Muligheter og barrierer for fossilfrie anleggsplasser i transportsektoren

Kunnskapsgrunnlag til Samferdselsdepartementets handlingsplan og grunnlag for Nasjonal transportplan 2022–2033

Jernbane-direktoratet

KYSTVERKET

AVINOR

NyeVeier

Statens vegvesen

Innhold

1. Sammendrag 4
2. Innledning 8
Fossilfri kontra utslippsfri 13
3. Klimagassbudsjett i etatene og foretakene 15
3.3.1 Eksempler fra vegsektoren 16
3.3.2 Eksempel fra Jernbanedirektoratet 20
3.3.3. Eksempel fra Avinor 22
3.3.4. Eksempel fra farledsprosjekt i Kystverket 24
4. Identifisere tiltak og virkemidler 27
4.1 Utslippsreduksjoner i planfasen 27
4.2 Utslippsreduksjoner ved anskaffelser og bestillinger 27
4.3 Utslippsreduksjon gjennom bedre logistikk og massehåndtering 30
4.4 Utslippsreduksjoner ved FoU og teknologi 32
4.5 Utslippsreduksjoner med dagens maskinteknologi 33
4.6 Fartøysfornying gir utslippsreduksjoner 33
4.7 Utslippsreduksjoner gjennom energieffektiv bruk av maskinene 34
4.8 Utslippsreduksjoner gjennom god drift og vedlikehold av maskinene 35
4.9. Utslippsreduksjon gjennom bruk av fossilfritt drivstoff 35
4.10 Nullutslippsmaskiner 37
4.11 Utslippsreduksjon gjennom andre tiltak og virkemidler 39
5. Materialer brukt i anlegg 41
5.1 Sement og betong 42
5.2 Stål og konstruksjoner 43
5.3 Asfalt 44
5.4 Stein 45
5.5 Tre 47
6. Barrierer og kostnader knyttet til redusere utslipp fra anlegg 48
6.1 Barrierer 48
6.2 Kostnader knyttet til innføring av nullutslipps-anleggsmaskiner 49
6.2.1 Kostnadsbildet for maskiner og lastebiler 50
6.2.2 Gravemaskiner 52

6.2.3 Dumpere 53
6.2.4 Hjullastere 54
6.2.5 Lastebiler 54
6.2.6 Reduserte kostnader ved teknologiutvikling 57
6.2.7 Kostnader knyttet til utbygging av infrastruktur til utslippsfrie maskiner 57
6.3 Kostnader ved bruk av biodrivstoff 60
7. Effekter av tiltakene på støy, lokal luftforurensning 62
8. Eksempler på beste praksis 63
8.1 Oslo Lufthavn 63
8.2 Fergekontrakter i Hordaland 64
8.3 Anleggsmaskinpool i Østfold og Trøndelag 64
9. Forslag til arbeid med pilotprosjekter 65
10. Lenker 67
Vedlegg 1: Mandat for arbeidet 68
Vedlegg 2: LCA i etatene 70

1. Sammendrag

Denne rapporten skal dekke to formål, den skal utgjøre et kunnskapsgrunnlag til arbeidet med fossilfrie anleggsplasser i Samferdselsdepartementet og den skal danne et grunnlag for transportetatenes og Avinors forberedelser til neste Nasjonale transportplan (NTP).

Rapporten er utarbeidet av Kystverket, Jernbanedirektoratet, Avinor, Nye Veier og Statens vegvesen Vegdirektoratet. I rapporten er det i hovedsak sett på hvordan utslippene fra anleggsmaskiner kan reduseres, altså tolket begrepet «fossilfrie anleggsplasser» til å omfatte direkte klimagassutslipp fra maskiner og kjøretøy. Det er ikke sett på fossilfri hydraulikkolje og kun i begrenset grad sett på bygg. Det er likevel sett på livsløpsutslipp fra materialer blant annet fordi materialvalg også påvirker de direkte utslippene på en anleggsplass.

<u>Klimagassutslipp fra anleggsarbeid</u>
Etatene og foretakene i transportsektoren har i dag metoder for å beregne klimagassutslipp fra anleggsarbeid. Disse varierer i kompleksitet og modenhet og er derfor ikke direkte sammenlignbare per i dag. Etatene samarbeider for å gjøre metodene mer sammenliknbare og vil på sikt vurdere muligheten for å bruke et felles system.

Klimagassutslippene fra bygging av transportinfrastruktur er i hovedsak knyttet til bruk av diesel på anleggsmaskiner og til utslipp fra materialproduksjon (f.eks. produksjon av asfalt, stål og sement). Fordelingen av utslippene mellom disse to kategoriene vil være ulik fra prosjekt til prosjekt. En gjennomgang av tilgjengelig statistikk for bygge- og driftsfasen av veg- og jernbaneprosjekter tyder på at dieselforbruket står for om lag 10-30 % av utslippene. Materialproduksjonen står for brorparten av de resterende utslippene. I tillegg oppstår det klimagassutslipp som en følge av arealbruksendringer. For farledsprosjekter er dieselforbruket hovedkilden til utslipp. For Avinor varierer det litt hvilke utslippskilder som er størst, men det er klimagassutslipp knyttet til energibruk i drift og materialproduksjon som er de største utslippskildene.

De direkte utslippene fra anleggsarbeid er estimert til å være på cirka 600 000 - 700 000 tonn CO_2-ekv. per år (SSB/Miljødirektoratet). Dette tilsvarer 4-5 % av utslippene i transportsektoren. Vi har per i dag ikke statistikk som viser hvor mye av disse anleggsutslippene som er knyttet til bygging av transportinfrastruktur og hvor mye som er andre anlegg (bygg etc.).

Bruk av diesel i anleggsmaskiner og kjøretøy som frakter materialer og masser til og fra anlegg er ikke-kvotepliktige utslipp som rapporteres som en del av det norske utslippsregnskapet som del av «transportutslipp». Utslipp knyttet til fremstilling av materialer som stål og sement vil i hovedsak vil være omfattet av kvoteplikt i det landet der produksjonen skjer (materialproduksjon i Norge og EU/EØS) og bokføres på utslippsregnskapet som «kvotepliktig industriutslipp». Materialproduksjon i land utenfor Norge og EU/EØS bokføres i det landet der utslippet skjer og omfattes av landets klimaregnskap. For materialer som asfalt og fabrikkbetong vil utslippene være en blanding

av kvotepliktige og ikke-kvotepliktige. Utslipp fra produksjon av bestanddeler i disse materialene, som for eksempel bitumen og sement, kan være omfattet av kvoteplikt, mens andre deler av utslippene knyttet til produksjonen skjer ved virksomheter som ikke er omfattet av kvoteplikt eller oppstår som en følge av transport mellom ulike produksjonssteder.

Klimaloven kan føre til skjerping av kravene til rapportering av direkte utslipp fra anleggsvirksomheten i transportsektoren. Detaljert rapportering kan gi økt mulighet til målstyring og sammenligning av prosjekter og entreprenører.

Reduksjon av klimagassutslipp fra anleggsplasser

Fossilfrie anleggsplasser vil omfatte bruk av biodrivstoff, bruk av nullutslippsmaskiner (el og hydrogen) eller en kombinasjon av disse. I tillegg til å fokusere på innføring av ny, utslippsfri teknologi er det viktig å jobbe med reduserte utslipp fra anleggsarbeid gjennom forbedret planlegging og logistikk, bedre vedlikehold av maskiner, «økokjøring» av maskinene og optimal organisering av anleggsplassen («jobsite set-up»).

I tillegg til direkte utslipp fra dieselbruk i maskiner er det betydelige utslipp knyttet til produksjon av blant annet sement, betong og stål. Utslipp fra materialbruk kan reduseres ved å redusere mengden materialer som benyttes og ved å velge null- eller lavutslippsmaterialer (f.eks. bærekraftige trematerialer, gjenbruksstål eller lavutslippsbetong). I større anlegg kan noen materialer, f eks. asfalt og pukk, produseres på anlegget ved bruk av lokale ressurser, dersom råvarekvalitetet er ivaretatt. Dette vil minimere transport til anlegget. Materialvalg, -materialkvalitet og materialmengder påvirker de direkte utslippene fra en anleggsplass (dieselforbruk), og vil påvirke ressursvurderingen i bærekraftsammenheng og utslippsvurderinger i klimasammenheng.

Biodrivstoff

De fleste anleggsmaskinene kan i dag benytte innblandet eller ren biodiesel av typen HVO. Hovedbarrieren for økt bruk av biodrivstoff vil være pris og tilgang på bærekraftig biodiesel. Bærekraftig biodrivstoff er en begrenset ressurs. Bruk av biodrivstoff som er produsert av uheldige råstoffer kan føre til høye klimagassutslipp i produksjonslandene slik at netto-utslippene øker. Prisen på biodrivstoff er avhengig av den samlede etterspørselen i markedet, og om biodrivstoff blandes inn i vanlig drivstoff eller om det leveres som 100% biodrivstoff. Bruk av avansert biodrivstoff har en samfunnsøkonomisk tiltakskostnad på rundt 2000 kr/tonn CO_2-ekv. For brukeren vil det bedriftsøkonomiske regnestykket avhenge av avgiftene på fossilt drivstoff. Maskiner som benytter biodrivstoff vil slippe ut mange av de samme helseskadelige stoffene og føre til de samme støyutfordringene som fossildrevne maskiner.

Nullutslippsmaskiner

Nullutslippsmaskiner kan bestå av kombinasjoner av ulike teknologier så som plugin-drift med strømkabel, batteridrift, brenselceller (hydrogen) eller kombinasjoner av disse. For bare noen få år siden virket det urealistisk at store batteri-elektriske arbeidsmaskiner skulle

komme på markedet før nærmere 2030, mens det nå er mange maskinprodusenter som tester ut teknologien. I 2018 selger Pon sine første batteridrevne 25-tonns gravemaskiner.

Potensialet for elektrisk drift er størst i nærheten av kapasitetssterk infrastruktur for elektrisitet. Samtidig er det i bynære områder spesielt viktig å redusere utslipp av helsefarlige stoffer (PM, NOx mm.) for å forbedre lokal luftkvalitet. Utfordringer for jernbane, farledsprosjekter og veg er tilgang til elektrisk energi på anlegget og lademuligheter med høy effekt. Bruk av elektriske maskiner kan kreve endringer i måten vi organiserer og planlegger byggearbeidene våre på.

Hydrogenelektriske anleggsmaskiner er enda ikke produsert, men teknologien er testet i ulike biltyper og busser. Sammenliknet med batteridrift har brenselceller fordeler og ulemper. En av de største fordelene er at gassen har høy energitetthet og kan tankes like raskt som flytende drivstoff. Den største ulempen er at konverteringstapet per i dag er betydelig sammenliknet med bruk av batterier som energilager. For at hydrogen skal være et utslippsfritt alternativ må det være produsert fra vann med fornybar elektrisitet og ikke ved hjelp av reformering av naturgass.

Prisen på nullutslippsmaskiner vil være høy så lenge maskinene bestilles som prototyper eller ombygde dieselmaskiner, men prisene vil falle jo større markedet blir og jo billigere hydrogen- og batteriteknologien blir. Fra å ha en samfunnsøkonomisk kostnad på nærmere 10 000 kr per tonn CO_2-ekvivalenter forbedres kostnadseffektiviteten vesentlig når produksjonsvolumet øker til noen tusen maskiner. Den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden vil da kunne ligge under 1000 kr/tonn CO2, når infrastrukturkostnadene ikke er medregnet. Det er viktig å merke seg at det er relativt stor usikkerhet knyttet til kostnadsanslagene, blant annet fordi det ikke er gjort tilsvarende beregninger tidligere.

En vesentlig del av de samlede kostnadene for overgang til utslippsfrie maskiner vil bestå av kostnader til elektrisitetsforsyning til anleggsplasser og til frakt og lagring av hydrogen. Det er per i dag vanskelig å anslå eksakt hvor mye det vil koste å etablere infrastrukturen, men det synes som kostnadene er høyere for å etablere hydrogenfyllestasjoner sammenliknet med en ladeinfrastruktur for elektrisitet. Et alternativ er å produsere hydrogen sentralt og transportere dette til anlegget. I områder med svak infrastruktur for elektrisitetsforsyning kan batteribanker være en løsning. Stasjonære batteribanker kan jevne ut effekttopper eller batteribankene kan transporteres inn i anlegget på lastebil for lading av maskinene der de til enhver tid befinner seg.

Det er viktig å merke seg at synergier og etterbruk kan ha avgjørende betydning for regnestykket. En høy investeringskostnad til hydrogenfyllestasjon med lokal produksjon ved elektrolyse kan i mye større grad la seg forsvare om stasjonen kan benyttes som tankstasjon for tunge kjøretøy etter at anleggsarbeidet er ferdigstilt.

<u>Pilotprosjekter</u>
Økt bruk av biodrivstoff behøver ikke pilotering siden de aller fleste maskiner kan benytte ren HVO i dag. Det er behov for flere piloter på utslippsfrie maskiner (elektriske og

hydrogendrevne) som bidrar til å utvikle teknologien ytterligere, hvor forskjellige størrelser, forskjellige tidspunkt og forskjellige klimasoner testes ut. Flere små pilotprosjekter eller prosjekter som tester ut en liten del av helheten vil kunne spre kunnskap over flere entreprenører og flere fagmiljøer i alle regioner i landet. Småskala piloter er i gang og flere kan startes fortløpende, mens større pilotsatsinger trolig ligger et par år fram i tid. Småskala piloter vil redusere risikoen for uforutsette kostnader, og redusere kostnader med back-up-løsninger. Planleggingen kan og bør skje med innspill fra både maskinleverandører og entreprenører. Å gå til innkjøp av nullutslippsmaskiner kan oppleves som en risikofylt investeringsbeslutning før markedet er modent og byggherrene konsekvent etterspør nullutslippsløsninger. Testing av maskiner kan organiseres gjennom maskinpooler, hvor risikoen for de enkeltentreprenørene reduseres.

Kostnadsbildet og driftsrisiko ved utslippsfrie anleggsmaskiner kan være faktorer som testes i pilotprosjekter. Utgiftene til utslippsfrie maskiner og klimavennlige materialer vil være relativt høye i de første prosjektene. Kostnadene vil falle i tråd med økt erfaring og masseproduksjon. Innsparinger på drivstoff vil i noen prosjekter etter hvert kunne bli betydelige.

For å oppnå kostnadseffektive reduksjoner av klimagassutslippene fra anlegg er det viktig å optimalisere hele utbyggingsprosjekter, og ikke bare se på en maskintype eller en materialgruppe. Kostnader, utslippsreduksjoner og framdrift i anleggene kan henge sammen, og ved for snevert fokus (for eksempel å kreve lavutslippsbetong i hele anlegg, ved å kreve et bestemt antall utslippsfrie maskiner e.l.) risikerer man å påvirke både byggetid, byggekostnader og levetid på en måte som ikke samsvarer med utslippsreduksjonene.

2. Innledning

Samferdselsdepartementet (SD) har bedt Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Avinor, Bane NOR og Nye Veier om å lage et kunnskapsgrunnlag for en handlingsplan for fossilfrie anleggsplasser. Dette kunnskapsgrunnlaget er utarbeidet i fellesskap mellom Statens vegvesen, Kystverket, Jernbanedirektoratet, Avinor og Nye Veier. Denne rapporten presenterer det etatene pr. juni 2018 besitter av kunnskap på området, og svarer ut to overlappende oppdrag:

- oppdraget fra SD om kunnskap til bruk i en handlingsplan for fossilfrie anleggsplasser. Mandatet fra Samferdselsdepartementet finnes i sin helhet i vedlegg 1.
- oppdraget fra NTP-sekretariatet om å se på hvordan utslipp fra anleggsvirksomhet og drift av infrastruktur kan reduseres gjennom tiltak og krav i kontrakter.

Interesseorganisasjoner og leverandører har bidratt med kunnskap i et innspillsmøte (ZERO, Drivkraft Norge, MGF, MEF, EBA, Norcem) og med utfyllende informasjon i etterkant av møtet. I tillegg har vi i etterkant av møtet hatt kontakt med PON og Nasta/Sintef.

Forutsetninger og avgrensninger

Dette kunnskapsgrunnlaget fokuserer på klimagassutslipp fra anleggsplasser i transportsektoren, og hvordan utslippene kan reduseres på kort og lengre sikt. Direkte utslipp som inngår i de norske klimaforpliktelsene er forsøkt løftet fram der vi har tallgrunnlag for dette. Dokumentet er basert på de metoder og beregninger av klimagassutslipp som etatene og Avinor i dag besitter. Tiltak på bygninger er i hovedsak utelatt og det samme er utslipp fra bruken av infrastrukturen.

