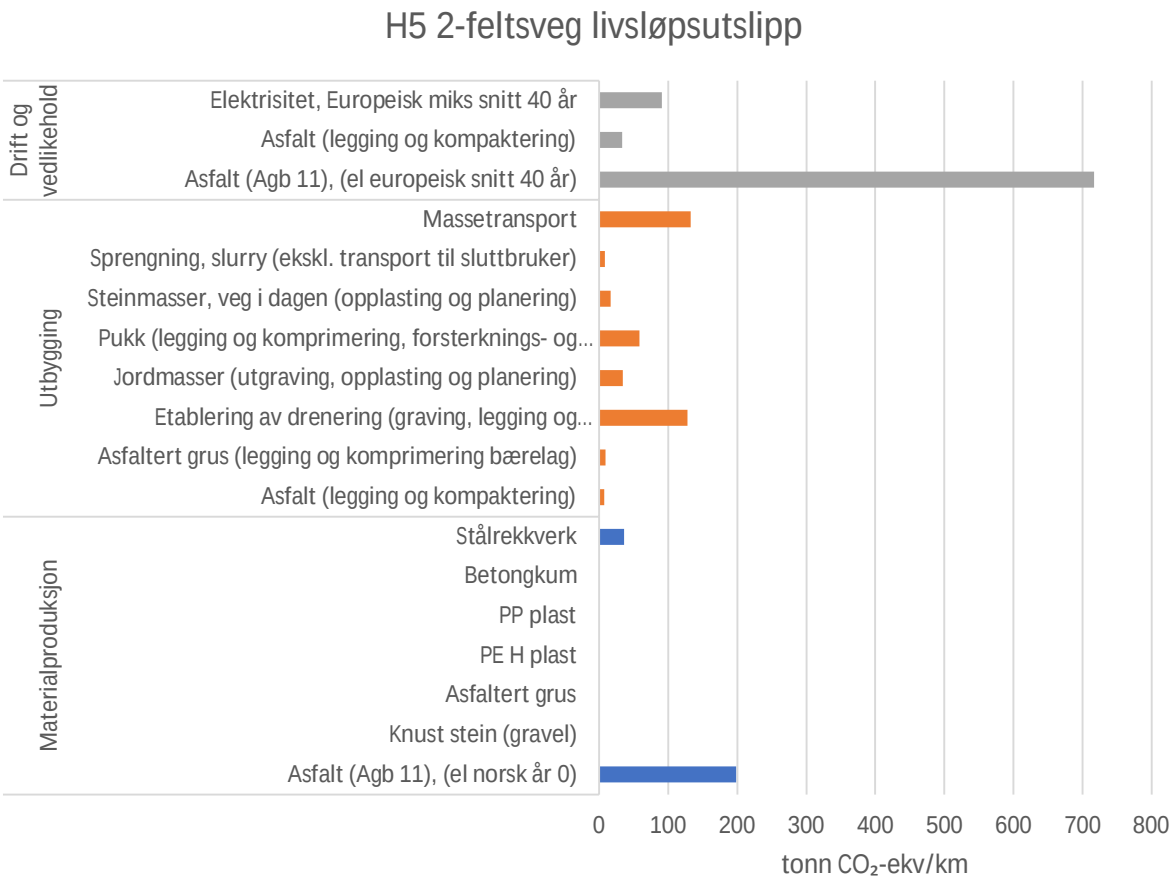
5.2.1.2 H5 – 2-felts vei

Figur 16 viser samlede livsløpsrelaterte klimagassutslipp for H5 – 2-felts vei, presentert i tonn CO_2-ekv per kilometer vei. Totalt er klimagassutslippet beregnet til å bli 1 47 tonn CO_2-ekv/km over levetiden på 40 år. I all hovedsak er fordelingen av utslipp på livsløpsfaser lik som for H3 – 4-felts vei.

Drift og vedlikehold bidrar til 57 % av elementets klimagassutslipp. Vi ser at livsløpsfasen domineres av reasfaltering og tilhørende anleggsmaskiner (89 % av livsløpsfasens utslipp). Dette er antatt å gjennomføres hvert 6. år. Videre bidrar elektrisitet i form av veibelysning til et minimalt utslipp, på 11 %. For å beregne utslipp fra elektrisitet er det forutsatt snittet av europeisk elmiks. Her forventes det at fornybarandelen til elmiksen øker fremover, noe som påvirker utslippet positivt i stor grad.

Utbygging bidrar til 27 % av veielementets klimagassutslipp. Det er tre hovedaktiviteter som dominerer utslippet i denne livsløpsfasen. Disse er anleggsmaskiner brukt til legging og komprimering av pukk (15 % av utslippet fra utbyggingsfasen), etablering av drenering (32 % av utslippet fra utbyggingsfasen), samt massetransport (34 % av utslippet fra utbyggingsfasen).

Utslipp fra materialproduksjon bidra til 16 % av veielementets klimagassutslipp. Her er det i all hovedsak produksjon av asfalt som påvirker livsløpsfasens utslipp (84 % av utslippet til materialproduksjon). I tillegg bidrar produksjon av stålrekkverk til 15 % av fasens utslipp.



Figur 16 Klimagassutslipp for vei H5 I et livsløpsperspektiv fordelt på livsløpsfasene materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold. Tall i tonn CO_2-ekv/km.

5.2.2 Resultater – Tunnel

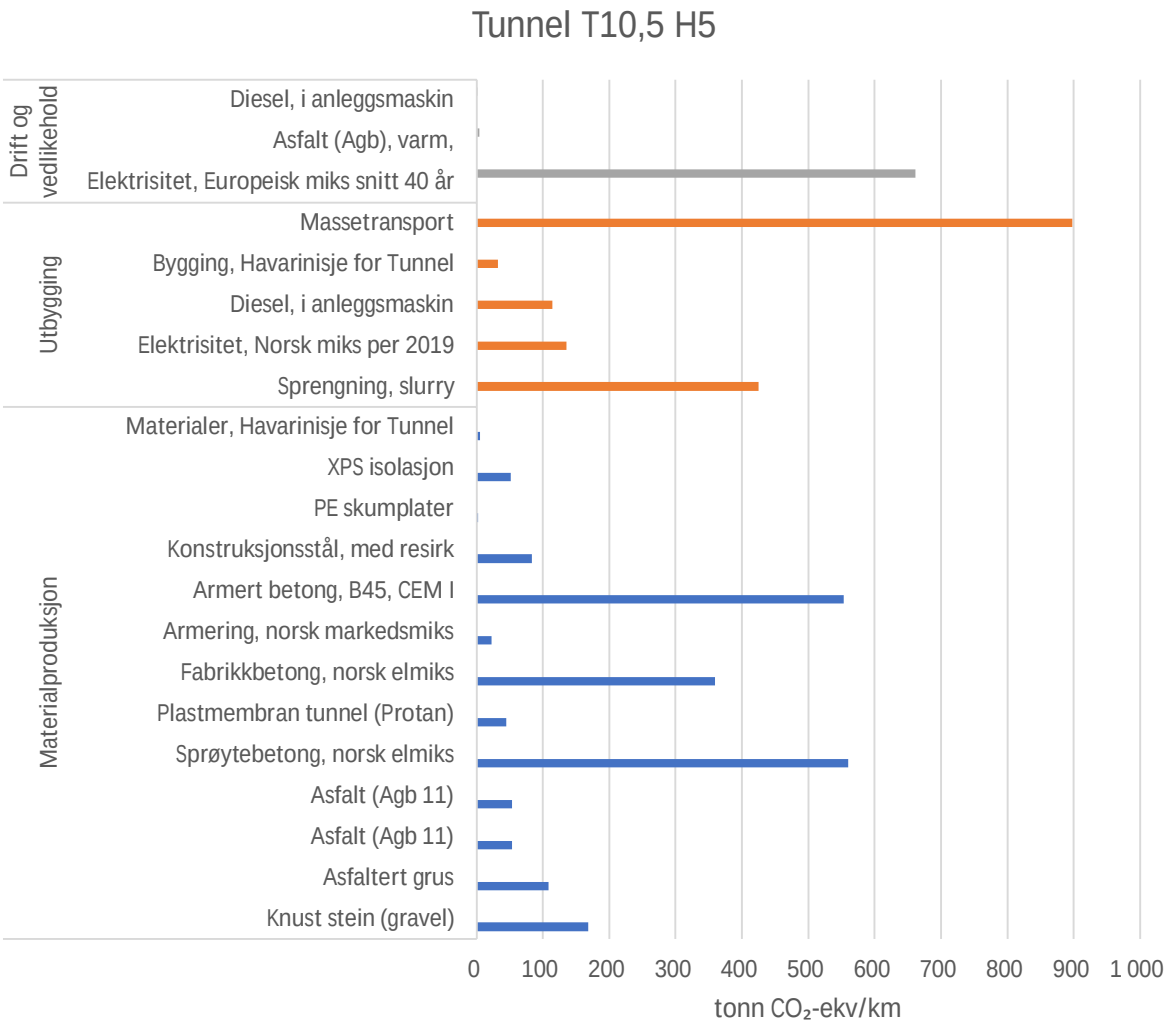
Figur 17 viser samlede livsløpsrelaterte klimagassutslipp for tunnel T10,5 med 2-felts veioverbygning (H5 tunnel), presentert i tonn CO_2-ekv per kilometer tunnel. Totalt er klimagassutslippet beregnet til å bli 4 340 kg CO_2-ekv/km over levetiden på 40 år. H3 tunnel er to løp med T10,5 og har dermed 2 ganger så høyt utslipp som H5 tunnelen beskrevet her.