Begrepet «fossilfri anleggsplass» kan oppfattes å kun omfatte endret drivstoffbruk i maskiner. Denne rapporten har et bredere fokus ved å også omtale utslipp fra produksjon av de materialene som betyr mest for utslippene i klimasammenheng. Utslippene fra materialproduksjon utgjør en stor del av de totale utslippene fra infrastrukturbyggingen

Etatene og foretakene i transportsektoren har ulik tilnærming og metodikk til å beregne klimagassutslipp og tallene i denne rapporten er basert på dagens verktøy. Tallene er basert på ulike forutsetninger. I det pågående arbeidet med NTP samarbeider partene om å utvikle mer sammenliknbare beregninger av klimagassutslipp. Framtidig bruk av mer detaljerte beregningsverktøy vil gi bedre statistikkgrunnlag. Videre arbeid med krav og bestillinger til både maskiner og materialer vil gi erfaringer rundt kostnader og eventuell risiko forbundet med innføring av ny teknologi.

Transportinfrastruktur – stor variasjon i anlegg, men mange felles utfordringer

Transport på veg, skip og fly står overfor store teknologiske endringer. Etter hvert som transportmidlene blir utslippsfrie, vil utslipp fra utbygging og drift av infrastrukturen utgjøre en stadig større andel av samferdselssektorens samlede utslipp. For jernbane er dette allerede tilfelle ettersom nybygd infrastruktur bygges for elektrisk togdrift (nullutslipp).

Anleggsområdene i transportsektoren kan være svært store i utstrekning, på det meste flere titalls kilometer. Veg og jernbane er langstrakte anlegg som kan kreve mye sprengning og masseflytting, bygging av tunneler, bruer og fundamenter og mye bruk av stål og betong.

Bygging av flyplasser har også mange likheter med veg og jernbane gjennom at nye rullebaner krever masseflytting og bruk av betong og asfalt. Det har vært lite bygging av rullebaneinfrastruktur de senere årene. Bygging av flyplassterminaler har lite felles med veg og jernbaneanlegg.

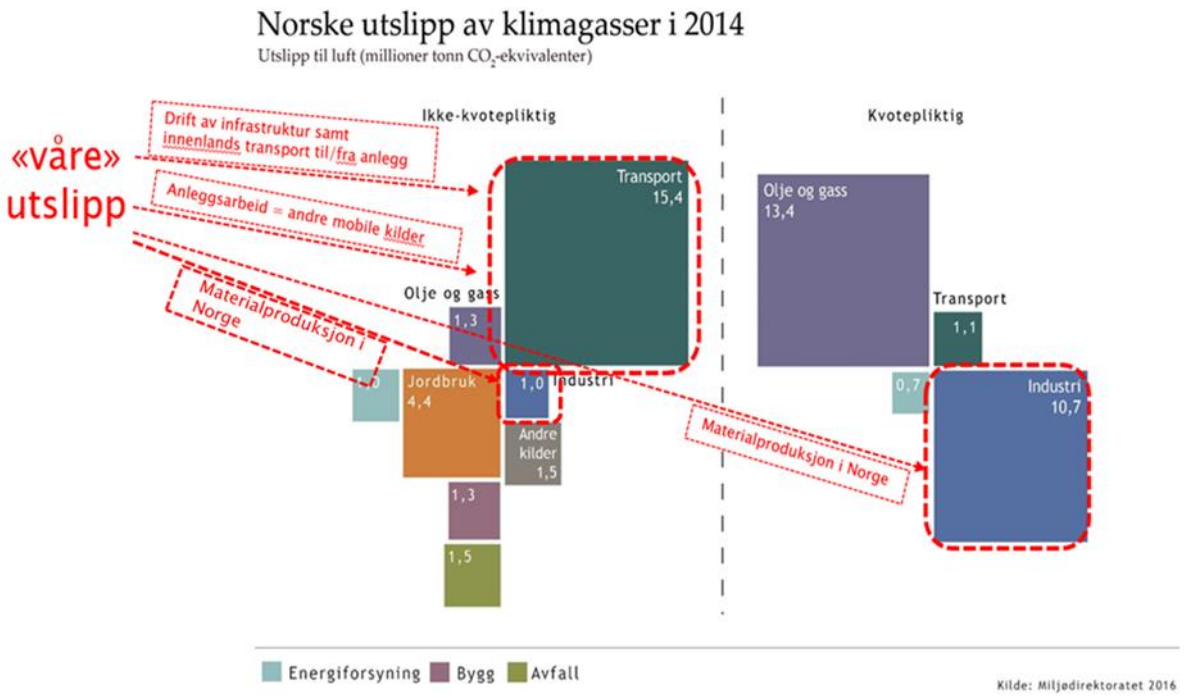
Bygging av havner og moloer krever masseflytting og noe bruk av betong. Utdyping av farleder er i hovedsak masseforflytning. Tiltak spesielt i og i nærheten av havner krever også i mange tilfeller at store mengder forurensede masser transporteres til godkjente deponi. Bygging av skipstunnel vil ha flere likhetstrekk med veg og jernbanetunneler.

Selv om tiltakene er ulike, kan det være likheter i hvordan klima- og miljøutfordringer løses, for eksempel gjennom modellverktøy og anskaffelsesprosedyrer. Dialogen mellom bestillere og leverandører om hvordan klimagassutslippene kan reduseres i tråd med nasjonale mål skjer fortløpende og utviklingen innenfor området skjer svært raskt.

Utslipp utenfor og som del av kvotesystemet

Figur 1 viser hvilke utslipp som påvirkes av bygging av samferdselsprosjekter. Bruk av diesel i anleggsmaskiner og kjøretøy som frakter materialer og masser til og fra anlegg er ikke-kvotepliktige utslipp, mens utslipp knyttet til fremstilling av materialer i hovedsak vil være omfattet av kvoteplikten (materialproduksjon i Norge og EU). Materialproduksjon i land utenfor Norge og EU vil naturlig nok ikke være omfattet av EUs kvotesystem, men inngår i produksjonslandets utslippsforpliktelser.

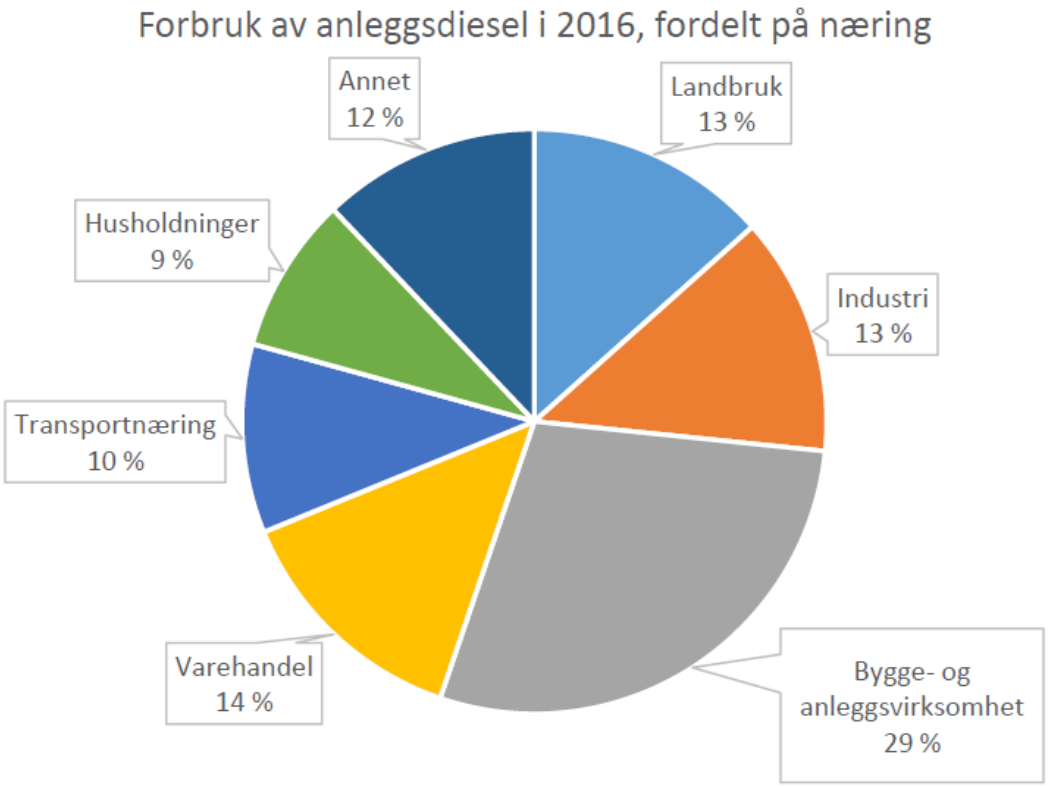
Tiltak for å redusere utslipp innenfor et område kan føre til økte utslipp innenfor et annet område, eller tiltak for å redusere utslipp i byggefasen kan føre til økte utslipp i drifts- og vedlikeholdsfasen. Det er derfor viktig å se de samlede utslippene fra bygging av transportinfrastruktur og drift/vedlikehold under ett. Ved å se på bærekraft, klimagassutslipp og grønt skifte på tvers av kvoteplikt/ikke-kvoteplikt, og samtidig se på samferdselssektoren sin infrastruktur fra vugge til grav vil vi kunne optimere tiltak og virkemidler slik at den samlede nytten blir størst mulig for samfunnet. Dette krever samarbeid og koordinering av offentlige aktører og arbeidsdeling mellom offentlig og privat sektor.



Figur 1 – Norske utslipp av klimagasser. Miljødirektoratet 2016

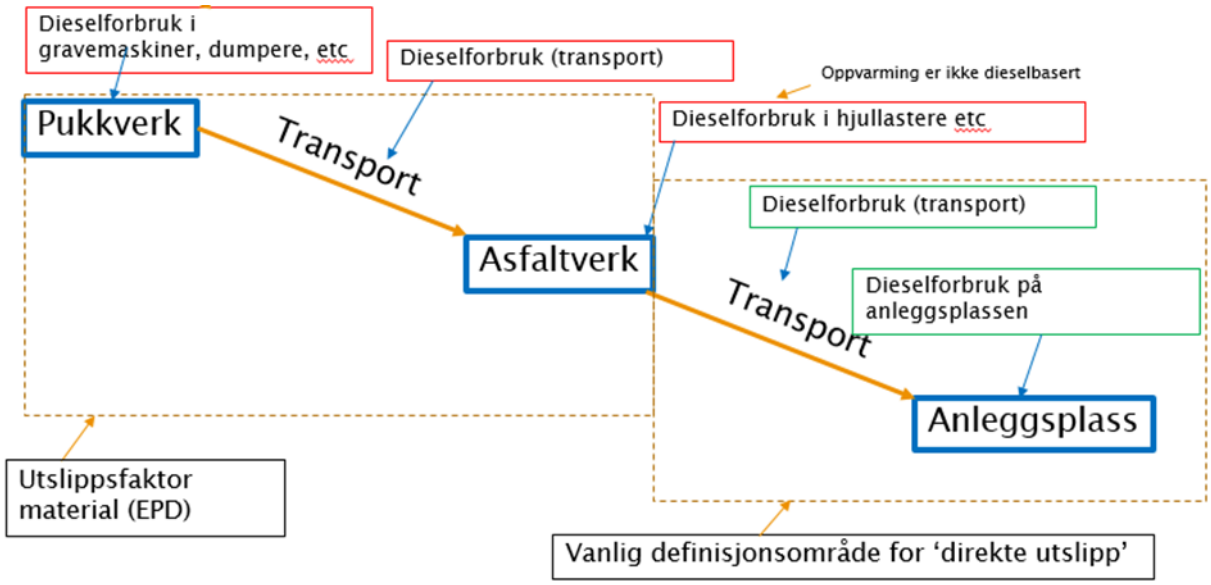
Det er krevende å anslå totale utslipp fra dieselbruk på anleggsplasser. Utslipp fra bruk av «anleggsdiesel» (diesel uten veibruksavgift) er i sin helhet plassert i utslippskategorien "6.4.3 Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskaper: diesel" i SSBs statistikk, som er en samlekategori for alle dieseldrevne ikke-veigående kjøretøy. Dette inkluderer blant annet diesel benyttet i jordbruksmaskiner, på industriområder, men også bruk av diesel som fyringsolje til oppvarmingsformål på bygge- og anleggsplasser. Det totale utslippet av klimagasser på denne koden i utslippsregnskapet var på cirka 2 millioner tonn CO_2-ekv. i 2016 (SSB).

Basert på inndelingen i næringer som Miljødirektoratet har gjort (Figur 2), kan man anslå at det direkte utslippet fra dieselbruk på anleggsplasser var på rundt 600 000 tonn CO_2-ekv. i 2016. Tall fra energibalansen antyder et noe høyere utslipp på rundt 700 000 tonn CO_2-ekv. i 2016. Det tilsvarer rundt 4-5 % av utslippene fra transportsektoren. Basert på tilgjengelig statistikk er det ikke mulig å anslå hvor mye av utslippene fra anleggsplasser som er knyttet til bygging av infrastruktur for transportsektoren.



Figur 2 – Forbruk av anleggsdiesel i Norge i 2016, fordelt på sektorer. Kilde: SSB-tabell 11558 (gruppering gjort av Miljødirektoratet).

Figur 3 illustrerer hvor det oppstår direkte utslipp i en produksjonskjede for asfalt. De røde boksene viser direkte utslipp som ikke telles som utslipp fra anleggsplassen, mens de grønne boksene viser utslipp som inngår i utslippsberegningene til byggherren. Bidraget i produksjonskjeden fra pukkverk til asfaltverk innarbeides i miljøvaredeklarasjonen for asfaltproduktet (rød), men kommer også til syne i SSB sin statistikk for salg av (anleggs)diesel i tillegg. En undersøkelse av et lite utvalg av prosjekter i regi av SVV viser at direkte utslipp i materialproduksjonsfasen (røde bokser) kan være større enn de direkte utslippene i de andre fasene (grønne bokser). Reduksjon av materialforbruk reduseres de direkte utslippene i produksjonskjeden.



Figur 3: Illustrasjon av hvor det oppstår direkte utslipp ved produksjon av asfalt.

Aktører med ansvar og aktiviteter for å redusere klimagassutslipp

Arbeidet med å redusere klimagassutslippene fra anleggsvirksomheten skjer i alle faser fra planlegging, anskaffelse og gjennomføring. Prosjekteier legger rammene, men utviklingsarbeid kan også skje hos entreprenørene og produsenter av maskiner, materialer og drivstoff.

DIFI og Miljødirektoratet har ansvaret for veiledning innenfor anskaffelsesregelverket og mot kommunal miljøforvaltning, og gir bl.a. gjennom sine nettsider råd om innkjøp og klimavennlige materialer, teknologier og drivstoff. I tillegg utveksles det erfaringer mellom ulike offentlige etater. Statsbygg har vært langt framme på miljøstyring og bygging, og Oslo kommune har stilt offensive krav til utbygginger i hovedstaden gjennom underetater som Undervisningsbygg og Omsorgsbygg.

Pilot E og ENOVA kan til sammen gi støtte til alle faser av utvikling og innføring av ny teknologi. Et mulig fremtidig CO_2-fond vil kunne bidra til det samme. Det er pr dato er ukjent hvilke tiltak et mulig fond vil støtte.

Leverandørutviklingsprogrammet og Grønn anleggssektor er møteplasser mellom det offentlige, næringslivet og forskningen som samler og formidler kunnskap og erfaringer. I regi av «Leverandørutviklingsprogrammet» har «Fellesinitiativet for utslippsfrie anleggsmaskiner» laget en felles intensjonserklæring om å bestille utslippsfrie anleggsmaskiner fra 2019. Grønn anleggssektor er et Forskningsrådsstøttet 3-årig program som drives av SINTEF Byggforsk, som skal samle anleggssektoren for å utvikle konkurransedyktige og verdiskapende løsninger for miljøvennlig og fossilfri anleggsdrift.

Bransjeforeninger har egne initiativ for reduserte klimagassutslipp, og deres medlemmer og andre innen produksjon av materialer, maskiner og gjennomføring av anlegg har egne aktiviteter og planer som ledd i egen miljøsatsing og egen miljøstyring og miljøsertifisering.

Interesseorganisasjoner som for eksempel ZERO og Bellona bidrar med kunnskapsformidling gjennom nettsider og direkte kontakt med næringslivet og offentlige aktører, og gjennom deltagelse i for eksempel «Fellesinitiativet for utslippsfrie anleggsmaskiner» og «Grønn Anleggssektor».

Fossilfri kontra utslippsfri

En *utslippsfri* anleggs- og byggeplass innebærer bruk av energikilder som ikke fører til utslipp av klimagasser. Utslippsfrie anleggsmaskiner er for eksempel batterielektriske maskiner, elektriske maskiner koblet direkte til strømnettet eller hydrogendrevne maskiner. Utslippsfrie alternativer til oppvarming er basert på elektrisitet, fjernvarme og andre energibærere som ikke fører til CO_2-utslipp på byggeplassen. Det er viktig å merke seg at «utslippsfritt» referer til at maskinene ikke har eksosutslipp, men disse vil likevel føre til støvoppvirvling og partikkelutslipp fra slitasje av dekk, bremser og underlaget. Produksjonen av maskinene/kjøretøyet vil medføre klimagassutslipp. Eliminering av eksosutslipp og redusert motorstøy gjør slike maskiner særlig attraktive i områder med støy- og luftforurensningsutfordringer. Energiproduksjon, maskinproduksjon, maskinvedlikehold, opphugging av utslitt maskin etc. vil gi utslipp og er dermed en del av en bærekraftsvurdering, men omfattes ikke av begrepet utslippsfri anleggsplass.

En *fossilfri* anleggs- og byggeplass innebærer bruk av energikilder som ikke gir utslipp av CO_2 fra fossile kilder (ordinær bensin og diesel). En fossilfri anleggs- eller byggeplass kan i tillegg til batterielektriske maskiner, elektriske maskiner koblet direkte til elektrisitetsforsyningsnettet eller hydrogendrevne maskiner også bruke biobasert brensel, herunder pellets, biodiesel og biogass. Drivstoffproduksjon, maskinproduksjon, maskinvedlikehold etc er ikke omfattet av begrepet fossilfri anleggsplass.

Innføring av fossilfrie anleggsplasser kan enten skje i store sprang på enkeltanlegg, eller som en gradvis innføring i alle anlegg. Hvis innføringen skjer ved at noen enkeltanlegg går foran, vil det bety at disse anleggene tar den økonomiske risikoen ved å teste nye teknologiske løsninger, og at de tar den økonomiske belastningen som kan komme ved overgang til bærekraftig biodrivstoff. Dersom overgangen til fossilfrie anleggsplasser skjer gjennom en gradvis innføring, for eksempel ved at utslippsfrie maskiner testes ut i noen anlegg samtidig som alle andre anlegg stiller krav om innblanding av en gradvis stigende prosentandel av biodrivstoff i anleggsdiesel, vil fortsatt noen enkeltprosjekter ta risikoen ved å teste nye løsninger, mens den økonomiske belastningen ved eventuelt stigende biodrivstoffpriser i større grad fordeles på alle brukere av biodrivstoff i Norge. Denne typen vurderinger gjøres sannsynligvis i forbindelse med utredningen om omsetningskrav for biodrivstoff i anleggsdiesel som pågår i Miljødirektoratet.

Materialene som brukes (stein, betong, asfalt osv.) vil gi direkte utslipp fra transport til anleggsplassen. Materialene kan også til en viss grad produseres på anleggsplassen ved bruk av olje og kan dermed gi direkte utslipp av CO2. En anleggsplass kan ikke sies å være fossilfri eller utslippsfri dersom det produseres materialer (for eksempel pukk eller asfalt) med fossil olje inne på anleggsområdet.

3. Klimagassbudsjett i etatene og foretakene

Per i dag er det varierende grad av rapportering på dieselforbruk på anleggsplassene i de ulike etatene, men de fleste etatene gjør modellberegninger i forkant av prosjektene. De siste årene er det utarbeidet klimagassbudsjetter for en del av de store utbyggingsprosjektene i transportsektoren. Budsjettene lages i en tidlig fase og er usikre. Etterhvert som anleggene blir ferdig kan man lage klimagassregnskap, som kan dokumentere effektene av veivalg og tiltak i prosjektene. Regnskapene vil også bidra til å kvalitetssikre og utvikle klimagassbudsjettene i tidligfase. De skal være sammenlignbare og troverdige, og verktøyene bør være så enkle og effektive som mulig. I NTP-prosessen arbeider etatene med hvordan beregningsgrunnlaget kan samordnes på kort og lengre sikt for å kunne gi bedre og mer sammenliknbare tall til beslutningstakere.

For å kunne sammenligne ulike traseer, materialvalg, transportformer mm. bruker transportetatene og -foretakene livsløpsberegninger (LCA). Her ser man blant annet på klimagassutslipp knyttet til råvareutvinning, produksjon av materialene, transport, bruk og avhending. Ved å ta hensyn til de totale utslippene som oppstår over livsfasen, sikrer man at beslutningene som tas gir den beste ressursutnyttelsen. Resultater fra en livssyklusanalyse er ikke en fasit for for eksempel trasevalg, men bidrar til et bedre beslutningsgrunnlag. Tall fra livssyklusanalyser har blitt brukt som en del av grunnlaget i de samfunnsøkonomiske beregningene også i tidligere Nasjonale transportplaner.

Stor variasjon i anlegg og utslippskilder

Det totale utslippet fra bygging av landbasert infrastruktur som veg og bane varierer ut fra terrenget. Noen steder er det mye tunnel og brukryssinger, andre steder mest løsmasser, flatt og lite sprengning. Livsløpsanalyser viser store forskjeller både mellom tiltak og på hvilken del av tiltaket som gir de største utslippene. For prosjekter som inneholder forholdsvis mye betong og stål (tunneler, bruer), vil materialproduksjon bidra desidert mest til totalutslippene. For prosjekter som stort sett består av veg i dagen, vil produksjon av asfalt og bruk av diesel ha større betydning. Som tommelfingerregel for veganlegg utgjør materialene ca. 2/3-del av utslippet. Dette inkluderer materialbruk i drift og vedlikeholdsfasen. Diesel til transport og anleggsmaskiner, sprengning og arealbruksendring utgjør ca. 1/3-del. Andelen utslipp fra fossilt drivstoff er lavere for bygging av jernbane og tilsvarende høyere for materialbruk. Materialene gir for det meste indirekte utslipp som er omfattet av kvotehandel. For farledstiltak er utslippene i all hovedsak knyttet til transport og drift av anleggsmaskiner og masseforflytning. Dette er direkte klimagassutslipp og del av utslippene i samferdselssektoren som skal reduseres.

Mangler felles verktøy for klimagassutslipp

Etatene og foretakene har hatt ulike metoder og verktøy for å beregne utslipp, som varierer i kompleksitet og modenhet (nærmere beskrevet i vedlegg 1). Det samarbeides nå for å gjøre metodene mer sammenliknbare og se på muligheten for å bruke et felles system. Hovedforskjellene på verktøyene i dag er at omfanget av enkelte prosesser ikke er harmonisert og at man benytter ulike utslippsdata per enhet materialer og energibærer. I tillegg behandles utslipp fra drift og vedlikeholdsfasen ulikt. Hovedprinsipper i tilnærming er

lik. Det ligger dermed til rette for et felles verktøy, med inngangsdata og systemgrenser tilpasset den enkelte etaten, og utslippsdata fra de samme databasene.

Det er foreløpig få infrastrukturprosjekter med klimaregnskap for direkte utslipp. De klimabudsjettene og klimaregnskapene som pr i dag finnes fokuserer på utslipp gjennom hele levetiden. Dette er viktig for å unngå å investere i løsninger der enkeltelementer/anleggsfasen har lave klimagassutslipp, men totalen kommer dårlig ut. For eksempel dersom materialer har kort levetid og må erstattes etter uforholdsmessig kort tid, eller det velges løsninger som gir betydelig større utslipp i drifts- og vedlikeholdsfasen.

Både tidligfaseverktøyet som Jernbanedirektoratet benytter og Statens vegvesens EFFEKT benyttes til å vurdere klimautslipp ved plassering av traséer i en tidlig planfase. Begge disse verktøyene gir informasjon om totale utslipp basert på blant annet antall løpemeter infrastruktur som tenkes bygget. Ved konkrete sammenlikninger av verktøyene gjennomført rundt 2009 av Asplan Viak framkom det en del forskjeller mellom verktøyene.

Systematiske forbedringer av datagrunnlag nødvendig

Statistikkgrunnlaget på klimagassutslipp gjennom livsløpet har også noen svakheter. Beregningene er basert på mange antagelser (eks. manglende EPD-er gir usikre utslippsfaktorer, ukjent typevalg av materialer, mengder materialer og omfang av masseflytting, klimaeffekt av avskoging, etc). Etatene har ikke felles grunnlag/standarder for beregningene, og beregningene gir derfor ikke nødvendigvis helt sammenlignbare tall. Flere beregninger, oppdatert felles verktøy med standarder som er implementert i håndbøker og prosedyrer og nye og flere EPD-er vil føre til bedre datagrunnlag. Det er også et forbedringspotensialet når det gjelder integrering av livsløpsanalyser med andre systemer og prosedyrer (eks. 3D-modellering og LCC). Slikt arbeid pågår både nasjonalt og internasjonalt. Materialstrømsanalyse (i tillegg til dagens LCA-verktøy) ville kunne avdekke flaskehalser når det gjelder tilgang til materialer i framtida og dermed danne bedre grunnlag for estimering av framtidas behov/utslipp.

3.3.1 Eksempler fra vegsektoren

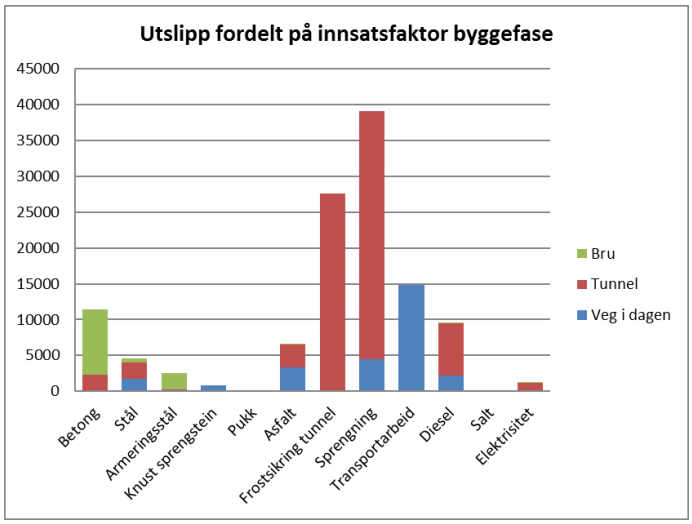
Vegsektoren (Nye Veier og Statens vegvesen) har utviklet standardiserte beregningsverktøy for klimagassbudsjettberegning. Alle tall i dette kapitelet er beregnete, og ikke rapporterte/målte, utslipp. Nye veier bruker klimagassberegning for tidligfase utviklet av Niras og Statens vegvesen har tidligfaseverktøyet Effekt som gir et anslag for klimagassutslippene fordelt på direkte og indirekte utslipp. LCA er et verktøy som gir oversikt over utslippet i et livsløpsperspektiv og skiller ikke på direkte og indirekte utslipp. Disse metodene har til sammen blitt brukt til å beregne utslippene fra ca. 30 prosjekter. I tillegg er det laget klimagassregnskap for noen få prosjekter. Tabell 1 viser de fleste resultatene for klimagassbudsjett for ulike prosjekter. Utslippene inneholder materialproduksjon, vegbygging og drift og vedlikehold i 60 år. Utslipp fra trafikk/bruk av veien er ikke inkludert.

Tabell 1 – Oversikt over anlegg og beregnede klimagassutslipp

Prosjekt	Antall felt	Bru og tunnel %	Utslipp tonn CO2/km	
E18 Bommestad- Sky	4	59	11 510	
Fv17/720 Dyrstad-Sprova-Malm	2	100	21 825	
Rv13 E02 Ryfylketunnel fra Solbakk	4	80	8 020	
Rv13 E03 Ryfylketunnelen fra Hundvåg	4	87	8 755	
E39 E04 Eiganestunnelen	4	77	22 554	
Rv13 E05 Hundvågtunnelen	4	82	12 559	
E16 Bymoen-Stygdalen var A	4	?	26 217	
E16 Bymoen-Stygdalen var B	4	?	17 747	
E6 Labdalen – Skaberud	4	?	3 250	D+V ikke inkludert
E18 Sky – Langangen	4	?	5 240	D+V ikke inkludert
Fv465 Kvåle – Ulland	2	?	550	D+V ikke inkludert
Rv 7 Sokna – Ørgenvika	2-3	?	3 220	D+V ikke inkludert
E18 Gulli – Langåker	4	?	2 870	D+V ikke inkludert
GS Bjørkenes – Lillevåje	3,5 m	?	430	D+V ikke inkludert
E6 Ranheim – Værnes	4	34	3 779	D+V ikke inkludert
E6 Kvithammar – Åsen	4	52	6 979	D+V ikke inkludert
E6 Kvål – Melhus	4	2	3 403	D+V ikke inkludert
E18 Rugtvedt – Dørdal	4	14	6 006	D+V ikke inkludert

Det må presiseres at tallene bare gir en indikasjon. De er ikke er modne nok til å basere konklusjoner på. En av grunnene til det er at utslipp fra rundsum-postene (dvs. poster som ikke er knyttet til mengder, eks. rigg for byggherre og riving av hus) ikke er inkludert i beregningsresultatene ennå. Disse kan utgjøre en signifikant andel. Det er også usikkerhet knyttet til utslipp fra sprengstoff. Her må bransjen utvikle gode utslippsfaktorer og de ulike verktøyene må samkjøres. Totalutslippene per prosjekt er såpass ulike at det ikke er mulig å gi et gjennomsnittstall per km eller m^2.

I dagsoneprosjekter er utslippet i hovedsak knyttet til produksjon av asfalt, både i produksjonsfasen og drift- og vedlikeholdsfasen. Bruk av diesel på anleggsmaskiner og masse/materialtransport er også viktig. For tunnelprosjekter derimot, er betong og (armerings)stål de største bidragsytere, sammen med sprengstoff, og bruk av diesel har forholdsvis mindre betydning. Fordeler vi utslippet på ulike innsatsfaktorer får vi fordeling som vist i Figur 4.



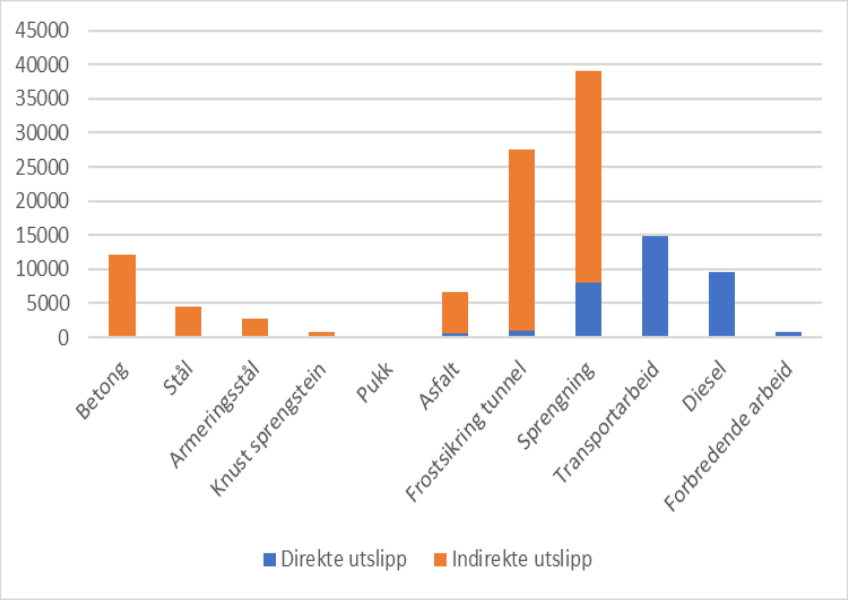
Figur 4 – Beregnete klimagassutslipp fordelt på innsatsfaktorer i byggefasen i tonn CO2-ekv. for prosjekt E6 Kvithammer-Åsen

Utslippene fra prosjektene vil variere ut fra terrenget de skal gå i. Noen steder er det mye tunnel og andre steder er det knapt tunnel og mest løsmasser og lite sprengning. LCA-beregninger viser store forskjeller mellom strekningene, se Tabell 1. Direkte utslipp utgjør til dels en begrenset andel av utslippet, se Tabell 2. Foreløpige beregninger viser at direkte utslipp i drifts- og byggefasen samlet varierer fra ca. 10-30 % av det totale utslippet. Andelen er avhengig av type prosjekt og type terreng.