Det er primært livsløpsfasene materialproduksjon og utbygging som påvirker klimagassutslippet til tunnelen.

Materialproduksjon står for 48 % av totalutslippet, hvorav over 70 % av utslippet kommer fra bruk av sprøytebetong, fabrikkbetong og armert betong. Resten av bidraget påvirkes av asfaltproduksjon, bruk av steinmasser, samt XPS isolasjon som frostsikring.

Utbygging bidrar til 37 % av tunnelens klimagassutslipp. Det er hovedsakelig to hovedaktiviteter som påvirker utslippet. Massetransport står alene for 56 % av fasens utslipp. Det er her forutsatt en kjøredistanse på 20 km. Videre bidrar sprengning til 27 % av utslippet og det resterende utslippet kommer fra elbruk, dieselforbruk i anleggsmaskin og bygging av havarinisje i tunnel.

Til slutt står drift og vedlikehold for 15 % av totalutslippet. Her er det hovedsakelig elektrisitet til belysning og drift av vifter i tunnel som påvirker utslippet.



Figur 17 Klimagassutslipp fra tunnel T10,5 i et livsløpsperspektiv fordelt på livsløpsfasene materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold. Tall i tonn CO_2-ekv/km. NB: H3 tunnel tilsvarer H5 multiplisert med 2.

5.2.3 Resultater – Bru

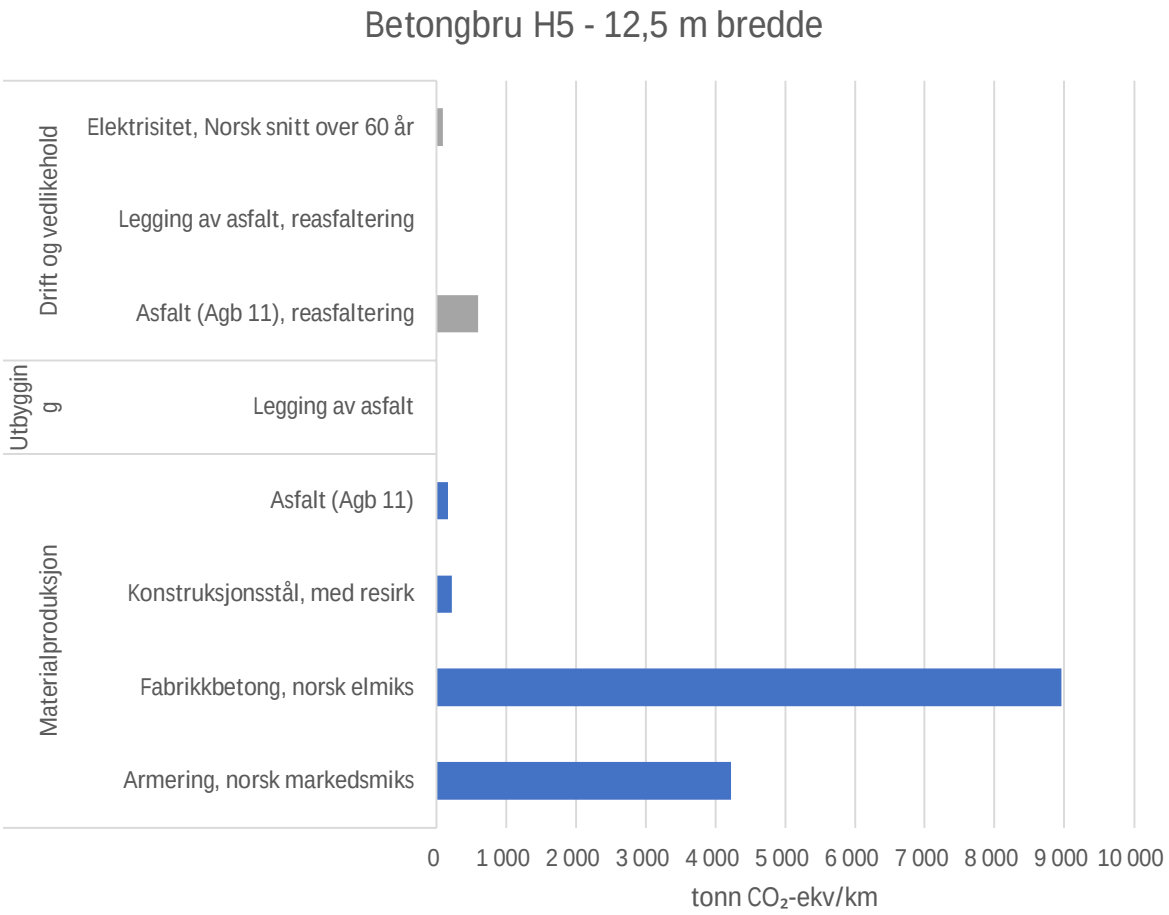
I følgende delkapittel presenteres livsløpsutslipp fordelt på materialer og aktiviteter per brutype relevant for prosjektet.

5.2.3.1 H5 – Betongbru – 12,5 meters bredde

Figur 18 viser samlede livsløpsrelaterte klimagassutslipp for H5 - betongbru med 12,5 meters bredde. Totalt er det beregnet et klimagassutslipp på 14 270 tonn CO_2-ekv/kilometer over levetiden på 40 år.

Det er primært livsløpsfasen materialproduksjon som dominerer, og står for 95 % av totalutslippet. Materialproduksjon påvirkes av materialene betong, armering, konstruksjonsstål og asfalt. Det er forutsatt bransjestandard betong (lavkarbon klasse C), denne står alene for 66 % av fasens utslipp. Bruk av armering er også en viktig bidragsyter med 31 % av fasens utslipp.

For utbygging, drift og vedlikehold er det hovedsakelig reasfaltering som påvirker utslippet.



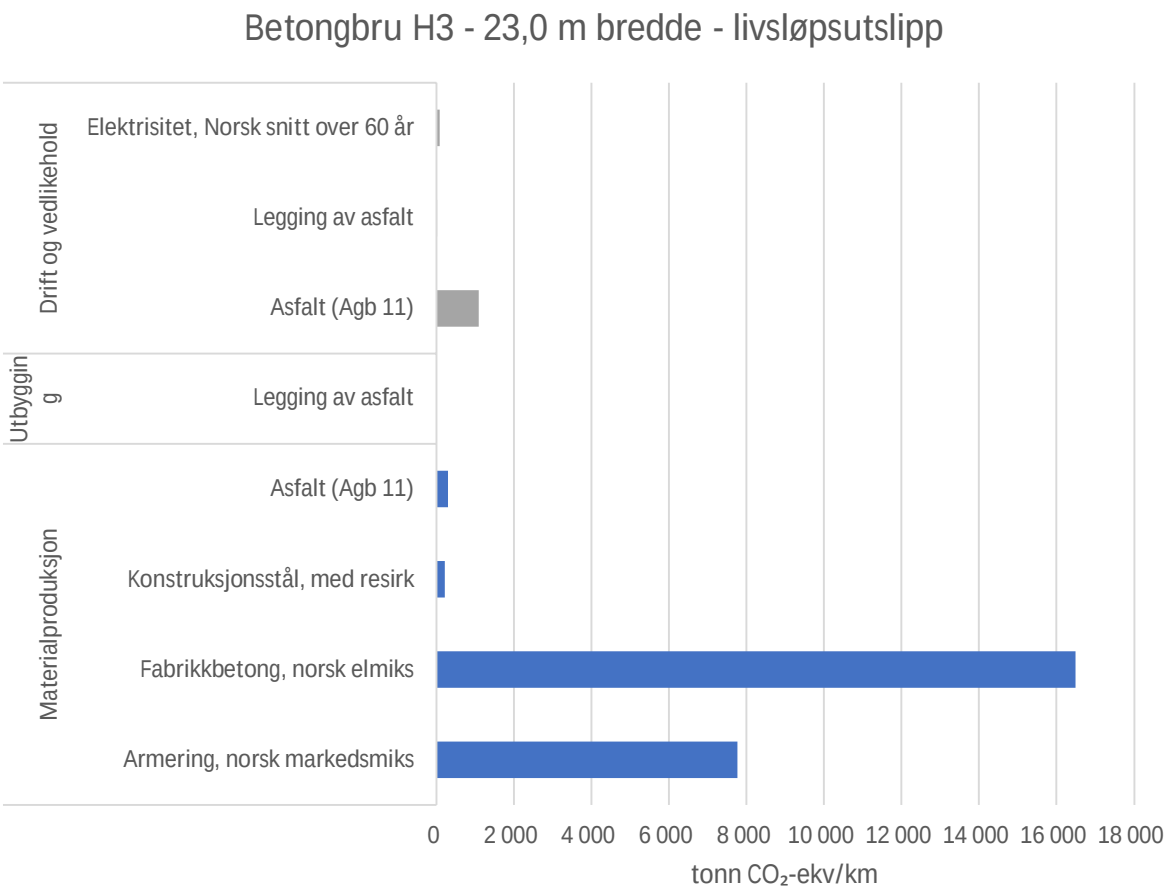
Figur 18 Klimagassutslipp i et livsløpsperspektiv for betongbru H3 med bredde 23 meter, fordelt på livsløpsfasene materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold. Tall i tonn CO_2-ekv/km bru.