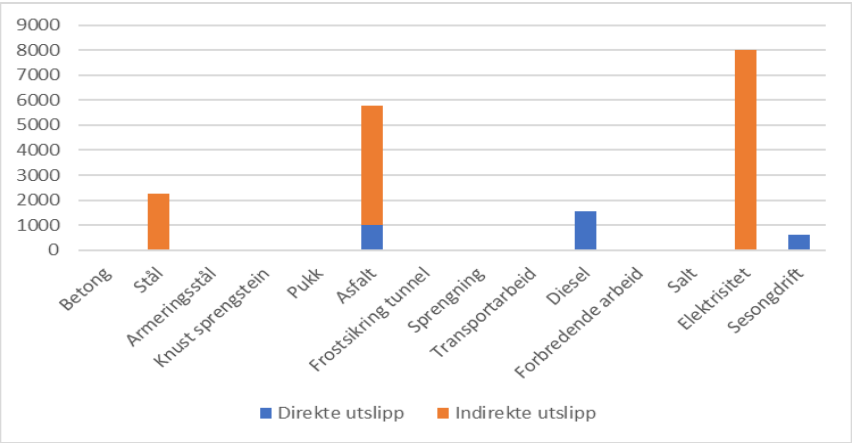
Tabell 2 – Beregnete CO2-utslipp fra utvalgte veiprosjekter

	Direkte utslipp CO2-ekv.fra byggefasen (tonn)	Totale utslipp CO2-ekv.fra byggefasen (tonn)
E16 Eggemoen – Olum	7 020	28 553
E18 Lysaker – Strand	7 131	15 252
E39 Svegatjørn-Rådal	3 222	35 882
E39 Dregebø-Grytås og Birkeland-Sande N	168	1 324
E39 Bjørset-Skei	159	1 267
E39 Ørskogfjellet, krabbefelt	1 231	2 771
E39 Lønset-Hjelset	4 080	9 476
E39 Betna-Stormyra	19 453	40 479
E134 Tveit – Gjerde	3 263	6 815
Rv 4 Roa – Gran gr inkl. Jaren-Amundrud	4 756	11 408
E6 Jaktøya-Sentervegen	6 626	15 735
E6 Vindåsliene-Korporalsbrua	7 344	15 663
Rv. 706 Sluppen bru med tilknytninger	1 917	6 995

Figur 5 og Figur 6 gir en oversikt over fordeling mellom direkte og indirekte utslipp per innsatsfaktor for samme prosjekt (E6 Kvithammar – Åsen) for henholdsvis bygge- og driftsfasen.

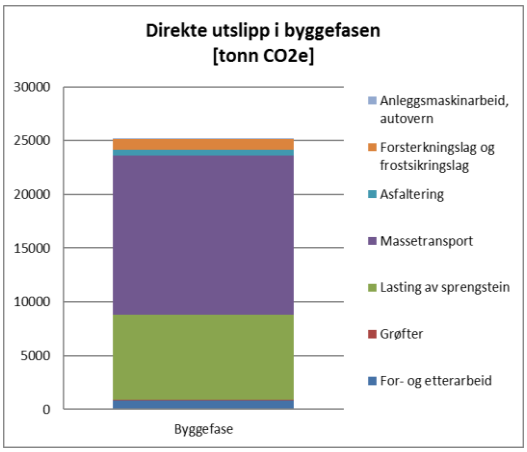


Figur 5 – Fordeling av utslipp på direkte og indirekte utslipp for de ulike innsatsfaktorene for strekningen E6 Kvithammar-Åsen for byggefasen basert på klimagassberegning for tidligfase utviklet av Niras.

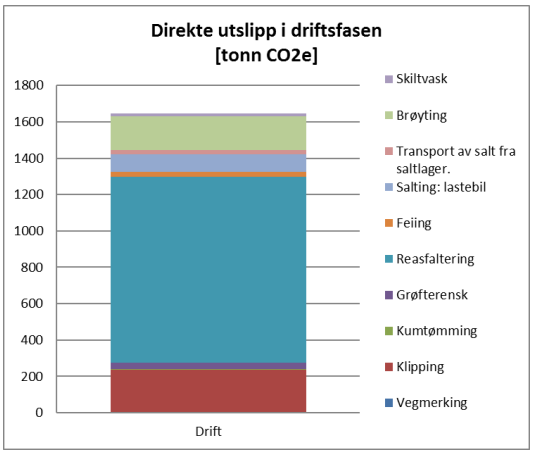


Figur 6 – Fordeling av utslipp på direkte og indirekte utslipp for de ulike innsatsfaktorene for strekningen E6 Kvithammar-Åsen for driftsfasen basert på klimagassberegning for tidligfase utviklet av Niras

Direkte utslipp fordelt på de ulike aktivitetene for henholdsvis drifts- og byggefasen framgår av Figur 7 og Figur 8 for strekningen E6 Kvithammar-Åsen. Legg merke til at det er ulik skala på figurene.



Figur 7: Beregnete direkte utslipp i hele byggefasen



Figur 8: Beregnete direkte utslipp i driftsfase over livstiden (40 år)

Rapportering av dieselforbruk

Per i dag er det i varierende grad rapporteringskrav på dieselforbruk på anleggene. Dersom dette skal etableres for alle prosjekter, er det nødvendig å legge det inn som et krav i konkurransegrunnlag for nye prosjekter. Innarbeidelse i pågående prosjekter vil kunne medføre en tilleggskostnad. Etablering av gode løsninger for datafangst av mengder energi (alle typer) som brukes i bygge- og anleggssektoren kan på sikt være med å gi økt transparens mellom aktørene i hva som er forbrukt mengde pr. investert krone. Data bør hentes inn fra maskinstyring og andre løsninger for automatisk avlesing. Over noe tid vil man kunne se at de enkelte aktørene begynner å sammenligne seg imellom og forbedre egne rutiner. Det kan være hensiktsmessig å starte med store prosjekter, for eksempel over 750 millioner kroner.

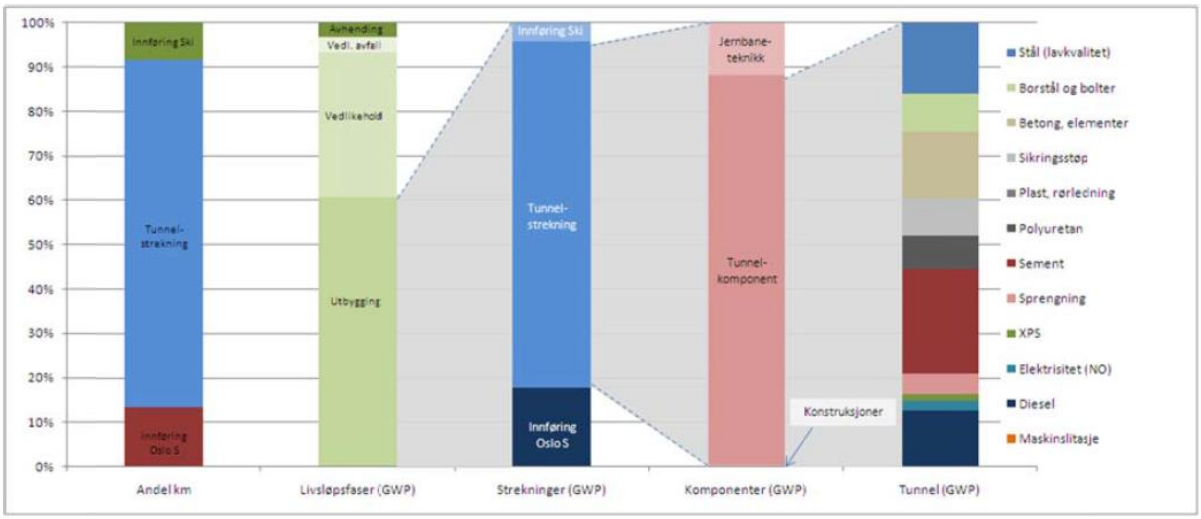
3.3.2 Eksempel fra Jernbanedirektoratet

Follobanen er en ny jernbaneforbindelse mellom Oslo S og Ski som i hovedsak bygges som en dobbeltløpet tunnel med 250 km/t som dimensjonerende hastighet. Follobanen er det jernbaneprosjektet som har kartlagt LCA-klimagassutslipp fra bygging, drift og vedlikehold mest i detalj til nå. Prosjektet har en betydelig høyere tunnelandel enn et gjennomsnittlig infrastrukturprosjekt for jernbane og resultatene må leses i den kontekst. I følge Bane NOR har det blitt utarbeidet klimagassbudsjetter basert på en LCA-tilnærming for alle IC-prosjektene der planlegging er igangsatt etter at veilederen basert på Follobanen ble utarbeidet.

Klimagassutslippene er beregnet å utgjøre 407 000 tonn fra utbyggingen ut fra en LCA-tilnærming med nærmere definerte systemgrenser (Miljøbudsjett for Follobanen,

Infrastruktur – Dobbeltspor Oslo–Ski (Jernbaneverket 2011, UOS-00-A-36100). *Herav er de direkte klimagassutslippene beregnet å kunne utgjøre ca 50 000 tonn CO2 ved bruk av konvensjonelle arbeidsmaskiner*. Resultatene omfatter både tunnelstrekningen, innføring på Oslo S og Ski stasjon. Samlet sett er utslippene beregnet å utgjøre 671 000 tonn for bygging, drift og vedlikehold over en 60-årsperiode, noe som betyr at utbyggingsfasen står for over 60 % av utslippene. Utslippene ville vært lavere om enkeltløpet tunnel ble valgt til dobbeltsporet. Alt i alt er dette antakelig det mest utslippsintensive jernbaneprosjektet som er bygget her til lands.

Som det fremgår av Figur 9 utgjør tunneldelen den aller største delen av utslippene i anleggsfasen. Forbrukt diesel utgjør mellom 10 og 15 % av utslippene knyttet til tunnelbyggingen. Videre utgjør bruk av betong, stål og sement de største utslippene fra materialbruken ved bygging (70-80 %). Karbonintensiteten ved valg av disse materialene vil dermed ha stor betydning for klimafotavtrykket fra byggingen.



Figur 9 – Beregnete CO_2-utslipp fra bygging av Follobanen.

Samlede lokale klimagassutslipp fra maskin- og elektrisitetsforbruk utgjør til sammen 64 500 tonn CO_2-ekvivalenter av totale utslipp fra utbygging, drift og vedlikehold. Dersom nordisk elektrisitetsmiks hadde vært lagt til grunn i stedet for norsk miks + import ville disse utslippene fra elektrisitet vært betydelig større. Basert på underliggende data er det vurdert at de direkte klimagassutslippene, som teller i det norske utslippsregnskapet, ligger på ca 50 000 tonn. De direkte utslippene er i hovedsak knyttet til forbrenning av diesel til anleggsmaskiner og biler.

Prosjekteringen av Follobanen og resultatene som er presentert i rapporten er basert på sprenging som drivemåte for tunnelstrekningen. Bruk av tunnelbormaskin (TBM) er ikke utredet i denne rapporten. En slik drivemåte vil medføre et høyere elektrisitetsforbruk og valg av elektrisitetsmiks ville få større betydning. Samtidig vil tunnelboring med TBM kunne gi økte utslipp fra materialer til full utstøpning av tunnelhvelvet inkludert armering, slik at det ikke er gitt at livsløpsutslippet er lavere. De direkte utslippene fra anleggsdiesel vil

derimot kunne bli lavere ettersom færre lass kjøres med dumper ut fra tunnelløpet under drivingen.

En rapport som ytterligere detaljerer utslippene (Follobanen Oslo-Ski EPD-rapport for Follobanen, Jernbaneverket 2013, UOS-00-A-36405) anslår høyere utslipp enn fra den opprinnelige rapporten fra 2011. Samlede livsløpsutslipp over 60 år er beregnet å utgjøre 803 000 tonn CO2-ekvivalenter. Hvis vi forutsetter omtrent den samme fordelingen mellom utslipp fra bygging og drift/vedlikehold kommer vi frem til et utslipp på 487 000 tonn fra byggefasen. Tilsvarende vil de direkte utslippene fra diesel øke til ca. 60 000 tonn, dvs ca. 20 % fra budsjettet for utredningsfasen.

Elektrifiseringsprosjektet for Trønder- og Meråkerbanen har laget et klimabudsjett for hele prosjektet som konkluderer med kort tilbakebetalingstid før utslippene fra de fysiske installasjonene er oppveiet av reduserte utslipp fra togfremføringen samt overført trafikk fra veg til jernbane som en følge av raskere fremføringstid etter elektrifisering. Når man elektrifiserer en eksisterende jernbane vil en stor del av materialbruken utgjøres av stål og andre metaller. Som en del av prosjektet inngår imidlertid også rivning av en rekke lave vegbruer og etablering av nye med tilstrekkelig høyde for det overliggende kontaktledningsanlegget. Det er ikke mulig å lese ut fra miljøprogrammet for Elektrifisering Trønder- og Meråkerbanen (Prosjekt 960272) hva direkteutslippet av klimagasser fra anleggsmaskiner er budsjettert å være. Det er imidlertid kvalitativt beskrevet at utslippene fra materialbruk er større enn anleggsdiesel. Benytter vi samme prosentvise fordeling som for Follobanen vil utslippet fra diesel utgjøre ca. 2000 tonn CO2-ekvivalenter.

Alternativvurderingen i elektrifiseringsprosjektet sammenlikner broer med bærende konstruksjon av henholdsvis limtre, betong og stål og viser signifikante forskjeller i LCA-klimagassutslipp til fordel for trekonstruksjonen, selv om vi inkluderer usikkerheten knyttet til langtidseffekten av karbonbinding i massivtre. Kostnadene for bygging av bro i tre er imidlertid betydelig høyere enn hhv. stål- og betongbro.

Rapportering av dieselforbruk

Jernbanedirektoratet ser for seg at rapportering av tall for budsjettert bruk av diesel i planfasen og forbrukt mengde diesel i byggefasen, for jernbanesektoren, innarbeides avtalene som inngås med Bane NOR SF. Prosjekter som planlegges vil måtte innhente erfaringstall fra liknende prosjekter basert på prosjektspesifikk informasjon. I byggefase vil være naturlig at Bane NOR innhenter dieselforbruket fra entreprenørene etter at et prosjekt er ferdig bygget, slik at summen kan rapporteres videre

3.3.3. Eksempel fra Avinor

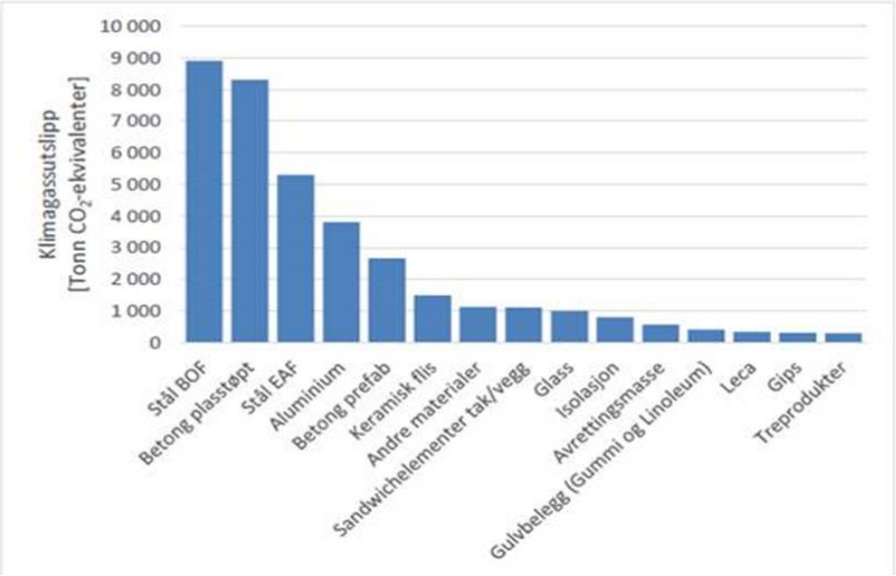
Avinor har relativt få store bygge- og anleggsprosjekter. De siste 10 årene er det gjennomført noen slike store prosjekter, hvorav bygging av terminal 2 (T2) på Oslo lufthavn og bygging av terminal 3 (T3) på Bergen lufthavn er to eksempler på store byggeprosjekter.

Begge disse prosjektene har hatt en egen prosjektorganisasjon, og byggene ble ferdigstilt i 2017. Bygninger omfattes ikke av oppdraget. Eksempler fra T3 er tatt med for å vise metode og tilnærming som også vil bli benyttet i eventuelle framtidige infrastrukturprosjekter.

Avinor har ikke konkrete tall på kostnad pr tonn/CO2 spart, men mener likevel at det er flere momenter som gjør at det i sum er økonomisk gunstig å stille strenge krav til miljø/klima i større utbyggingsprosjekter da dette gir mindre økonomisk risiko.

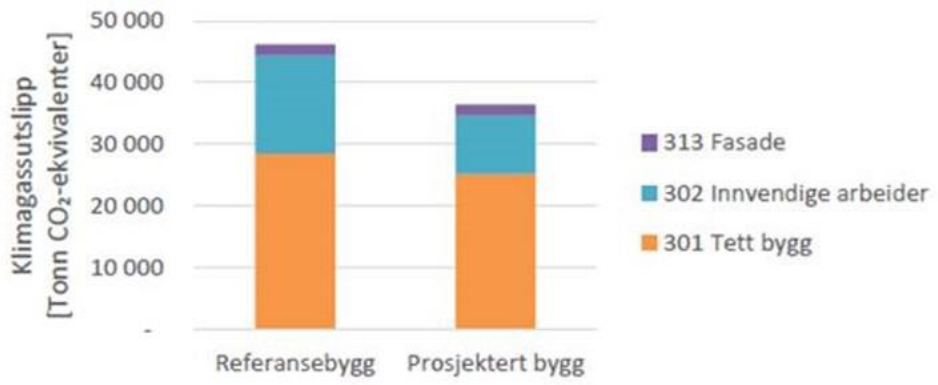
Avinor har som mål å være en drivkraft i miljøarbeidet innen luftfart, men også redusere egne klimagassutslipp. Disse ambisjonene er blant annet videreført gjennom miljøprogrammet for T3 ved Bergen lufthavn, der klimagassutslipp inngår som et sentralt område. Klimagassregnskapet til T3 inkluderer utslipp forbundet med energi- og sprengstoffbruk i anleggsfasen, utslipp forbundet med produksjon og transport av materialer til terminalbygget og utslipp forbundet med energibruk i drift av bygget. Forbruk av drivstoff var i løpet av anleggsfasen ca 2,5 millioner liter.

Figur 10 viser klimagassutslipp fra materialbruk i prosjektert bygg, fordelt på materialtype i tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2017-2077.



Figur 10 – Klimagassutslipp fra materialbruk i prosjektert bygg, T3 Bergen lufthavn

Klimagassregnskap fra materialbruk i referansebygget er på ca. 46.200 tonn CO_2-ekvivalenter, eller 770 tonn CO_2-ekvivalenter per år gjennom hele levetiden. En sammenligning av prosjektert bygg og referansebygg vises i Figur 11.



Figur 11 – Klimagassutslipp fra prosjektert terminal (T3) sammenlignet med referansebygg

Rapportering av dieselforbruk

Avinor har i dag data over drivstofforbruk på store utbyggingsprosjekter, slik som utbyggingen av terminal 2 på Gardermoen og terminal 3 i Bergen. Ved mindre byggeprosjekter foreligger det ikke informasjon om drivstofforbruk. Dersom dette skal etableres for alle prosjekter over en viss størrelse, vil det være viktig å legge drivstoffrapportering inn som et krav i konkurransegrunnlaget for utbyggingsprosjekter. Det må da etableres gode rutiner for datafangst, og data bør lagres i Avinors miljødatabase. I første omgang vil det være hensiktsmessig å starte med denne type datafangst på større prosjekter, da det kan være krevende å finne denne informasjonen i mindre prosjekter/ombyggingsprosjekter.

3.3.4. Eksempel fra farledsprosjekt i Kystverket

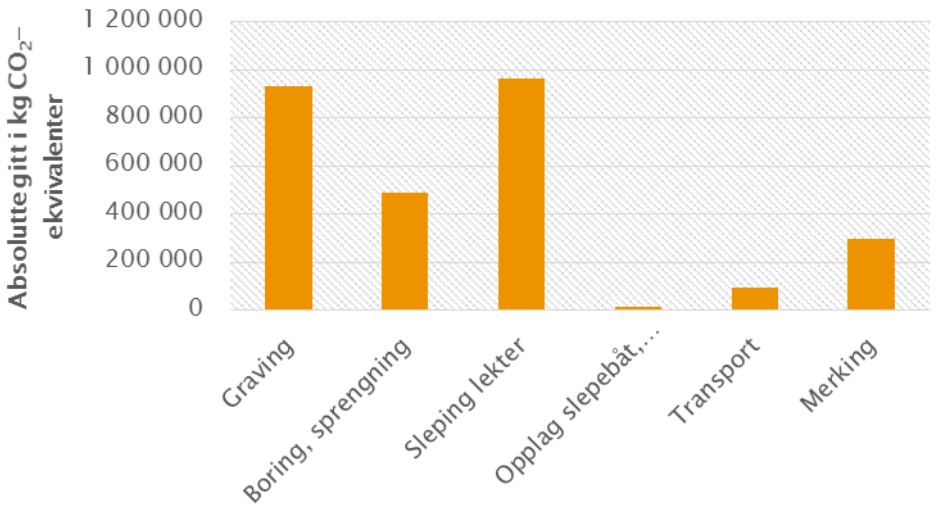
Kystverket er i startfasen med klimagassbudsjett og regnskap, og har dermed lite statistikk og erfaringstall. Beregnet utslipp er fra utdypingen av Grøtøyleden, som er et typisk farledsprosjekt. Det gjøres oppmerksom på at Tabell 3 ikke inneholder tall for det komplette prosjektet, men hoveddelen av anleggsfasen var gjennomført på det tidspunktet beregningene ble gjort.

Tabell 3 – Beregning av klimagassutslipp for Grøtøyledprosjektet.

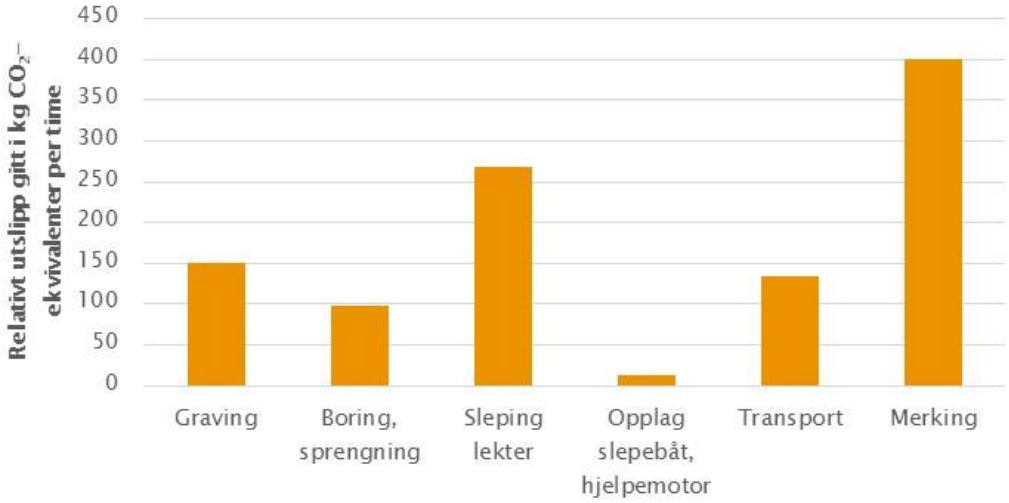
Aktivitet	Maskin	Drivstoff	Masser, pfm^3	Tid, timer	Liter pr time	Forbruk, liter	Utslippsfaktor, kg CO_2 ekv. pr. liter drivstoff
Graving	Boulder, 170t gravemasin	Diesel	170 000	6 200	56	348 000	2,67620
Boring, sprengning	Boulder, borutrustning	Diesel	170 000	4 960	37	182 400	2,67620
Sleping lekter	Delfi slepebåt	Diesel	170 000	3 600	100	360 000	2,67620
Opplag slepebåt, hjelpemotor	Delfi slepebåt	Diesel	170 000	1 200	5	6 000	2,67620
Transport	Mannskapsbåt	Diesel	170 000	720	50	36 000	2,67620
Merking	Annet, gravemaskin, arb.båt, etc	Diesel	N/A	740	149	110 600	2,67620

Absolutte utslipp er beregnet til 2 791 tonn CO_2-ekvivalenter. Relative utslipp er beregnet til 160 kg CO_2-ekvivalenter per time og 16 kg CO_2-ekvivalenter per m^3 masse håndtert.

Figur 12 gir en oversikt over absolutte utslipp fordelt over hver aktivitet. De største utslippene kommer fra graving og sleping av lekter, mens transport og merking utgjør mindre poster. I forhold til utslipp per time (Figur 13) fremstår merking som den mest karbonintensive fasen og transportfasen er tilnærmet like karbonintensiv som boring/sprengningsfasen. Merk at beregningene ble gjort før prosjektet var avsluttet og dermed ikke nødvendigvis viser de faktiske totale utslippet.



Figur 12 – Totale beregnete utslipp per aktivitet gitt i kg CO_2-ekvivalenter



Figur 13 – Relativt utslipp per aktivitet (maskin) gitt i kg CO2-ekvivalenter per time

Rapportering av dieselforbruk

Fra og med 2018 ber Kystverket utførende entreprenører om å føre regnskap over dieselforbruk i prosjekter, og rapportere per år og totalt i prosjektet ved avslutning.

4. Identifisere tiltak og virkemidler

Tiltak og virkemidler som bidrar til redusert klimagassutslipp fra anleggsektoren finnes på mange nivåer og med ulikt potensiale. Det er avgjørende å avveie tiltakene med hensyn til virkning på kort og lang sikt, sikre at reduksjoner i byggefaser ikke øker utslipp i bruksfaser og at målkonflikter mot andre samfunnsinteresser er avklart. Kapitelet beskriver mulige tiltak.

4.1 Utslippsreduksjoner i planfasen

Både overordnet samfunnsplanlegging og planleggingen av de konkrete infrastruktur-prosjektene er avgjørende for muligheter for utslippskutt. Det er i planleggingsfasen man har mulighet for å se utslipp fra transportinfrastrukturen i sammenheng og i livsløpsperspektiv, og til å velge transportløsningene med god samfunnsnytte. I denne fasen kan det også legges til rette for arbeidsmetoder som for eksempel muliggjør bruk av lavkarbonbetong, ladbare maskiner eller mer effektiv anleggsdrift i bygging

Utfordringer i planleggingen av statlige infrastrukturtiltak er at de overordnede samfunnsmålene kan være uklare eller motstridende, planleggingen gjøres isolert for hvert enkelt tiltak og planprosessene er tidkrevende. Det er ikke uvanlig med planlegging over flere tiår fra problem/behov oppstår, til tiltak gjennomføres.

Det er politikerne som setter de overordnede samfunnsmål og avveier samfunnsinteresser mot hverandre. Infrastruktureierne kan bidra ved å sikre gode beslutningsgrunnlag og korte ned tiden fra problem og behov defineres, til planlegging og gjennomføring av løsning. En mer sektorovergripende planlegging kan bidra til å utnytte de ulike transportmidlenes fortrinn best mulig og øke samarbeidet og utvekslingen av kunnskap mellom etatene ytterligere.

Klimahensyn og utslippsreduksjoner i den konkrete prosjektplanleggingen vil bli bedre etterhvert som vi har flere utslippsregnskap og mer erfaring med analyser og resultater fra prosjektene. Da får vi mer informasjon om hvordan de ulike faktorene påvirker klimagassutslipp og kostnadene.

4.2 Utslippsreduksjoner ved anskaffelser og bestillinger

En utførelsesentreprise er en tradisjonell entreprise der bestiller har hovedansvar for prosjekteringen, og det bestilles relativt detaljerte løsninger, ofte på bakgrunn av en miljøplan. I disse er det gode muligheter for å bruke både krav og bonussystemer for materialer. Slike mekanismer har imidlertid ikke blitt iverksatt i noe særlig omfang for anlegg. Dette skyldes bl.a. at EPD-er for de mest aktuelle materialene har vært lite utviklet. Dette har endret seg vesentlig de to siste årene.

Når det gjelder å begrense CO2-utslipp fra maskiner, kan økende bruk av avansert biodrivstoff enkelt oppnås med bonus for innkjøp, med fare for betydelig prisoppgang dersom etterspørselen øker mer enn tilbudet.

Det kan se ut som at Pilot-E-tilskudd bidrar til modifisering i Norge til el-drift, evt. også hydrogen, av importerte dieselmaskiner. Bonusordninger for økt bruk av utslippsfrie maskiner er til vurdering for å bidra til en hurtigere utvikling på området.

Som et supplement til bonusordninger i kan det oppnås ytterligere klimagevinster ved bruk av tildelingskriterier. Dette gir kjøper stor makt ved tildelingen, men gir noe begrenset forutsigbarhet for entreprenørene.

Best Value Procurement, offentlig-privat-samarbeid og totalentrepriser er anskaffelsesformer hvor entreprenørene har ansvaret for prosjekteringa og dermed større frihet til å velge løsning.

For alle anskaffelsesformer er det nødvendig med kunnskap om målkonflikter mellom reduksjon av klimagasser og andre mål, (for eksempel valg mellom tunnel eller ikke i byområder) og det er nødvendig med et system for dokumentasjon og kontroll av klimavirkningen.

Kontraktkrav i Statens vegvesen

Statens vegvesen gjennomfører et prosjekt som skal gjøre etaten bedre i stand til å gjøre klimavennlige bestillinger. Prosjektet heter «Krav til klimakutt i konkurransegrunnlag» (KraKK) og går fra 2016 til 2018. Det handler om

a) Endringer i drivstoff – overgang fra fossilt (først og fremst diesel) til fornybart (elektrisk, hydrogen og biodrivstoff) og
b) Endringer i materialbruk – slankere konstruksjoner, lavkarbonbetong, asfalt med lavere produksjonsutslipp, gjenbruksstål, kortreist naturstein m.m.

Det arbeides også med bruk av verktøy til å utarbeide klimagassbudsjett og klimagassregnskap (VegLCA) som kan brukes til dokumentasjon av virkninger. Endringene blir foreslått både i form av krav og tildelingskriterier i kontrakter, og skal etter hvert implementeres i kontrakts- og prosesstekster, maler, håndbøker og veiledere. Det er også startet noen forsøk med klimakrav i kontrakter i enkeltprosjekter, som for eksempel driftskontrakter og Rogfast.

Kontraktkrav i Kystverket

Kystverket arbeider for å forbedre klima- og miljøkrav i anskaffelsene. Krav som stilles er:

- andel biodiesel brukt under utførelse
- alder på maskinpark
- ingen direkte utslipp under utførelse, type kloakk eller lignende (avgrenset mot klimagass)

- kildesortering
- komplettering og overholdelse av Ytre miljøplan
- regnskap over klimagassutslipp (gir grunnlag til å stille krav knyttet til klimagass i senere entrepriser).

I tillegg stiller Kystverket kvalifikasjonskrav om miljøstyringssystem/sertifisering, for eksempel ISO 14001. Kystverket ser at det kan være mulig å få utarbeidet en klimakalkulator som kan være en del av et tildelingskriterium.

«Best Value Procurement» (BVP) er aktuelt for Breivikbotn fiskerihavn som lyses ut i 2018. Denne metoden vil belønne de som kan dokumentere best evne til å nå våre målsetninger utover oppfyllelse av funksjonsbeskrivelsen. En av målsetningene vil være å redusere miljøpåvirkning fra kontraktsarbeidene og den ferdige løsningen.

Kontraktkrav i Jernbanedirektoratet

Jernbanedirektoratet står ikke for anskaffelsesprosessen for bygging av infrastruktur. Det er Bane Nor som er ansvarlig for dette. Bane NOR inngår i sin tur kontrakter med entreprenører som står for byggingen av selve jernbaneinfrastrukturen. En del av vedlikeholdet til Bane NORs eksisterende infrastruktur settes også ut på det private markedet gjennom kontrakter. En kan tenke seg at oppfølging av en handlingsplan for fossilfri anleggsplass kan skje både via eierstyring og ved avtalestyring av Bane NOR.

Kontraktkrav i Avinor

Avinor kjøper inn produkter og tjenester for betydelige summer. I 2017 var anskaffelsene knyttet til store byggeprosjekter som terminalutvidelser og rullebaneforlengelser, samt driftskjøp.

Avinor har en ambisiøs miljøstrategi med konsernovergripende mål innenfor områder som vann, grunn, klima og støy. For å lykkes er det avgjørende at miljøhensyn integreres i den daglige driften, ved innkjøp av produkter og tjenester, og i planlegging og gjennomføring av prosjekter. Innkjøp er et viktig verktøy for å kunne realisere strategien. Avinor har mulighet til å påvirke leverandører innenfor flere sektorer i en mer miljøvennlig retning, og miljøkrav i anskaffelser er en viktig del av Avinors miljøpolitikk. Standardiserte krav til miljøstyringssystem er integrert i malverket som benyttes i alle anskaffelser i konsernet der dette er relevant. I tillegg vektes miljø høyt i tildelingskriteriene ved anskaffelser som vurderes å være av stor betydning for ytre miljø.

Avinors prosjektstyringssystem skal ivareta ytre miljø i bygge- og anleggsprosjekt. For utførelse av større bygge- og anleggsprosjekter utarbeides miljøoppfølgingsplaner som skal ivareta hensynet til ytre miljø i planleggings- og byggefasen og sikre miljøhensyn i valg av løsninger.