5.2.3.2 H3 – Betongbru – 23 meters bredde

Figur 19 viser samlede livsløpsrelaterte klimagassutslipp for H3 - betongbru med 23 meters bredde. Totalt er det beregnet et klimagassutslipp på 26 00 tonn CO_2-ekv/kilometer over levetiden på 40 år. H3 – betongbru har i all hovedsak tilsvarende fordeling av bidrag som H5 – betongbru presentert ovenfor i kapittel 5.2.3.1.

Det vil si at det er livsløpsfasen materialproduksjon som dominerer klimagassutslippet med 95 % av totalutslippet. Prosessen materialproduksjon er en overordnet prosess bestående av betong, armering, konstruksjonsstål og produksjon av asfalt. Betongen er bransjestandard (lavkarbon klasse C) og står alene for 67 % av fasens utslipp. Bruk av armering er også en viktig bidragsyter med 31 % av fasens utslipp.

For utbygging, drift og vedlikehold er hovedsakelig reasfaltering som påvirker utslippet.

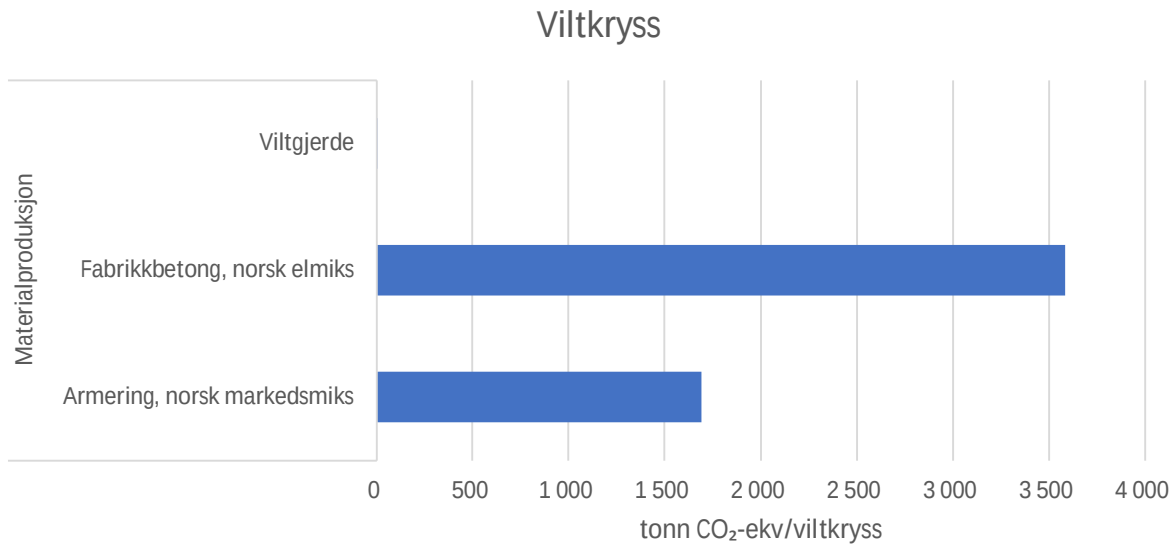


Figur 19 Klimagassutslipp i et livsløpsperspektiv for betongbru H5 med bredde 12,5 meter, fordelt på livsløpsfasene materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold. Tall i tonn CO_2-ekv/km bru.

5.2.4 Resultater – Viltkryss

Figur 20 viser klimagassutslipp fra viltkryss i et livsløpsperspektiv over en levetid på 40 år. Viltkryss består av en betongbru som krysser veiinfrastrukturen, med dimensjonene 100 meters lengde og bredde på 50 meter.

Totalt klimagassutslipp er beregnet til 5 280 CO_2-ekv/viltkryss. Det er antatt at det ikke er særlige drift og vedlikeholdsbehov i løpet av levetiden til viltkrysset, denne fasen er derfor utelatt. Dermed bidrar materialproduksjon til hele klimagassutslippet til viltkrysset. Materialproduksjon påvirkes i all hovedsak av betong og armering, med bidrag på henholdsvis 68 % og 32 %.



Figur 20 Klimagassutslipp i et livsløpsperspektiv for viltkryss på 50 meters bredde og 100 meters lengde, fordelt på livsløpsfasene materialproduksjon, utbygging, og drift og vedlikehold. Tall i tonn CO_2-ekv/kryss.

5.3 Resultater – Arealbeslag

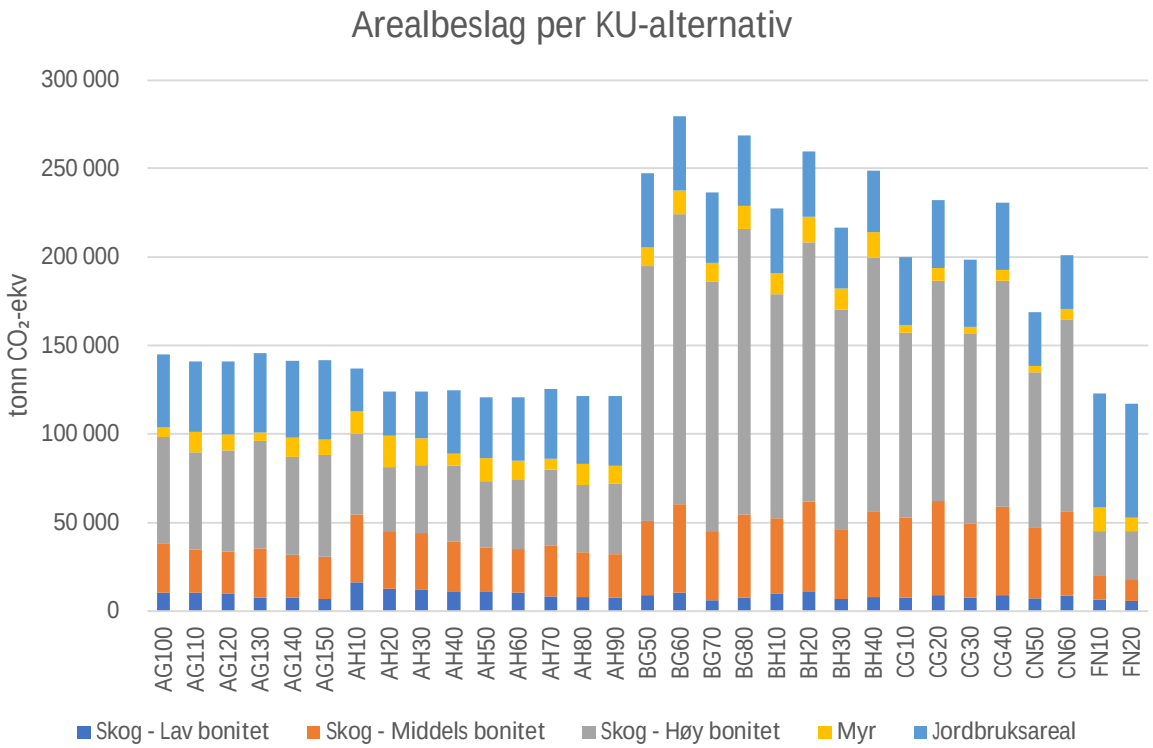
Figur 21 viser klimagassutslipp fra arealbeslag fordelt på alle eksempellinjer. Utslippene er beregnet som del av den beslutningsrelevante analysen, og følger metode definert i Håndbok V712 Konsekvensutredninger.

Totale klimagassutslipp per eksempellinje varierer mellom 117 000 tonn CO_2 til 279 500 tonn CO_2. Eksempellinjen med lavest beregnet utslipp fra arealbeslag er FN20, og alternativet med høyest beregnet utslipp er BC60. Videre ser vi at det er store variasjoner mellom de ulike eksempellinjene og korridorene (A, B, C og F). Korridor F har i snitt lavest utslipp på 120 000 tonn CO_2-ekv, A-korridor har et snittutslipp på 131 700 tonn CO_2-ekv, C-korridor – 205 200 tonn CO_2-ekv og korridor B – 248 100 tonn CO_2-ekv.

FN20-alternativets utslipp fra arealbeslag domineres av utslipp fra jordbruksarealer (64 100 tonn CO_2), etterfulgt av skog med høy bonitet (26 900 tonn CO_2), skog med middels bonitet (12 200 tonn CO_2), myr (7 800 tonn CO_2), og til slutt skog med lav bonitet (5 900 tonn CO_2).

BG60-alternativets utslipp fra arealbeslag domineres i all hovedsak av utslipp fra skog med høy bonitet (59 % av utslippet til eksempellinjen). Videre fordeles utslippet på skog – middels bonitet (18 %), jordbruksarealer (15 %), myr (5 %) og skog – lav bonitet (4 %).

Eksempellinjen med høyest absolutt og relativt utslipp fra myr oppstår i AH20, med et utslipp på 17 700 tonn CO_2 (14 % av eksempellinjens utslipp).



Figur 21 Totale klimagassutslipp fra arealbeslag tilknyttet eksempellinjene for utbygging av E16 Kongsvinger – E6.