Kontraktkrav i Nye Veier
Nye Veier krever at de som får kontrakt må ha et system som er i samsvar med ISO 14001 og ha et risikostyringssystem basert på ISO 31000 og kvalitetssikringssystem basert på ISO 9001. I tillegg er det strenge krav til samfunnsansvar og bærekraft, jf. ISO 26000.

Kontraktene inneholder eksplisitte krav på miljø generelt og krav til reduksjon av CO_2 spesielt. Som grunnlag for fastsetting av mål for CO_2-reduksjon er det gjennomført LCA-beregninger for alle prosjektene. Ut fra disse er det opp til kontraktspart å finne den mest hensiktsmessige måten å redusere klimagassutslippet på ut fra de gitte rammebetingelsene. Kontrahering i Nye Veier gjøres etter Best Value Procurement (BVP-metoden), noe som betyr at det i kontraheringsfasen legges stor vekt på forståelsen for miljøutfordringene og hvordan miljøivaretakelse er tenkt løst.

Entreprenørene viser betydelig vilje og evne til å oppfylle målsetting om utslippsreduksjoner, både med hensyn til maskinpark og produksjonsmetoder. Etter kontrahering vil byggherre og kontraktspart sette seg ned i en samhandlingsfase for prosjekteringsfasen for å løse de miljøoppgavene som prosjektet inneholder.

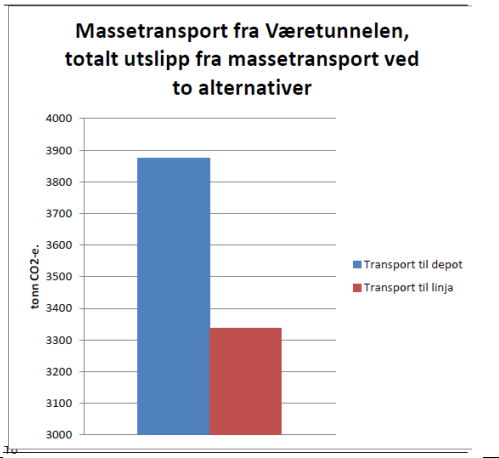
4.3 Utslippsreduksjon gjennom bedre logistikk og massehåndtering

Vi har lite tall på klimaeffektene av tiltak innen logistikk. Håndbøker og andre retningslinjer styrer til en stor grad hvilken kvalitet ulike materialer i byggeprosjekter skal ha.

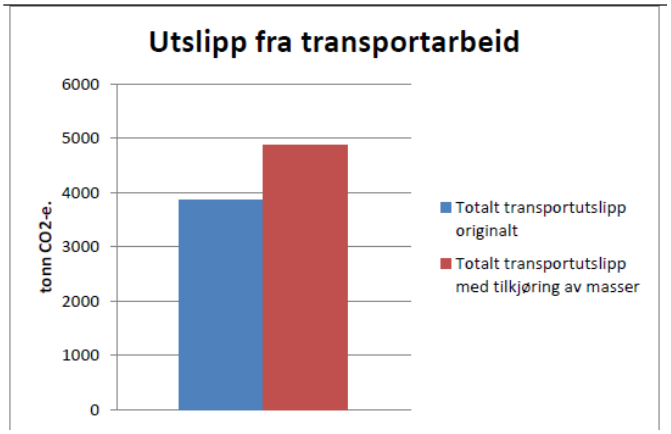
Etablering av komplett database over all massedisponering i et geografisk område kan være en løsning for å ha kontroll på tilgjengelige masser som byggeråstoff. Da kan utslippene fra massehåndtering optimeres for flere prosjekter på tvers av sektorer. I så fall vil ikke massehåndteringen bli optimal for enkeltprosjekter, men for samfunnet som helhet. Dette er beslutninger som ikke kan påvirkes i anleggsfasen og som dermed kun er aktuelle vurderinger ifbm en mest mulig energieffektiv utbygging uavhengig av om utbyggingen skjer fossilfritt eller ikke.

Bruk av kortreiset stein
Beregninger i forbindelse med strekningen Ranheim – Værnes viser en reduksjon i aktiviteten transportarbeid med 14 % ved bruk av utsprengte masser i linja kontra utkjøring til deponi, se figur 1.

Tilsvarende vil man ved bruk av massene i linja redusere behovet for til transport av stein fra pukkverk, se figur 2. Utslippet for transportarbeid på prosjektet Ranheim – Værnes er beregna til å øke med 25 %, og for sprengning med 32 %.



Figur 14: Totalt utslipp av tonn CO2-e fra massetransport på strekningen Ranheim - Værnes med ot uten bortkjøring av massene fra Væretunnelen.

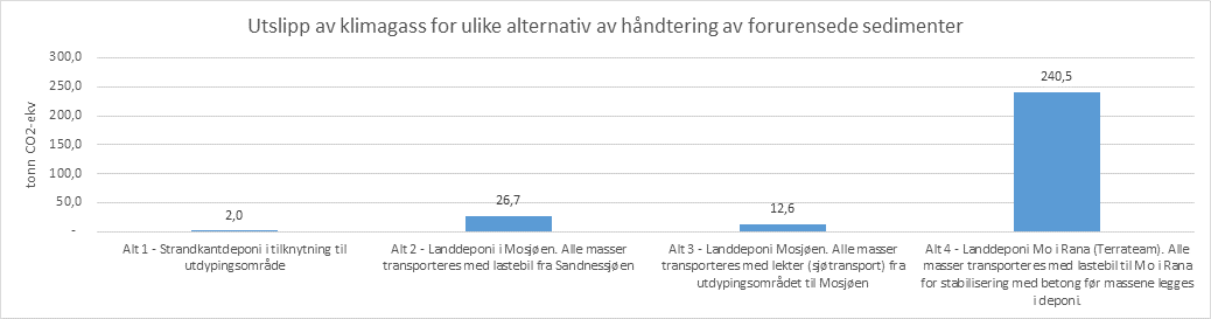


Figur 15: Totalt utslipp av tonn CO2-e fra massetransport på strekningen Ranheim-Værnes med og uten tilkjøring av masser til området ved Væretunnelen.

Bredde veg og tykkelse på oppbygging av veglegemet er elementer som også påvirker CO2-utslippet til prosjektet. Dette gir utslag både i beslaglagt areal, mengde masse som evt. er utsprengt og ut- og inntransportert mengde masse. Krav til trafikksikkerhet og krav til miljø må balanseres slik at det ikke blir målkonflikter.

Store forskjeller i klimagassutslipp for ulike alternativer for håndtering av forurensede sedimenter

Kystverket har brukt prosjektet innseiling Sandnessjøen som eksempel og satt opp klimagassbudsjett for håndtering av forurensede sedimenter. Figuren nedenfor viser utslipp i CO2-ekvivalenter for fire ulike deponialternativ. Det har stor betydning for klimagassutslippene om man finner deponiløsninger i nær tilknytning til anleggsområdet, og kan benytte lekter/sjøtransport.



Figur 16 Klimagassutslipp i CO_2-ekvivalenter for 4 ulike deponialternativer for forurenset masse (Kystverket, Senter for utbygging, 2017)

4.4 Utslippsreduksjoner ved FoU og teknologi

Det foregår mye FoU på både batteri-elektrisk drift, hydrogen og biodrivstoff. Hvilke teknologier som vil vinne frem i de ulike transportformene og segmentene er det for tidlig å si noe om. Mye av den tidlige forskningen og utviklingen skjer av markedsaktørene, mens infrastruktureierne i hovedsak har en rolle som regulator og på utprøving og utrulling av ny teknologi.

I 2018 er vi i en tidlig fase både når det gjelder utviklingen av bærekraftig biodrivstoff og nullutslippsteknologi. Det er svært begrensa med nullutslippsmaskiner for anleggssektoren på markedet og tilgangen på bærekraftig biodrivstoff er begrenset, noe som kan endre seg fort. Etterspørsel i markedet vil være en viktig driver. Produksjonsteknologi for hydrogen, etablering av en verdikjede for hydrogen og tilgang på rimelige batterier vil være utslagsgivende for hvor mye støtte eller avgifter på alternativt drivstoff som må til for å utløse tiltakene. Samferdselssektoren vil etterspørre lav- og nullutslippsteknologiløsninger, og dermed bidra til et større marked.

Vi vet ikke hvordan utviklingen av utslippsintensiteten til materialer vil utvikle seg. Gitt gjennombrudd for karbonfangst- og lagring (CCS) fra sementindustrien eller bruk av hydrogen som reduksjonsmiddel i stålindustrien, vil vi mot midten av 2020-tallet kunne få materialer på markedet med utslipp per vektenhet på under halvparten av dagens gjennomsnitt i markedet.

Flere store forskningsprogrammer vil avsluttes de kommende årene, og bransjen forventer at resultatene fra disse implementeres fortløpende innenfor fleksible politiske føringer.

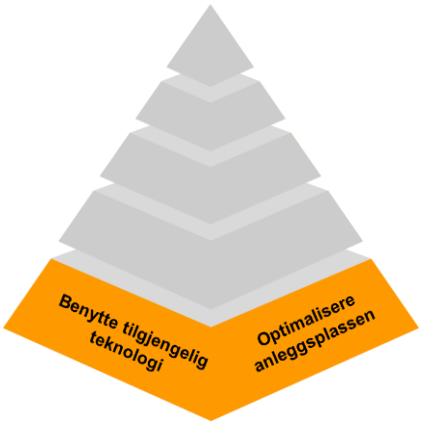
CenSES er et nasjonalt forskningssenter for miljøvennlig energi (FME Samfunn) som ble startet opp i 2011 og der all forskning skjer i et tett samarbeid mellom forskningsmiljøer, næringsliv og forvaltning. CenSES utfører forskning som bidrar til et bedre faktagrunnlag både for offentlige og private beslutningstakere i grenseflaten mellom klima-, energi- og industripolitikk. Hovedmålet er å styrke forståelsen av de økonomiske, politiske, sosiale og kulturelle sidene ved utvikling og innføring av ny fornybar energi og miljøteknologi, noe som fossilfri anleggsplass må kunne sies å være en del av. Prosjektet avsluttes i 2019.

MoZEES er et forskningsprogram for å finne de beste nullutslippsløsningene for trafikk på veg, vann og bane. Prosjektet har en varighet på inntil åtte år, finansiert dels av Forskningsrådet mens brukerpartnerne og forskningspartnerne finansierer en fjerdedel hver. Hydrogen er representert med norske selskaper som NEL og Hexagon, mens tilsvarende aktiviteter på batterier støttes av selskapene PBES, ZEM og Grenland Energy. Arbeid knyttet opp mot batteri- og hydrogensikkerhet vil bli ivaretatt – noe som per i dag kan være en barriere særlig ved arbeid i tunneler. Prosjektet avsluttes i 2025.

Bio4Fuels er et forskningssenter for miljøvennlig energi (FME) ved NMBU som ser på bærekraftig produksjon av biodrivstoff gjennom ulike prosesser. Ambisjonen til Bio4Fuels er

å redusere klimagassutslipp fra transportsektoren ved å realisere bærekraftig og økonomisk produksjon av biodrivstoff. Prosjektet avsluttes i 2024.

4.5 Utslippsreduksjoner med dagens maskinteknologi



Figur 17, kilde MGF

Energiforbruket i anleggsfasen påvirkes av valg som gjøres i planleggingsfasen. For eksempel vil valg av linjeføring for veg og jernbane ha betydning for hvor store masser som må flyttes pga. sprengning eller fylling, og dermed påvirke energibruken og CO_2-utslippet betydelig. Uansett om massene flyttes langt eller kort bør det skje på en effektiv måte. Kortest mulig transportavstander på anleggsplassen krever at man har god oversikt over rekkefølgen i de arbeidsprosesser som skal gjennomføres. Det bør planlegges for færrest mulige løft (for eksempel ved å unngå mellomlagring).

Utslippsreduksjoner med dagens maskinteknologi kan oppnås i planleggingsfasen, med krav i kontrakter eller med drivstoffavgifter.

Optimering av anleggsplassen som gir redusert drivstofforbruk, uansett om anleggsplassen er fossilfri eller ikke, vil være tiltak som går rett på entreprenørens bunnlinje. Jo dyrere drivstoffet er, jo større er entreprenørens insitament for effektivisering. Det er dermed grunn til å tro at entreprenørene vil gjennomføre den delen av tiltakene som gir reduserte kostnader på eget initiativ. Erfaring fra maskinprodusenter tilsier at optimalisering av anleggsplassen gir utslippsreduksjoner på rundt 10 %.

4.6 Fartøysfornying gir utslippsreduksjoner

Kystverkets rederi utfører nymerking (navigasjonsinstallasjoner) som del av etatens utbyggingstiltak, med tilhørende direkte klimagassutslipp. Kystverket skifter nå ut gamle fartøy med miljøvennlige hybridfartøy og ny teknologi. Parallelt med fartøysfornyingen er Kystverket med i forsknings- og utviklingsprosjektet «Zero Emission Ferry» som skal utvikle nyskapende løsninger for nullutslipp fra skip, sammen med Rolls-Royce, Color Line og Norled. Prosjektet støttes fra EnergiX-programmet til Forskningsrådet (5,9 mill. kroner).

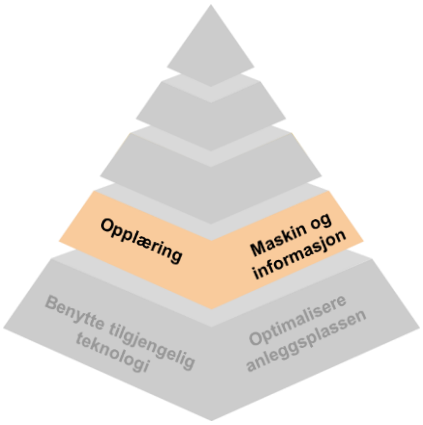
Erfaringer med kostnader og utslippsreduksjoner så langt
Fartøyene levert i 2012/2013 (OV Utvær og OV Skomvær) har ordinær diesel-elektrisk fremdrift med rensing. Motorene kan etter relativt enkel ombygging tilpasses biodrivstoff. Forprosjekt om ytterligere modernisering og hybridisering av disse fartøyene er gjennomført, og viser stor miljøgevinst, samt sterkt redusert bunkersforbruk. Kostnadsprognosen for en slik miljøoppgradering er ca. 60 mill. for begge fartøy inklusive ombygging.

OV Bøkfjord (2016) er hybridisert og har motorer med rensing klargjort for biodrivstoff. Erfaringene med driften av OV Bøkfjord til nå er gode, med 30 % reduksjon i dieselforbruk sammenlignet med OV Utvær og OV Skomvær på tilsvarende utseilt distanse. Mindre støy gir i tillegg godt arbeidsmiljø ombord. Batteriinstallasjonen på OV Bøkfjord kostet 16 millioner kroner, og har gitt redusert drivstofforbruk i størrelsesorden 200 000 liter marin diesel i 2017 sammenlignet med OV Utvær og OV Skomvær. Utslipp av NOx er og kraftig redusert sammenlignet med de eldre fartøyene (for eksempel redusert med 90 % sammenlignet med MS Villa).

De neste to fartøyene prosjekteres med beste tilgjengelige miljøteknologi tilpasset Kystverkets drift. Pr. dato er det diesel-elektrisk fremdrift kombinert med stor batteripakke som er vurdert som mest egnet teknologi. Det forventes ytterligere drivstoffbesparelse på vel 25% sammenlignet med OV Bøkfjord.

Merkostnader til miljøoppgraderinger forventes dekket gjennom prosjekt/ekstrabevilgninger til Kystverket. Det er ikke rom innenfor ordinære budsjetter til slike tiltak.

4.7 Utslippsreduksjoner gjennom energieffektiv bruk av maskinene



Figur 18, kilde MGF

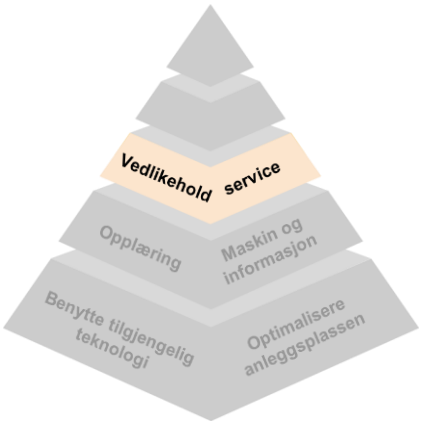
Bruk av moderne motorteknologi i maskinparken vil i mange tilfeller også redusere energibruken. Nye maskiner forbruker gjennomgående mindre drivstoff enn gamle og i tillegg får man et vesentlig bedre arbeidsmiljø. Euro steg V, som blir innført i 2019, omfatter dessuten større og mindre maskiner enn det som tidligere har vært omfattet.

På anlegget er det viktig at entreprenøren sørger for en riktig sammensetning av maskinparken med hensyn på de arbeidsprosesser som skal utføres. Dersom byggherren stiller krav til spesifikke maskintyper kan man risikere at den samlede maskinbruken ikke blir optimal, ved at de spesifiserte maskinene kan være for store eller for små til oppgaven som skal gjennomføres.

I tillegg bør det fokuseres på energieffektiv kjøring av maskinene ved at maskinførerne får tilstrekkelig opplæring. For eksempel kan energiforbruket reduseres ved å plassere lastebiler/dumpere riktig i forhold til gravemaskiner slik at løftene blir så lave som mulig.

De tiltakene som er nevnt over er også relevante ved bruk av biodrivstoff og nullutslippsmaskiner – de vil da være å anse mer som energieffektiviseringstiltak enn et klimatiltak. Entreprenøren vil kunne spare penger og har dermed egen interesse av tiltakene.

4.8 Utslippsreduksjoner gjennom god drift og vedlikehold av maskinene



Figur 19, kilde MGF

Avgjørende for et lavt forbruk er at maskinene vedlikeholdes i henhold til leverandørens anvisning. Entreprenørene må derfor sørge for serviceavtale på maskinene for et lavest mulig utslipp. God vedlikehold er anslått å redusere dieselforbruket, og dermed klimagassutslippet, med 10 %. I tillegg vil godt vedlikehold av maskinene gi færre avbrudd i arbeidet, og vil dermed kunne bidra til den samlede effektiviteten for den enkelte maskin og på anlegget. Vedlikeholdet bidrar til redusert friksjon i hele maskinen, riktig tenning og riktig drivstoffmengde i tillegg til reduserte avbrudd på grunn av slitasje og ødelagte komponenter.

Godt generelt vedlikehold kan også ha andre positive virkninger for miljøet og kostnadene, for eksempel kan reduserte utslipp fra oljehydraulikkslanger både redusere miljøbelastningen og redusere behovet for å kjøre jord til avfallsdeponi.

4.9. Utslippsreduksjon gjennom bruk av fossilfritt drivstoff

Fossilfritt drivstoff omfatter biodrivstoff og syntetisk drivstoff som er produsert basert på ikke-fossilt CO_2. Biodrivstoff kommer i flere varianter; biodiesel, bioetanol, biogass. Det deles videre ofte inn i «førstegenerasjons» og «avansert» biodrivstoff. Disse begrepene kan både tyde på råstoffet som er brukt i produksjonen av biodrivstoffet, der matplanter klassifiseres som førstegenerasjon, mens avfall, rester, trevirke, alger o.l. som avansert. Begrepene brukes også for å beskrive produksjonsmetoden for biodrivstoffet, der f.eks. FAME (fatty acid methyl ester) klassifiseres som førstegenerasjon, mens HVO (hydrotreated vegetable oil) blir omtalt som avansert. Klassifiseringen basert på råstoffet er viktig med tanke på bærekraft, mens klassifiseringen av typen biodrivstoff/produksjonsmetode sier noe om anvendeligheten av drivstoffet. Syntetisk drivstoff er ennå en umoden teknologi. Ulempene med syntetisk drivstoff er relativt høye kostnader og lav virkningsgrad gjennom produksjonskjeden med dagens teknologi. Syntetisk drivstoff basert på ikke-fossilt CO_2 er per i dag ikke kommersielt tilgjengelig.

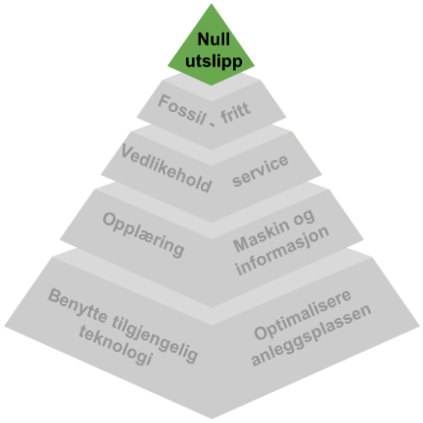
Det drivstoffet som har vært mest brukt til nå er førstegenerasjons biodrivstoff, basert på matplanter (FAME: fatty acid methyl ester). Dette drivstoffet kan trekke til seg fuktighet ved lagring i utette tanker ved varierende temperatur, og det kan bli stivere i kulde (redusert viskositet). Det har dermed noen problematiske sider ved bruk i anlegg, i tillegg til utfordringen med at det ofte lages av matplanter. For å forhindre utstrakt bruk av matplanter til biodrivstoffproduksjon har EU lagt en begrensning på hvor mye matbasert-biodrivstoff som kan telles som fornybart ved beregning av landets fornybarandel. Per i dag er dette taket satt til 7 % av det totale drivstofforbruket. Ved bruk av uheldige råstoffer eller uheldige produksjonsmetoder kan klimagassutslippene fra biodrivstoff i et livsløpsperspektiv være

høyere enn fra fossile drivstoffer. Både grunnet de spesielle forholdsreglene knyttet til de fysiske/mikrobielle egenskapene, drivstofflogistikken og spørsmål knyttet til klimagevinst i verdikjeden for mange av råvarene fokuserer vi ikke spesielt på økt bruk av FAME i dette kunnskapsgrunnlaget.

De bruksmessige utfordringene ved biodrivstoff er i stor grad eliminert ved bruk av HVO (hydrogenatisert vegetabilsk olje) eller avansert biodrivstoff. Avansert biodrivstoff er drivstoff som kan lages av avfall fra industri, landbruk eller skogbruk. Avansert biodrivstoff vil lettere oppfylle kravene til reelle klimagassreduksjoner enn førstegenerasjons biodrivstoff. Ifølge Maskingrossistenes forening kan de aller fleste anleggsmaskiner (lastebiler, dumpere, gravemaskiner, hjullastere) per i dag kan kjøres på HVO såfremt de oppfyller standarden EN 15940.

Hovedmekanismen for innføring og bruk av biodrivstoff i Norge er omsetningskrav for biodrivstoff til veitrafikken og fritak for veibruksavgiften for biodrivstoff. Omsetningskravet inneholder avgiftsmekanismer og krav som stimulerer til bruk av bærekraftig biodrivstoff i mengder som kan tilpasses tilbudet. Innblanding av biodrivstoff i ordinært drivstoff sørger for at ulempene med høyere pris for biodrivstoff fordeles på alle brukerne. Prisøkningen vil dermed bli lite merkbar for hver forbruker. Det ble i 2016 omsatt 3,1 mrd. liter autodiesel, 1,2 mrd. liter bilbensin og 0,9 mrd. liter anleggsdiesel (iflg SSBs statistikk, som også teller diesel i landbruk etc som anleggsdiesel). Autodiesel hadde i snitt 12 % innblandet biodiesel, mens bensin hadde 6 % innblandet bioetanol i snitt. Dette tilsvarer totalt cirka 0,4 mrd liter biodrivstoff. Det vurderes om det skal innføres omsetningspåbud for biodrivstoff til skip og fly (anmodningsvedtak fra Stortinget), noe som enten kan øke den samlede bruken av biodrivstoff eller fordele ulempene på flere brukere. En samlet vurdering av omsetningspåbud for skip, fly, kjøretøy og anleggsmaskiner vil kunne bidra til en treffsikker fordeling av ulemper (pris) og goder (investeringsstøtte til innovasjon og produksjon, ENOVA, CO2-fond, avgiftsinsentiver etc) og vil kunne gi et klarere bilde av konsekvensene av innføring av biodrivstoff i fossilfrie anleggsplasser.

4.10 Nullutslippsmaskiner



Figur 20, kilde MGF

Nullutslippsmaskiner inkluderer elektriske og hydrogendrevne maskiner. Nullutslippsmaskiner er på demonstrasjons- og pilotstadiet i Norge. Selv om svært få maskiner ennå er tatt i bruk, sier en leverandør at de kan levere nullutslippsmaskiner til en komplett anleggsplass dersom det etterspørres.

Batteri-elektrisk drift:

De maskinene som er elektrifisert i dag er enten de største, som drives direkte med strømforsyning fra nettet (plug-in), eller de minste som drives batterielektrisk - typisk noen få tonns vekt. Det store antallet som selges av anleggsmaskiner ligger imidlertid på 14-33 tonn.

I anleggssektoren er det beste eksempelet på store maskiner tunnelbormaskiner. For eksempel er det nye løpet i jernbanetunnelen gjennom Ulriken drevet av en elektrisk tunnelbormaskin. Tilsvarende skal tunnelene til Follobanen drives av elektriske tunnelbormaskiner i to separate løp.

Foruten tunnelbormaskiner og noen store elektriske dumpere i gruver, er en del maskiner brukt til avfallshåndtering allerede elektrisk drevet. Maskiner på pukkverk og gruver er generelt å anse som lavt hengende nullutslippsfrukter grunnet at avstandene maskinene opereres over er små. Anleggsplassene til jernbane og vei er derimot mer utfordrende å elektrifisere siden parseller som bygges kan være opp mot 30-50 km lange, enkelte steder langt fra kapasitetssterk strømforsyning.

PON/CAT har nylig demonstrert ombygging av en beltegraver på 25 tonn. Merkostnaden for maskiner som kan leveres i dag er cirka 3 x prisen for en tilsvarende dieselmaskin noe som betyr at kostanden er høyere enn en konvensjonell maskin inkludert dieselforbruket over livsløpet. Nasta/Hitachi skal på sin side utviklet en brenselcelle batteridrevet gravemaskin på 30 tonn.

Volvo har utviklet en autonom, batteri-elektrisk dumper og en hybrid-hjullaster til bruk i pukkverk. Maskinen er ombygget ved fabrikk, men det gjenstår å avklare hva utslippskuttene blir ved reell bruk. Volvo/Skanska har som mål 95 % utslippskutt og 25 % kostnadskutt på Electric Site som starter høsten 2018. Hybrid-maskinene må kjøres på fossilfri diesel for å kunne oppfylle kravet om fossilfri anleggsplass.

På lengre sikt vil rene elektriske maskiner kunne unngå hydraulikk ved at det benyttes desentraliserte elmotorer til ulike operasjoner. Dette krever at maskinen designes for elmotordrift helt fra bunnen, som igjen fordrer en betydelig etterspørsel. Det å kunne hoppe over hydraulikk og erstatte med flere desentraliserte elektromotorer vil kunne redusere energibruken ytterligere på enkelte typer maskiner. Det reduserer også ulemper med lekkasje av hydraulikkolje med etterfølgende opprensking.

Internasjonalt er det liten etterspørsel etter nullutslippsmaskiner. En høy kostnad i dag skyldes at ombygging av maskiner i et lavt volum er kostbart. Det er grunn til å tro at nullutslippsmaskiner som produseres i et høyere volum vil ha lavere livsløpskostnad enn diesel-maskiner allerede ved dagens batteripriser såfremt lade-/fylleinfrastruktur for nullutslipp er tilgjengelig. Potensialet for elektrisk drift er størst i nærheten av byer som allerede har en kapasitetssterk infrastruktur for elektrisitet. Utfordringer for jernbane og veg er tilgang til strøm på anlegget og lademuligheter for høy effekt. Dette kan avhjelpes ved portable batteribanker eller brenselcelleaggregater.

Pilotprosjekter som i stor grad benytter anleggsmaskiner som krever lading vil likevel mest hensiktsmessig legges til steder med kort vei til stasjonære, kapasitetssterke strømforbindelser. Et alternativ til lading direkte fra strømnettet er bruken av batteribanker som kan lades kontinuerlig på lav effekt, men som kan levere høy effekt til hurtiglading ved behov. Det er også mulig å se for seg mobile ladeenheter som beveger seg rundt på en anleggsplass og lader maskinene, istedenfor at maskinene beveger seg til laderen.

<u>Hydrogen:</u>

Hydrogen kan produseres uten utslipp av klimagasser ved elektrolyse av vann med kraft fra fornybare kilder. Hydrogen kan også produseres fra fossile kilder, der den vanligste metoden er dampreformering av naturgass, og vil i så fall ikke være fossilfri. På lengre sikt vil hydrogen også kunne produseres i store anlegg fra fossile kilder med CO_2-fangst og lagring.

Hydrogen kan både lages «on-site» ved hjelp av en elektrolysator eller sentralt. Over korte avstander kan det være aktuelt med hydrogentransport i rør, men dette anses som lite aktuelt for anlegg som er midlertidig. Dersom hydrogenet ikke produseres lokalt på anlegget, vil det derfor måtte transporteres på tankbil til anleggene. Hydrogenproduksjon er kraftkrevende og krever store mengder ferskvann og vil dermed kun være aktuelt der det er god tilgang på både kraft og vann. Dette sannsynliggjør en sentral produksjon av hydrogen etterfulgt av distribusjon på tankbil. For distribusjon av hydrogen er 200-bar flaskepakker eller flytende hydrogen den mest anvendte metoden. Siden energitettheten per volumenhet (kWh/l) for komprimert hydrogen er rundt ¼-del av diesel, vil det trengs rundt 4 ganger så mange tankbiler for å transportere samme energimengden til en anleggsplass. Avhengig av hvor hydrogenproduksjonen skjer, vil det totale transportbehovet ikke nødvendigvis øke. Transport som flytende hydrogen vil redusere transportbehovet betydelig, men er energi- og kostnadskrevende.

Hydrogen kan på anlegget lagres komprimert eller flytende. Flytende hydrogen har betydelig høyere sikkerhetskrav enn komprimert hydrogen.

Kostbar produksjon av brenselceller, lave produksjonsvolumer og høye priser har vært en hindring for vekst i antallet hydrogenkjøretøy både internasjonalt og i Norge. Når og hvis kjøretøy med brenselceller blir økonomisk konkurransedyktige vil de uansett finne sin plass i Norge.

4.11 Utslippsreduksjon gjennom andre tiltak og virkemidler

I tillegg til de konkrete tiltakene beskrevet tidligere i dette kapitelet, vil utslippsnivået påvirkes av politiske føringer, avgiftsnivåer mm.

Avgifter på drivstoff:
Anleggsdiesel betaler ikke vegbruksavgiften (3,75 kr per liter i 2018), men er pålagt grunnavgift for mineralolje (1,63 kr/liter i 2018). Biodrivstoff er ikke omfattet av vegbruksavgiften eller grunnavgiften for mineralolje. Dersom man erstatter fossil diesel i et veggående kjøretøy med biodiesel, kan prisen på biodiesel være opp mot 3,75 kr/liter høyere enn for fossil diesel uten at dette vil medføre en merkostnad for den som kjøper drivstoffet. For anleggsdiesel vil det bli en merkostnad allerede dersom biodiesel er 1,63 kr/liter dyrere enn fossil diesel. Dette gjør at biodrivstoff i dag i hovedsak benyttes i den veggående sektoren.

Dersom avgiften på anleggsdiesel hadde vært høyere, ville avgiftsfritaket for biodrivstoff også bli høyere og merkostnaden for innkjøper dermed lavere. Et høyere avgiftsnivå på drivstoff vil også gi et større incitament til generell energieffektivisering på anlegget, samt gjøre overgangen til elektriske eller hydrogendrevne maskiner mer lønnsomt. Avgiftsendringer alene er ikke nødvendigvis nok til å utløse overgang til utslippsfrie maskiner fordi investeringskostnaden er høy.

Omsettingskrav/innblandingskrav:
Et alternativ til bruk av høyinnblandet biodrivstoff (HVO) i anleggssektoren er at det forskriftsfestes et omsetnings- eller innblandingskrav for biodiesel i anleggsdiesel på samme måte som for vegbruksdiesel.

Et *omsetningskrav* er en form for påbud, det vil si et lovpålagt krav om å omsette en minimum prosentandel biodrivstoff av totalt omsatt mengde drivstoff per år. En annen form for påbud er et *innblandingskrav*, hvor det kreves at drivstoffproduktene som selges til sluttbruker skal inneholde en viss andel biodrivstoff. De som pålegges kravet må da sørge for at det har den bestemte prosentandelen til enhver tid. Dette gir lite fleksibilitet og kan medføre høye kostnader ved implementering.

Med et omsetningskrav kan imidlertid leverandører av drivstoff fritt velge hvor og når de vil blande inn biodrivstoff, så lenge de totalt omsetter nok biodrivstoff til å oppfylle det årlige omsetningskravet. Dette gir virksomhetene økt fleksibilitet ved at de kan velge å ikke distribuere biodrivstoff deler av året og/eller i deler av landet og på den måten minimere kostnader knyttet til infrastruktur og distribusjon.

Et forskriftskrav har både fordeler og ulemper; Blant fordelene er at regjeringen kan sikre seg måloppnåelse for bruk av biodrivstoff på landsbasis ved at kravet er styringseffektivt. Opptrappingen kan tilpasses tilgjengelig mengde bærekraftig biodrivstoff nasjonalt og på verdensmarkedet, og gjør at kostnadene fordeles jevnt på entreprenørene. En ulempe er at

kostnadene vil bli høyere for bransjen som helhet noe som muligens kan kompenseres ved at mineraloljeavgiften senkes tilsvarende merkostnaden for bærekraftig biodrivstoff innblandet. Miljødirektoratet utreder nå et omsetningskrav for biodiesel til bruk i anlegg. Oppdraget forventes ferdigstilt i løpet av 2018.