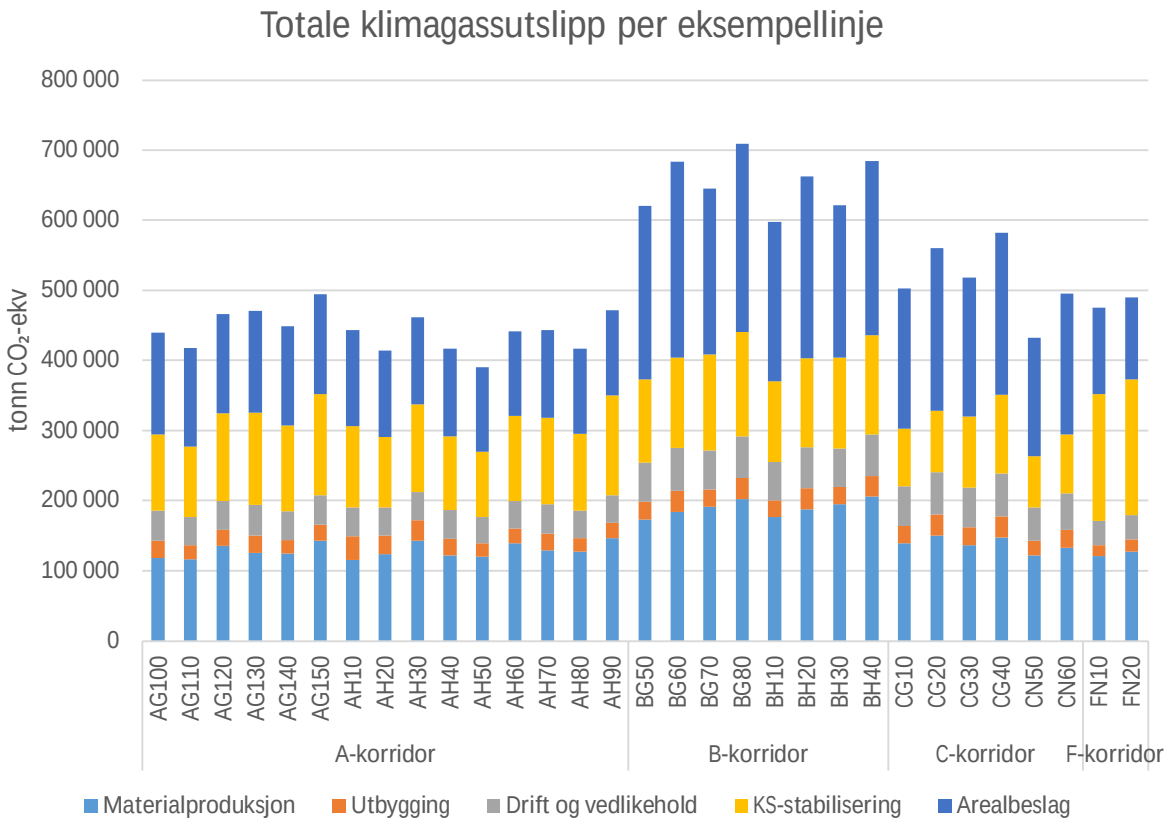
5.4 Oppsummering av totale klimagassutslipp per eksempellinje

Figur 22 presenterer de totale klimagassutslippene per eksempellinje fordelt på materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold, KS-stabilisering og arealbeslag over en levetid på 40 år.

Eksempellinjen med høyest beregnet klimagassutslipp er BG80 med totalt 709 tonn CO_2-ekv, fordelt på arealbeslag (38 % av totalt utslipp), materialproduksjon (29 %), KS-stabilisering (21 %), drift og vedlikehold (8 %) og utbygging (4 %).

Eksempellinjen med lavest klimagassutslipp er AH50 med totalt 390 000 tonn CO_2-ekv, fordelt på arealbeslag (30,9 % av totalt utslipp), materialproduksjon (30,8 %), KS-stabilisering (24 %), drift og vedlikehold (10 %) og utbygging (5 %).

Overordnet ser vi at klimagassutslippene per korridor og eksempellinje varier. Forskjellen i utslipp er beskrevet nedenfor, i Tabell 10.



Figur 22 Totale klimagassutslipp fordelt på livsløpsfaser materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold samt klimagassutslipp fra kalksementstabilisering og arealbeslag per eksempellinje i hver korridor. Tall i tonn CO_2-ekv.

Tabell 10 viser en samlet oversikt over variasjon klimagassutslipp fordelt på ulike utgangspunkt. Eksempelvis gir tabellen informasjon om maksimale utslipp fra eksempellinjer per korridor, gjennomsnitt fra korridorene, laveste utslipp som oppstår i alle fire korridorene, samt en sammenligning mellom potensial for beregnet utslipp per korridor i forhold til korridoren med høyest gjennomsnittlig klimagassutslipp (korridor B).

Blant annet ser vi at korridor A sitt klimagassutslipp varierer mellom 390 000 tonn CO_2-ekv og 494 000 tonn CO_2-ekv, med et gjennomsnittlig utslipp på 442 200 tonn CO_2-ekv. I snitt er dette 32 % lavere enn utslippet til korridor B. Deretter har korridor F en gjennomsnittlig utslipp som er 26 % lavere enn gjennomsnittlig utslipp i korridor B, etterfulgt av korridor C (21%).

Tabell 10 Samlet oversikt over totale klimagassutslipp fordelt på eksempellinje per korridor med høyest og lavest utslipp, gjennomsnitt per korridoren, og en sammeligning mellom korridorene sammenlignet med korridoren med i snitt høyest klimagassutslipp (korridor B).

Korridoralternativ	A-korridor	B-korridor	C-korridor	F-korridor
Høyeste	493 906	708 725	581 649	489 634
Gjennomsnitt	442 162	652 912	514 931	482 438
Laveste	389 787	597 830	431 782	475 242
% beregnet utslipp sammenlignet med korridor B	-32,3 %	0,0 %	-21,1 %	-26,1 %

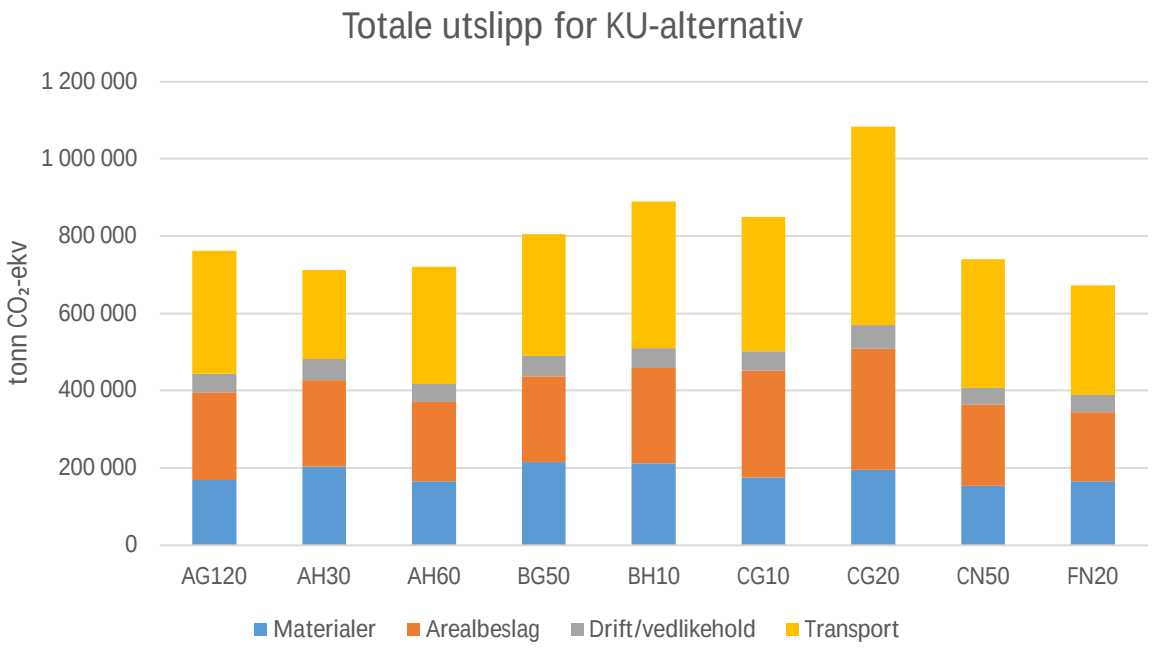
5.5 Resultater – Sammenligninger av eksempellinjealternativer, prissatte konsekvenser

Figur 23 presenterer totale klimagassutslipp for 9 eksempellinjer i EFFEKT, som en del av de prissatte konsekvensene. Disse beregningene er i all hovedsak sidestilte med beregningene presentert i kapittel 5.1 og 5.2. Det som skiller de fra hverandre, er hvilket verktøy som brukes for å estimere klimagassutslippene, samt hvilke livsløpsfaser som er inkludert. I tillegg til utslipp fra materialer, utbygging, drift og vedlikehold, inkluderes også utslipp fra transport i drift og utslipp fra arealbruksendringer/arealbeslag. EFFEKT inkluderer ikke klimagassutslipp forbundet med materialbruk nødvendig for grunnforsterkning og geotekniske tiltak. Spesielt knyttet til dagsone og bru kan stålrørspeler, stålkjernepeler, kalksementpeler (KS-peler) og annen grunnforsterkning øke strekningens klimautslipp vesentlig (Klimamodul 2019 dokumentasjon, Hammervold, Sandstrand-Dahlstrøm og Fuglseth).

Beregningene er en del av de prissatte konsekvensene og er obligatorisk å utarbeide iht. V712 Håndbok for konsekvensutredninger og vedtatt planprogram.

Flere av eksempellinjene ligger i samme størrelsesorden mhp. klimagassutslipp, men alternativ CG20 skiller seg ut med det største bidraget, med et samlet utslipp på 1 083 000 tonn CO_2-ekv over en levetid på 40 år. Her bidrar transport med hele 47 % aveksempellinjens totalutslipp. Videre står arealbeslag, materialer og drift og vedlikehold for henholdsvis 33 %, 21 % og 6 % av totalutslippet.

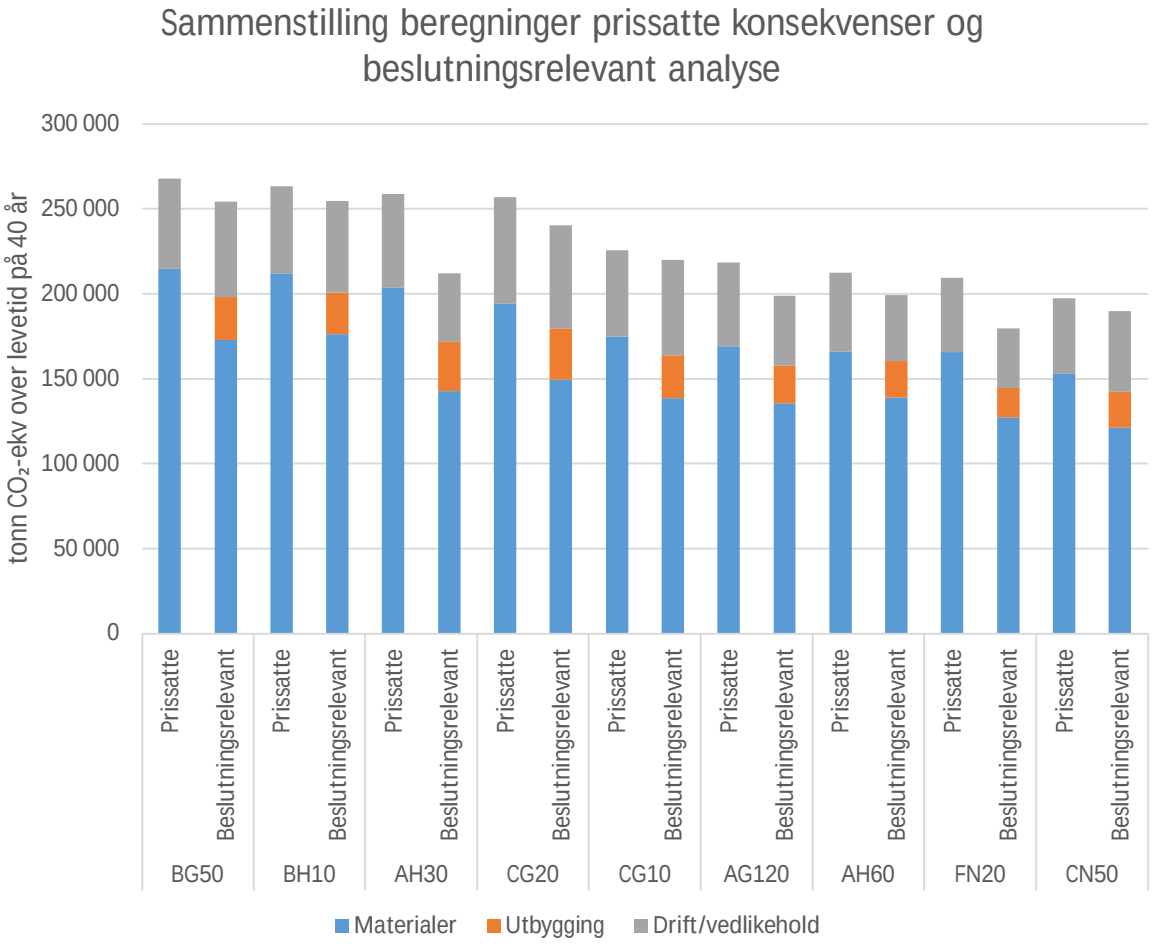
Eksempellinjen med lavest estimert klimagassutslipp, er FN20, med et totalt utslipp på 672 600 tonn CO_2-ekv, fordelt på transport (42 %), arealbeslag (27%), materialproduksjon (25 %), og drift og vedlikehold (7 %).



Figur 23 Komplett oversikt over klimagassutslippene fordelt på livsløpsfasene materialproduksjon (inkluderer anleggsarbeid), drift og vedlikehold, transport i drift og arealbeslag til 9 ulike eksempellinjer beregnet i EFFEKT.

Figur 24 viser en sammenstilling av klimagassutslippene for 9 eksempellinjene av de prissatte konsekvensene og av de beslutningsrelevante utslippene, fordelt på materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold. Resultatene er organisert fra høyest utslipp fra venstre og lavest utslipp lengst til høyre, med utgangspunkt i verdiene til de prissatte konsekvensene.

Overordnet ser vi at EFFEKT-beregningene har i snitt noe høyere utslipp enn de som beregnes tilknyttet den beslutningsrelevante analysen. Grunnen til dette er noen mindre variasjoner i utslippsfaktorer for de to beregningstypene, samt noe høyere materialforbruk, hovedsakelig tilknyttet XPS og konstruksjonsstål, i beregningene til prissatte konsekvenser sammenlignet med den beslutningsrelevante analysen. Dette gir spesielt store utslag for linjene AH30 og FN20, og påvirker rangeringen av eksempellinjene fra den beslutningsrelevante analysen.



Figur 24 Sammenstilling av klimabudsjett beregnet for prissatte og beslutningsrelevant analyse.

6 Usikkerhet i beregningene

Klimabudsjett er som navnet tilsier et budsjett og er dermed et estimat for klimaeffektene av å bygge, drifte og vedlikeholde infrastrukturen. Det vil derfor være til dels stor usikkerhet knyttet til deler av klimagassbudsjettet for hele prosjektet. Klimabudsjettet er basert på nøkkeltall for veielementene, noe som kun gir en grov vurdering av klimapåvirkningen fra prosjektet, uten å ta spesielle hensyn til prosjektsspesfikke forhold. Nøkkeltallene tar blant annet utgangspunkt i generelle betraktninger knyttet opp mot material- og energiforbruk, maskinparksammensetning, drivstofforbruk og -type til massetransport, iht. en felles og gjennomarbeidet metodikk. Når mer prosjektspesifikk informasjon om veiutbyggingen i senere planfaser, vil dermed klimagassutslippet kunne endre seg.

For utslipp fra utbygging er det usikkerhet knyttet til endelig materialforbruk av materialer som betong, asfalt, stål, med mer. Videre er det også usikkerheter knyttet til innsatsfaktorene transportdistanser for massehåndtering, transport av materialer til byggeplass, dieselforbruk i anleggsfasen og metode for sprengning av fjell. I tillegg er det også usikkerheter knyttet til hvilke utslippsfaktorer som er representative for de ulike innsatsfaktorene (materialer, energi og transport). Hvilke utslippsfaktorer som vil være gjeldende, vil avhenge av endelig material- og leverandørvalg, men også av hvilke krav som stilles ved gjennomføring av prosjektet.

For beregning av kalksementstabilisering er det forutsatt et konservativt anslag knyttet til mengder kalksement per løpemeter vei. Dette er videre koblet opp mot grove anslag av grunnforhold som krever grunnstabilisering per eksempellinje. Beregning av klimagassutslipp fra kalksementstabilisering anses derfor å være usikre. Samtidig er det tatt utgangspunkt i en konsekvens fremgangsmåte for å beregne utslippet, og dette gir et godt grunnlag for å vurdere de relative variasjonene mellom eksempellinjene.

Hvilke valg som tas ved bygging vil ha avgjørende betydning for det endelige klimaregnskapet til prosjektet. Utslippsfaktorene som er benyttet for disse materialene i klimagassbudsjettet anses som bransjestandard og er dermed konservative. På grunn av dette er det sannsynlig at man kan oppnå betydelige reduksjoner i utslipp knyttet til innsatsfaktorene beskrevet ovenfor. Spesielt når utbyggingen vil skje flere år frem i tid vil det være naturlig å regne med at fremtidens byggematerialer vil ha et lavere klimagassutslipp enn dagens bransjestandard for materialer og teknologi.

Utslipp fra drifts- og vedlikeholdsfasen avhenger av hvordan gjennomføringen og oppfølgingen av dette planlegges. Usikkerhet er knyttet til levetider og slitasje for ulike komponenter og deler av infrastrukturen, samtidig som andre forhold utover teknisk levetid også kan påvirke omfang og tidspunkt for utskiftninger. Dette kan for eksempel være planlagt vedlikehold som utføres i samband med større vedlikeholdsoperasjoner hvor man uansett skal stenge eller redusere kapasiteten på infrastrukturen. Dette øker usikkerheten knyttet til drift og vedlikeholdsfasen. Videre er det også vanskelig å forutsi hvilken teknologi eller materialer som vil være i komponenter som skiftes ut om 25 eller 50 år.

For beregning av utslipp fra arealbeslag tas det utgangspunkt i datasettet FKB-AR5, et landsdekkende arealressurskart. Datasettet inneholder detaljert informasjon om arealtyper som fulldyrka jord, innmarksbeite, overflatedyrka mark, skog og myr, samt treslag og

bonitetsklasse. Videre kobles dette med utslippsfaktorer for arealbeslag definert i Håndbok V712 Konsekvensutredninger. Utslippsfaktorene er konsekvente og brukes gjennomgående på infrastrukturprosjekter når utslipp fra arealbeslag beregnes. Samtidig er det stor usikkerhet knyttet til definert område

7 Diskusjon og anbefalinger for eksempellinjevalg

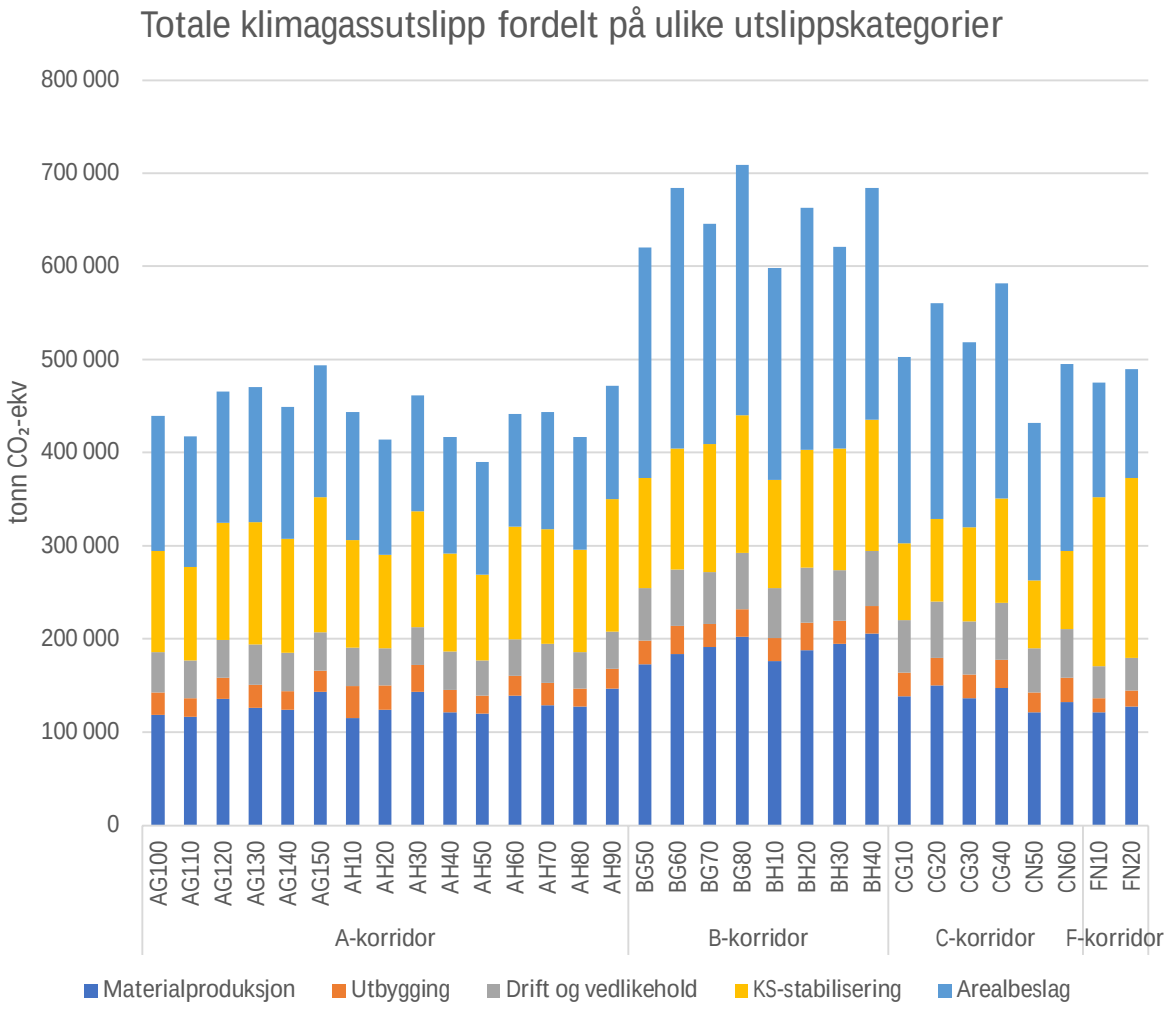
7.1 Anbefalinger for linjevalg

Ved å samle resultatene fra kapittel 0 kan vi få en oversikt over komplette klimagassutslipp per eksempellinje. I Figur 25 er utslipp fra materialproduksjon, utbygging, drift og vedlikehold, KS-stabilisering og arealbeslag presentert per eksempellinje.

Oppsummert oppstår det i snitt høyeste utslippet i korridor B, med 652 900 tonn CO_2-ekv, etterfulgt av korridor C (514 900 tonn CO_2-ekv), korridor F (482 400 tonn CO_2-ekv) og til slutt korridor A (442 200 tonn CO_2-ekv). Sammenlignet med snittutslippet for korridoren med høyest utslipp, ser vi at korridor A har et utslipp som er 32 % lavere.

Eksempellinjen med lavest klimagassutslipp er beregnet til å være AH50, med et totalt utslipp på 389 800 tonn CO_2-ekv i løpet av en levetid på 40 år. Alternativets utslipp påvirkes med bidrag fra arealbeslag (30,9 % av totalutslippet), materialproduksjon (30,8 %), KS-stabilisering (23,7%), drift og vedlikehold (9,8 %) og utbygging (4,8 %). Utslipp fra veitrafikk gjennom levetiden er ikke inkludert i denne sammenligningen.

Oversikten i Figur 25 gir en indikasjon på hvilke eksempellinjer samt korridorer som har størst betydning for klimagassutslippet og kan følgelig brukes som beslutningsgrunnlag for å velge korridor og linje med lavest mulig klimapåvirkning. Ved å ha fokus på dette i denne fasen, kan dette også gi et godt grunnlag for å nærme seg måloppnåelsen før videre tiltak knyttet til anleggsfase, materialer og drift og vedlikehold konkretiseres.



Figur 25 Samlede klimagassutslipp fordelt på veielementer over en levetid på 40 år per eksempellinje for E16 Kongsvinger – E6.

7.2 Vurdering av måloppnåelse for reduksjon av klimagassutslipp

Måloppnåelse går på potensial for reduksjon av klimagassutslipp med 40% i anleggsfasen og 75% i driftsfasen. Potensial for reduksjon vurderes opp mot løsninger som utgjør bransjestandard i 2010.

Forutsetningen for å kunne vurdere om løsningen i kommunedelplanen legger til rette for kutt i klimagassutslipp, er krevende i en fase hvor man utreder alternativer som i utgangspunktet er likestilte. For å vurdere måloppnåelse, trenger man en baseline. Nye Veiers eksisterende prosjekter har tatt utgangspunkt i vedtatt KDP når klimagassbaseline for videre måloppnåelse utarbeides. I den fasen vi er i nå, er det derfor utfordrende å si om planen bidrar til 40 % måloppnåelse fra byggefase. I forutsetningen for vurdering av måloppnåelse legger vi til grunn at prosjektet skal sammenlignes med prosjekter utført etter standard prosjektgjennomføring i bransjen uten særlig vekt på klimagassutslipp. Denne beregningen er det først mulig å gjøre når man har en vedtatt KDP. Fokuset i denne fasen er derfor på å benytte klimagassutredningene til å kunne vektlegge klima når man anbefaler hvilke korridorer man går videre med. Man kan da synliggjøre hvor mye bedre eller verre ulike

korridorer er med tanke på utslipp, mens vurderingen av 40 % reduksjon starter formelt når en KDP er vedtatt.

Det er mulig å oppnå mål om reduksjon av klimagassutslipp i samtlige korridorer og alternativer. Samtidig forutsettes det at ulike tiltak gjennomføres i forbindelse med utbygging og drift/vedlikehold av veien for å nå målet. Tiltak av relevans knyttes blant annet opp mot linjevalg i reguleringsplan, valg av materialer med lavest mulig klimapåvirkning, bærekraftig bruk av drivstoff, optimalisering av massetransport. Konsekvensen av å nå disse målene kan være at det oppstår økte prosjektkostnader i budsjettet, selv om det også kan finnes synergieffekter mellom utslipp og kostnad for enkelte klimatiltak.

Resultatene av beregninger viser at det er mulig å oppnå mål om reduksjon av klimagassutslipp i samtlige korridorer og alternativer. Dette forutsetter tiltak i senere faser av prosjektet ved gjennomføring av drift, herunder tiltak som:

- Reduserer bruk av materialer som asfalt, stål og betong
- Bruk av materialer som har lave utslipp i produksjonsfasen
- Tiltak i anleggsgjennomføringen, som bruk av biodrivstoff, elektrifisering, energioptimalsiering og reduksjon av transport i anlegget
- Tiltak i drift og vedlikehold av anlegget for å redusere utslippene, herunder strømbesparende/strømproduserende utstyr, krav til asfalttype ved reasfaltering mv.

Selv om en i alle korridorer og alternativer kan oppnå prosjektets mål, er det forskjeller i hvor store utslipp som skapes gjennom bygging, drift og vedlikehold for de ulike alternativene. Alternativ BG30, som har høyest utslipp, er beregnet å medføre 82% høyere utslipp enn alternativ AH50, som har lavest utslipp fra materialbruk og i anleggsperioden.

Av presenterte korridorer er det korridor B som har gjennomsnittlig høyest klimagassutslipp (beregnet av gjennomsnittet for tilhørende alternative KU-alternativ), etterfulgt av C og F. Gjennomsnittet av alternativene for korridor A gir lavest klimagassutslipp av korridorene og representerer det laveste utslippet oppnåelig i kommunedelplanfasen. For anleggsfasen er det beregnet at korridoren med lavest utslipp har 33 % lavere utslipp sammenlignet med den mest utslippsintensive korridoren. For drifts- og vedlikeholdsfasen viser tilsvarende forskjell på mellom 0 % og 39 %. For anleggsfasen har korridor A det laveste utslippet sammenlignet med korridoren med høyest utslipp. For drifts- og vedlikeholdsfasen har korridor F det laveste gjennomsnittlige utslippet.

Det er viktig å bemerke at valg av korridor ikke vil forhindre måloppnåelse for prosjektet totalt, men gir en indikasjon på omfanget av utslipp ved ulike korridorvalg. Videre i prosjektfasene vil utslippsbesparelser kunne oppnås som følge av tiltak rettet mot materialvalg, tiltak på anleggsplass eller tiltak i drift- og vedlikeholdsfasen. Relevante tiltak per fase er beskrevet i mer detalj i kapittel 8.

8 Anbefalinger for å nå klimamål

8.1 Valg av trasé og overordnede grep

Det er store variasjoner i klimagassutslipp mellom de ulike korridorene og eksempellinjene. På grunn av dette har valg av trasé stor betydning for hvor omfattende klimatiltak som må utarbeides i senere planfase, ved valg av materialer, og tiltak i løpet av utbygging, drift- og vedlikeholdsfasen. Selv om trasévalg har stor betydning for klimagassutslipp er det derimot viktig å påpeke at valg av korridor eller eksempellinje med lavest klimagassutslipp i seg selv ikke er et mål for prosjektet.

8.2 Anbefalinger, anleggsfase

8.2.1 Transport av masser

Erfaringsmessig inngår transport av masser til og fra byggeplassen som en viktig del av den totale transporten i prosjektet. Utslippet fra massetransport er i tillegg av betydelig karakter, ofte mellom 5% og 15% av totale klimagassutslipp[5]. Ved planlegging av anleggsplassen bør derfor rigg, bygninger, tipp og deponi plasseres med tanke på best mulig logistikk, med kortest mulige transportveier.

Det er i et infrastrukturprosjekt viktig å tilstrebe masseforflytning direkte fra stedet de utvinnes til stedet de skal benyttes. Grunnet tekniske og framdriftsmessige forhold i prosjektet kan dette være en utfordring. I så fall bør man forsøke å mellomlagre langs linja, eller nærmest mulig prosjektet. Mellomlagring medfører til dels ekstra transportarbeid og omlasting av masser, og bør følgelig unngås. Å tilstrebe å benytte mest mulige masser lokalt, både til oppfylling og som tilslag i lokal betongproduksjon, bør også være et viktig fokus.

I tillegg til optimalisering av massetransportdistanser, bør det også vurderes å stille krav til at alle tunge kjøretøy skal tilfredsstille nyeste Euroklasse (Euro VI), bruk av biodrivstoff eller elektrifisering om mulig.

8.2.2 Anleggsmaskiner

Erfaringsmessig er utslipp fra anleggsmaskiner på mellom 5% og 15% av totale klimagassutslipp[6].
Det bør vurderes å stille krav til at alle anleggsmaskiner skal tilfredsstille nyeste Stageklasse (Stage IIIB). I tillegg bør det stilles krav til elektriske anleggsmaskiner, og tas høyde for dette i videre planlegging.

[5] https://www.banenor.no/globalassets/documents/prosjekter/ringeriksbanen-og-e16/reguleringsplan/horingsdokumenter-reguleringsplan/klimagassbudsjett-for-infrastruktur-og-transport.pdf
[6] https://www.banenor.no/globalassets/documents/prosjekter/ringeriksbanen-og-e16/reguleringsplan/horingsdokumenter-reguleringsplan/klimagassbudsjett-for-infrastruktur-og-transport.pdf

8.2.3 Annen energibruk på byggeplass

Bruk av fossilt brensel til oppvarming av luft og varmtvann til brakkerigg bør unngås. Det anbefales å bruke fornybare brensler eller elektrisitet istedenfor. Videre bør energibruk på riggområder og generelt i anleggsfasen minimeres, samt at en bør forsøke å unngå unødvendig bruk av energi og drivstoff gjennom hele byggefasen. Belysning og oppvarming bør begrenses til det som er nødvendig for å ivareta sikkerhet.

Det bør kun benyttes fossilt brensel (i for eksempel aggregater) dersom strøm ikke er tilgjengelig, og det bør ikke benyttes strømaggregat dersom strøm fra nettet er tilgjengelig.

8.2.4 Grønn anleggsplass

Det bør tilstrebes å oppnå grønn anleggsplass i løpet av anleggsfasen. Med grønn anleggsplass menes primært utslippsfri anleggsplass.
Dette innebærer følgende:

- Det skal ikke brukes fossilt drivstoff på maskiner på byggeplassen.
- Så langt det lar seg gjøre skal det benyttes elektriske eller batteridrevne anleggsmaskiner.
- Elektrisitet skal hentes fra strømnettet og ikke fra dieseldrevne aggregater.
- Varme til oppvarming av konstruksjoner og bygg skal hentes fra fjernvarmenettet, om mulig.

Fossilfri anleggsplass kan vurderes på de delene av anleggsgjennomføringen som ikke kan gjennomføres som utslippsfri. Hvis dette legges til grunn, betyr det at det må benyttes biodrivstoff som tilfredsstiller krav i EN 15940.

8.2.5 Sprengning av tunnel

Et betydelig potensial for reduksjon av klimagassutslipp finnes i tunnelutbygging. Følgende tiltak bør vurderes for å redusere klimabidrag:

- Optimalisere tunnelprofilen etter at valg av vann- og frostsikring er gjort. Dette vil redusere muligheten for at ekstra volum fjell må sprenges og transporteres bort.
- Ulike tennsystemer som benyttes sammen med tettere boring i kontur (minimere overberg) kan medføre at behovet for uttak av masser blir lavere, og dermed oppnås en reduksjon i transport.
- Konturborging bør ses i sammenheng med redusert uttak av fjell og redusert transportbehov. Tettere boring i konturen for å minimere mulighet for knøler og overberg vil bidra til økt energiforbruk ved boring og ekstra kostnader, samt et økt forbruk av borstål.
- Optimalisering av type og mengde sprengstoff og tennere som forbrukes.
- Optimalisering av type vann- og frostsikring.

8.2.6 Fjellskjæringer

Det er muligheter for å redusere klimagassutslipp fra fjellskjæringer. Følgende tiltak bør vurderes:

- Trasévalg med optimal helning
- Gjenbruk av masser fra prosjektet

8.2.7 Oppsummering, anleggsfase

I løpet av byggefasen er det store utslipp som forekommer som følge av sprenging, massetransport og drivstofforbruk fra maskiner og utstyr. Det er viktig at byggherre stiller krav til reduksjon gjennom blant annet samhandling med rådgivere, entreprenører og lokale aktører.
Flere ulike underkategorier har relevante tiltak å vurdere.

- Maskiner, utstyr og bygging
  - Vurdere mulighet for elektrifisering av tunnelrigger
  - Elektrifisering av ventilasjon i tunnel
  - Vurdere mulighet for elektriske maskiner og borerigger
  - Vurdere bruk av bærekraftig sertifisert biodrivstoff i anleggsmaskiner der hensiktsmessig
  - Oppnå fossilfri betongherding
  - Vurdere løsninger for energioptimalisering av vifter og ventilasjon
  - Redusere veikropp ved bruk av Leca eller Glasopor som frostsikringslag - kan redusere veikroppen med 60 %
  - Vurdere grunnforhold - redusere grunnstabilisering
  - Redusere eller forby drenering av myr
- Transport av masser
  - Vurdere bruk av bærekraftig biodrivstoff ved massetransport
  - Utarbeide plan for optimalisering og minimering av massetransport
  - Forsøke å gjenbruke av mest mulig masser, i nærhet til prosjekt
  - Kontinuerlig testing og sortering av masser sikrer at høykvalitetsmasser kan gjenbrukes.
  - Fokus på høy utnyttelsesgrad på lastebilene
  - Vurdere alternative transportmåter for massehåndtering
- Sprenging:
  - Vurdere bruk av elektroniske tennere
  - Optimalisert beregning av sprengningsprofiler
  - Vurdere benyttelse av fordemming ved ladning av hull i tunnel for å minimere energitap fra sprengstoff

8.3 Anbefalinger, materialvalg

Innvirkningen materialer som benyttes i et veiprosjekt har på prosjektets totale klimapåvirkning, er i stor grad knyttet til mengdene som forbrukes. De materialer som står for det største forbruket gjennom levetiden til prosjektet, vil som regel gi størst klimapåvirking. Anbefalingene som legges frem fokuserer derfor hovedsakelig på de materialgrupper som benyttes mest.

Det forventes at følgende materialgrupper og aktiviteter har stor betydning:

- Asfalt
- Oppfyllingsmasser og isolasjon
- Betong
- Prefabrikkerte betongelementer (slakkarmert og forspent)
- Sprøytebetong
- Kalksement

Generelt bør valgte tekniske løsninger alltid vurderes med hensyn på optimalisering av mengder og reduksjon av klimagassutslipp.

8.3.1 Asfalt

Omfang: Alle bitumbaserte dekketyper benyttet i bindlag og slitelag.

Klimagassutslippet til asfalt avhenger blant annet av andelen resirkulert asfalt, energibruk, brenseltype i asfaltverket, fuktinnhold og når på året asfalten legges. Med tanke på at asfalt er en av de viktigste bidragene til klimagassbudsjettet, er levetiden til dekkene en avgjørende faktor for å vurdere dekkets totale klimapåvirkning. Eksempelvis, hvis en asfalttype gir kortere dekkelevetid og dermed økt reasfalteringsfrekvens, vil en eventuell miljøgevinst fra lavere klimagassutslipp i produksjonsfasen som regel ha minimal betydning i et livsløpsperspektiv.

Eksempler på tiltak for å redusere klimagassutslipp fra valg av asfalt kan være:

- Lagring av fint tilslag under tak, som reduserer behovet for tørking og gir økt kvalitet.
- Bruk av energikilder som gir lavest mulig CO_2-utslipp.
- Isolering av bindemiddeltaker og bitumenrør.
- Gjenbruk av asfalt.
- Bruk av lavtemperaturasfalt (LTA).

Lavtemperaturasfalt (LTA) er en felles betegnelse på asfaltdekker og produseres ved at bitumen tilsettes noe vann for å skummes før den blandes med stein. Dette muliggjør reduksjon av temperatur i produksjonsprosessen, og påvirker energibruken og klimagassutslippet i positiv forstand. I utgangspunktet skal konvensjonell asfalt og asfalt produsert med lavtemperaturteknikk ha samme levetid.

Ved LTA-produksjon er temperaturen lavere i asfaltverket enn normalt, noe som gir mindre herding av bindemiddelet. Dette kan potensielt gi større deformasjon, men er samtidig mer gunstig når det kommer til utmatting. En kan kompensere for dette ved å bruke et stivere bindemiddel. Lavere produksjonstemperatur kan også gi høyere restfuktighet i asfaltmassen, noe som kan være uheldig med hensyn til bestandighet. En annen fordel ved bruk av LTA er forbedret arbeidsmiljø for de som arbeider med produksjon og legging av asfalt.

8.3.2 Oppfyllingsmasser og isolasjon

Tabell 11 viser en oversikt over klimautslipp fra produksjon og transport av ulike materialer til isolasjon og oppfylling. Tall er vist i kg CO_2-ekv/m^3 produkt. Merk at ulike produkter har ulike isolasjonsegenskaper (lambdaverdi), slik at dersom tykkelse på oppfyllingslaget bestemmes av isolasjonsegenskapene kan ikke utslipp fra produktene sammenliknes pr m^3.

Tabellen viser at pukk har lavest utslipp pr m^3. Skumglass (Glasopor og tilsvarende) har et utslipp i området mellom pukk og EPS og lettklinker (Leca og tilsvarende). Utslipp fra EPS og XPS er veldig avhengig av trykkfastheten til produktet.

Generelt sett bør pukk, skumglass og lettklinker benyttes som oppfyllingsmasse og isolasjon fremfor EPS (med trykkfasthet 100 eller høyere) og XPS der det er hensiktsmessig.

Tabell 11 Klimagassutslipp fra produksjon og transport av ulike materialer til isolasjon og oppfylling.

			Klimautslipp i kg CO_2-ekv/m^3		
Produkt	Type	Lambda, W/mK	A1-A3 - Produksjon	A4 - Transport til byggeplass	A1-A4 - Sum
Lettklinker (Leca og tilsvarende)		0,107	60	6,2	66
Skumglass (Glasopor og tilsvarende)		0,097	35	0,8	36
Pukk			2,9 - 5,3	2,7	5,6 - 7,9
EPS 60	60	0,031-0,038	51 - 59	0,1	51 - 59
EPS 80	80	0,031-0,038	57 - 70	0,2	57 - 70
EPS 100	100	0,031-0,038	68 - 79	0,2	68 - 79
EPS 150	150	0,031-0,038	92 - 108	0,3	93 - 109
EPS 200	200	0,031-0,038	110 - 117	0,3	110 - 117
EPS 250	250	0,038	132	0,3	132
EPS 300	300	0,038	152	0,4	152
EPS 400	400	0,038	191	0,5	192
XPS 200	200	0,034	105	0,1	105
XPS 250	250	0,033	109	0,1	109
XPS 300	300	0,033-0,034	117	0,1	117
XPS 400	400	0,033-0,034	129 - 133	0,1	129 - 133
XPS 500	500	0,033-0,034	137 - 149	0,1	137 - 149
XPS 700	700	0,033-0,034	164 - 183	0,1	164 - 183

8.3.3 Betong

I all hovedsak bør det benyttes SV-standard og lavvarmebetong (SV-lavvarme) type lavkarbonbetong klasse A[7] eller bedre i så stor grad som mulig. Der det ikke lar seg gjøre å benytte lavvarmebetong, bør betong (SV-standard) med høyest mulig andel flygeaske av totalt bindemiddelinnhold benyttes.

I prosjektet bør det settes krav til å fremlegge dokumentasjon med miljødeklarasjoner (EPD) på at valgte betongsammensetninger overholder gitte krav. Videre bør det foreligge fokus på å optimalisere betongsammensetning og at dette tar hensyn til at betongens foreskrevne egenskaper ivaretas både i fersk og herdet tilstand.

8.3.4 Prefabrikkerte betongelementer (slakkarmert og forspent)

Ved valg av prefabrikkerte betongelementer som ikke støpes på anleggsplass bør det velges elementer som produseres med tilsvarende miljøkrav som for plasstøpt betong, med betongklasse lavkarbonbetong klasse A eller bedre.

[7] I henhold til Norsk Betongforening Publikasjon NB37 (2019)

8.3.5 Sprøytebetong

Sprøytebetong bør baseres på blandingssement, av typen CEM II eller CEM III. Alternativt kan CEM I benyttes i kombinasjon av flyveaske, slagg eller andre godkjente pozzolanske tilsetningsmaterialer i dosering 20 – 30 %. Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 76 anbefaler bruk av minst 4 % microsilica, og at microsilica ikke regnes inn i andelen pozzolanske tilsetningsmaterialer som kan brukes med CEM I.

8.3.6 Kalksement

Produksjon av både kalk og sement genererer store klimagassutslipp, og omfattende grunnforsterkning med KS-peler kan dermed utgjøre en stor andel av klimagassutslipp for infrastrukturutbygging. Per i dag er det kun kalksement som benyttes til grunnforsterkning, men det pågår både forskning og testing for å finne metoder for reduksjon i brukes av kalksement, som for eksempel utvikling av målemetoder av faktisk oppnådd styrke i forsterket jord[8]. Dette for å unngå overforbruk av kalksement. En bør derfor følge med i utviklingen på dette feltet. Enn så lenge bør man fokusere på plassering av veitraséen så en kan unngå områder med ustabil grunn.

8.3.7 Oppsummering, materialvalg

Oppsummert kan man i denne fasen ta valg som påvirker materialvalg i form av optimalisering av materialmengder, -typer og utslippsintensitet.

På overordnet nivå anses følgende tiltak som relevante for materialer:

- Asfalt:
  - Forsøke å optimalisere bruken av asfalt så minst mulig reasfaltering kreves
  - Reduksjon i materialbruk i asfaltproduksjon
  - Benytte resirkulert asfalt
  - Produsere asfalt med fornybar energi
  - Benyttelse av tørt tilslag for oppnåelse av god fyringsøkonomi
  - Vurdere lavtemperaturasfalt
  - Vurder mulighet for gjenbruk av masser til produksjonen av asfalt
  - Oppnå lavest mulig utslipp fra produksjon av pukk og grus
  - Opprett et sentralisert asfaltverk på anleggsplass for reduksjon i transportavstand
  - Vurder fossilfri teknologi til drift av asfaltverk
- Stål:
  - Anvend høyest mulig andel av resirkulert armeringsstål og andre relevante stålkonstruksjoner
  - Etterstrebe å bruke stålmaterialer med lave utslipp i produksjonsfasen
- Betong:
  - Benytt lavkarbon betong der dette er mulig
  - Fokus på at betong skal produseres med fornybar energi

[8] Eksempelvis: KlimaGrunn: Nytt innovasjonspartnerskap skal redusere klimautslipp | Statens vegvesen

    - Vurder om andre og mer miljøvennlige materialer kan anvendes som erstatning for betong
    - Fokus på optimalisering av konstruksjoner der betong er relevant
- Kalksement
    - Forsøk å unngå bygging på områder med ustabil grunn
    - Følg med på ny teknologi- og materialutvikling for grunnstabilisering

8.4 Anbefalinger, drift og vedlikehold

En rekke forutsetninger for å oppnå klimagassreduksjoner legges i planleggings- og designfasen. Dette gjelder utslipp tilknyttet materialvalg og anleggsgjennomføring, men også de utslipp som oppstår i drift- og vedlikeholdsfasen av anlegget. På grunn av dette er det også viktig å ha fokus på driftsfasen i planleggingsfasen. Sentrale metoder å bruke for å følge opp prosjektet underveis og sikre at tiltak har ønsket effekt i et livsløpsperspektiv, både mhp. klima og økonomi, er livsløpskostnader (LCC) og livsløpvurderinger (LCA).

Organisasjonen Zero og Nye Veier har utarbeidet en sjekkliste for klimatiltak i anleggsbransjen[9]. I sjekklisten er det presentert noen designløsninger som kan gi reduksjoner i utslipp ved drift av veistrekningen:

- Vurdere å ta i bruk løsninger som gir egenproduksjon av strøm til drift av utstyr.
- Ta i bruk LED-belysning med dimmere på veianlegget.
- Fokus på lavt energiforbruk knyttet til elektrisk infrastruktur.
- Fokus på valg av slitesterk asfalt for å redusere frekvens for reasfaltering.
- Optimalisering av logistikk/kjørelengde for driftstekniske løsninger

[9] sjekklista-fra-ZERO-og-Nye-Veier.pdf