Rapportering av energiforbruk per budsjettkrone: Etablering av gode løsninger for datafangst av mengder energi (alle typer) som brukes i bygge- og anleggssektoren kan på sikt være med å gi økt transparens mellom aktørene i hva som er forbrukt mengde pr. investert krone. Data bør hentes inn fra maskinstyring og andre løsninger for automatisk avlesing. Over noe tid vil man kunne se at de enkelte aktørene begynner å sammenligne seg imellom og forbedre egne rutiner. På sikt vil dette kanskje muliggjøre å stille krav til entreprenør om energibruken. Rapportering fra entreprenør inn til etatene bør skje gjennom et felles verktøy for å sikre at tallene blir sammenlignbare og for å forenkle rapportering for entreprenøren.

5. Materialer brukt i anlegg

Bruk av materialer i bygging av transportinfrastruktur gir som regel ikke direkte klimagassutslipp som telles som «transportutslipp» på utslippsregnskapet. Utslippene oppstår ved produksjonen av materialene («industriutslipp») og er ofte omfattet av kvoteplikten. Disse indirekte utslippene kan ofte stå for opp mot 80-90 % av de totale klimagassutslippene fra et prosjekt, sett over livsløpet. Siden denne rapporten også skal benyttes i grunnlaget for neste NTP, der utslipp fra konkrete prosjekter skal sammenlignes, er utslipp fra materialproduksjon for de viktigste materialene også omtalt her.

Anlegg i samferdselssektoren skiller seg fra bygg ved at det er relativt få variasjoner i materialbruk, større belastninger i bruksfasen og større medgåtte mengder pr. utbyggingsprosjekt. Noen av de mest brukte materialene er sement/betong, stål, asfalt, stein og tre.

I større anlegg kan tilslag (steinmaterialer) til f. eks. betong og asfalt samt pukk til vegbygging produseres på anlegget ved bruk av lokale ressurser dersom disse har god nok kvalitet. Dette minimerer anleggstransporten og utfordringer knyttet til utslipp fra kjøretøy og trafikksikkerhet. Ved produksjon på anlegget vil både utslipp fra bruk av diesel til materialproduksjon og utslipp fra mobile maskiner defineres som ikke-kvotepliktige anleggsutslipp. Ofte kan stasjonære anlegg som knuseverk etc drives med elektrisitet.

Et eksempel på sammenhengene mellom direkte utslipp på anleggsplassen, transportutslipp og indirekte utslipp fra materialproduksjonen kan være valg av konstruksjoner. Hvis man for eksempel skal bygge en støttemur kan man velge mellom å bygge en mur av betongelementer, støpe en mur av betong eller bygge en tørrmur.

- Betongelementer kan kjøpes fra utlandet eller i Norge, og vil ikke inngå i prosjektets direkteutslipp. De kan allikevel ha høye klimagassutslipp fra produksjon (sement som omfattes av kvoteplikt og produksjon av stein som kan telles som ikke-kvotepliktige industriutslipp) og transport. Transportutslippene innenlands vil telles som en del av transportsektorens utslipp.
- Hvis man velger å støpe muren vil sementen være kvotepliktig, mens steinmaterialet sannsynligvis vil være ikke-kvotepliktige industriutslipp. I tillegg kommer utslipp fra transport av sement og stein til blandingsstedet og videre til anlegget. Man kan eliminere en del av utslippet fra transport av stein ved å bruke lokal stein fra anlegget. Hvis man bruker stein fra anlegget kan man få utslipp fra flytting til midlertidig deponering og knusemaskiner etc. inne på anlegget, og utslippene fra denne løsningen kan se ut til å være høyere dersom man ikke ser dem i sammenheng med transportutslippene og de ikke-kvotepliktige industriutslippene.
- Hvis man velger å bygge en tørrmur (dersom det er mulig ifht. bæreevne og belastning fra omgivelsene) vil man ikke få kvotepliktige utslipp fra sementen, og hvis lokal stein kan brukes vil også transportutslippene være små. Men det vil komme utslipp fra maskinene som brukes til spesialproduksjon av steiner i riktig form og

størrelse, utslipp fra selve byggingen og det kan komme utslipp fra vedlikehold i murens levetid.

Det er dermed ikke åpenbart hva som er den beste løsningen når man ser industriutslipp, transportutslipp og utslipp i anlegget under ett. Det er ikke gitt at støpte murer kan erstattes av tørrmurer, og det er heller ikke gitt at det samlede klimagassutslippet i murens levetid er lavere enn for alternativene. Livsløpsanalyser kan bidra til å gjøre rasjonelle valg. Det kan også være store forskjeller på de kvotepliktige industriutslippene. Dette vil også kunne framkomme i en livsløpsanalyse. Ofte vil norske produsenter som bruker stor grad av fornybar energi ha relativt lave kvotepliktige utslipp.

I tillegg til bruk av materialer med lavt klimagassutslipp, er mengden av materialer som brukes av vesentlig betydning for klimagassutslippet fra store samferdselsprosjekter. På E18 Rugtvedt –Dørdal ble den totale lengden av konstruksjoner (bruer mm.) redusert med ca. 30 % i forhold til opprinnelig planlagt løsning, ved at overskudd steinmasser benyttes til å etablere fyllinger i deler av lengden. Det er beregnet at dette vil gi en reduksjon av prosjektets totale CO_2-utslipp i anleggsfasen på ca. 10 %. Reduksjon av lengder på konstruksjoner kan komme i konflikt med andre mål i prosjektet, som for eksempel nærmiljø og utbyggingsmuligheter, viltvandring, landskapstilpasning, klimatilpasning m.v.

5.1 Sement og betong

Dokumentasjon fra rapporten «Bærekraftige betongkonstruksjoner» (utarbeidet for Statens vegvesen Vegdirektoratet i januar 2018 rapport nr 428) gjennomgår konsekvenser for klimagassutslipp av forskjellige valg som gjøres i et prosjekts liv, med hovedvekt på betongkonstruksjoner. Utgangspunkt er Håndbok N400 Bruprosjektering, men mye av det som er beskrevet i rapporten vil være gyldig for all prosjektering av betongkonstruksjoner.

Konklusjonen i denne rapporten er at det er mulig å påvirke et prosjekts klimagassutslipp i alle planfaser, men at størst effekt oppnås dersom prosjektet har en klar målsetning om å vekte klimagassutslipp og energiforbruk ved valg av løsninger helt fra konseptfase til detaljprosjektering og bygging.

Forutsatt god planlegging i forkant og underveis i byggeprosjektene, vil det være mulig å anskaffe lavkarbonklasse B med SV-Standard betong i alle regioner. Det er også konkludert med at det i store deler av landet vil være mulig å produsere lavkarbonklasse A med SV-Standard betong uten å spesifisere en lavvarmebetong. Et krav om maksimale

klimagassutslipp som ligger mellom klasse B og C[1] innføres i håndbok R762 i 2018. Det jobbes i tillegg med en bonusordning for å fremme bruken av klasse A-betong.

Det er mye utslipp av CO_2 knyttet til produksjon av sement, både pga. oppvarming og avdriving av CO_2 fra kalkstein. Andelen alternativt brensel til oppvarming er ifølge tall fra NorCem økt fra 3,7 % i 1990 til 63 % i 2015.

15-20 % tilsetning av sementalternativer, som flyveaske og slagg, er fullt mulig per i dag. Dette er ikke en langsiktig løsning fordi det er for lite alternativer tilgjengelig. Andelen ren klinker er redusert fra 1995 og dette har medført en reduksjon i utslippene i størrelsesorden 250 000 tonn CO_2 pr år ifølge tall fra NorCem.

Kalksementstabilisering kan i prosjekter med behov for stabilisering ha stor betydning for det totale utslippet. Flere aktører undersøker og utvikler alternative metoder, bl.a. saltstabilisering.

Kostnader ved bruk av mer klimavennlig betong

Erfaringene viser at et krav om lavkarbon B ikke gir økte enhetspriser. Skal man derimot videre til en lavkarbon A, vil det i enkelte tilfeller medføre økte kostnader for betongen. Klasse A anslås å være ca. 10-20 % dyrere ifølge NorCem enn dagens betongkvalitet.

Økte kostnader for logistikk på byggeplassen ved at fastheten utvikler seg senere vil medføre at f.eks brureisen må beholdes lenger. I dagens kontrakter er det mest vanlig å bruke én type betong på et anlegg. Skal dette endres til flere typer, gir det en logistikkmessig utfordring som må prises inn. Sannsynligvis er denne prisøkningen liten, men det foreligger foreløpig lite tallmateriale som underbygger dette. OBOS kalkulerer at lavkarbonbetong i FutureBuilt-prosjekt vil koste 10 % mer enn tradisjonell betong, uten å spesifisere betongklassen videre.

5.2 Stål og konstruksjoner

Stål brukes i en rekke konstruksjoner, blant annet til skinner, rekkverk og kjøreledninger. I mange prosjekter er spesielt armeringsstål en av de største kildene til klimagassutslipp i forbindelse med byggearbeider ifølge «Bærekraftige betongkonstruksjoner» (SVV rapport nr 428).

Det vil utgjøre et vesentlig bidrag til reduksjon av klimagassutslippene dersom det spesifiseres at det skal benyttes resirkulert stål. I dag er det mulig å stille krav om 99 % resirkuleringsgrad på armeringsstålet. Det er også mulig å stille krav som reduserer mengden brukt stål i konstruksjoner. Noe av reduksjonen kan tas i bedre planlegging og

[1] henholdsvis 320 kg/m3 for fasthetsklasse B35, 330 kg/m3 for fasthetsklasse B45 og 340 kg/m3 for fasthetsklasse B55

reduksjon av kapp, men kan gi en kostnadsøkning. I tillegg kan det stilles krav til EDP for stål. SVV vurderer nå en bonusordning for armeringsstål knyttet til CO_2-faktor i EPD-ene.

En rekke alternativer til stål som armeringssystem i betong-konstruksjoner er under utvikling. Både glassfiber, plastfiber, basaltfiber og andre mineralbaserte armeringsprodukter finnes på markedet og anvendes i spesielle tilfeller. Fordelene med disse produktene kan være redusert behov for overdekning ettersom produktene ikke korroderer, lavere vekt, økt styrke og annet. Klimagassutslippet fra selve armeringsproduktet kan være både lavere eller høyere enn for stål, men effekten på endrede mengdebehov for betong og armering som system, samt levetid, kan gi en signifikant effekt.

Kostnader ved bruk av mer klimavennlig stål og armering:

Leverandører av armeringsstål og til dels også konstruksjonsstål kan levere og dokumentere produkter basert på resirkulert stål. Kostnaden ligger pr nå mer som en logistikkmessig oppgave i å få tak i og sikre at resirkulert stål blir brukt. I bransjen ser det ut til at et resirkulert stål sannsynligvis er billigere for stålleverandørene å produsere, da de sparer mye energi i prosessen. Dette understøttes av det faktum at produsentene som baserer produktene på resirkulert stål gjør det godt i dagens marked, uten konkurransemessige ulemper. Hvilket utslag det får dersom alle prosjekter kommer til å stille krav om resirkulert stål og markedet ikke klarer å levere nok, er usikkert.

5.3 Asfalt

Utslippet av klimagasser fra produksjon av asfalt er avhengig av graden av nyvunnet materiale (bitumen, tilslag osv), prosesstekniske forutsetninger (tørking av tilslag, lavtemperaturasfalt) samt av hvilke energikilder (olje, gass, flis) asfaltverkene benytter. Gitt at metoder, utstyr og drivstofforbruk for utlegging av asfalt ikke har utviklet seg nevneverdig, kan vi anta at det er produksjonsleddet som er mest forbedret fra 1990.

Dagens asfalt er basert på en del returasfalt, ca. 10 %. Vegteknisk institutt har utarbeidet tre EPD-er for asfalt som spesifiserer utslipp fra produksjon av asfalt til mellom 48 og 66 kg CO_2/tonn asfalt, mens utlegging gir et tilleggsutslipp på ca 8 kg CO_2/tonn.

Statens vegvesens FoU programmet «Lavere energibruk i Statens vegvesen» (LEIV) lanserte følgende liste over relevante tiltak for reduksjon av utslipp fra asfaltproduksjonen:

1. Gå over til brensel med mindre CO_2e pr energienhet enn fyringsolje (3 000 til 17 000 tonn*)
2. Holde nede fuktinnholdet i 0-fraksjonene (4 600 tonn)
3. Produsere mer asfalt med lavtemperaturteknikk, LTA (2 900)
4. Øke andelen av gjenbruk i varme masser (2 200 tonn)
5. Vurdere å bruke lokalt tilslag i stedet for tilslag med lang båttransport dersom det lokale ikke gir redusert levetid som oppveier gevinsten.

I følge Kontrollordningen for asfaltgjenvinning (KFA) har gjenvinningsgraden av returasfalt økt over tid, samtidig som asfaltforbruket også har økt. Nye lavtemperaturprodukter har redusert energibehovet i produksjon. Gjennom etatsprogrammet Lavere energibruk i Statens vegvesen (LEIV) refereres det til en studie fra European Asphalt Pavement Association der det anslås at 10 % gjenbruk av asfalt gir 4 % reduksjon i klimagassutslipp, og 50 % gjenbruk reduserer utslippet med 20 %. Dette tallet støttes av Tarmac UK, som viser til at 50 % gjenbruk gir 22 % reduksjon i klimagassutslipp fra produksjon. Antar vi at gjenbruksgraden var lavere i 1990 enn i dag, dvs. nærmere 0 %, samt at energibruken i produksjon var noe høyere, kan vi anslå at utslippet fra produksjonsleddet var ca. 4–6 % høyere enn i dag.

I enkelte prosjekter testes det nå ut fyring av mobile asfaltverk med flis fra trevirke og med elektrisitet der det er nærhet til elektriske forsyningsanlegg. Begge disse tiltakene kan bidra til å redusere CO_2-utslippene ved produksjon av asfalt vesentlig. I tillegg er tak over råvarelageret et viktig tiltak for å redusere energibehovet til tørking. Tall fra Veidekke viser at bruk av pellets til produksjon av asfalt i stedet for gass vil medføre en kostnadsøkning på ca. 15 kr/tonn asfalt.

Asfaltprodusentene tilbyr flere ulike typer kvalitet. Forskjellen i kvalitet gir seg utslag i hvor hyppig det må foretas reasfaltering. Asfalt med lang levetid er noe mer kostbar i anskaffelse, men over 20 års levetid viser livssykluskostnadsberegninger at denne typen asfalt er gunstig. Reduksjon i CO2-utslippet antas å bli ca. 33 % av posten asfalt ifølge beregninger fra Nye veier.

5.4 Stein

Stein er et av de viktigste byggematerialene i samferdselsprosjekter. Pukk og stein utgjør så mye som 95 % av asfalt og 70 % av betong.

Overskuddsmasser fra tunneler og vegskjæringer blir i dag enten dumpet uten å komme til nytte eller blir brukt til fylling av utbyggingsområder av ulike slag. God planlegging i tidlig fase kan redusere behovet for å etablere deponi som medfører at overskuddsmasser blir avfallsprodukt. Overskuddsmasser kan i noen tilfeller brukes som byggeråstoff. Mulighetene for dette undersøkes blant annet i prosjektet Kortreist stein.

Transport er dyrt og utslippsintensivt. Ved transport over ca. 3 mil kan transporten koste mer enn selve materialet. Nye måter å produsere materialer på, for eksempel gjennom kortreist stein og produksjonsanlegg/materialproduksjon inn på anlegget (for eksempel pukkverk, betongblanding og asfaltverk) reduserer transporten. Økt bruk av kortreist stein flytter uttak og produksjon av materialer inn på selve anleggsplassen. Dette kan på kort sikt føre til økt bruk av fossile brensel på anlegget dersom det ikke er tilrettelagt for elektrisk drift.

Videre vil planlegging av deponier for overskuddsmasser ha betydning for energibruk og utslipp. Deponier langt fra stedet hvor masseoverskuddet oppstår vil kreve mer energi ved

borttransport enn nære deponier, eller bruk av overskuddsmasser internt i prosjektet. Imidlertid kan masser være en ressurs, som kan komme til nytte andre steder i kommunen/fylket. Med tanke på at tilgangen på byggeråstoff er begrenset er det hensiktsmessig med utveksling av masser mellom ulike prosjekter for samfunnet som helhet, selv om det ikke alltid er optimalt for hvert enkelt prosjekt. Massehåndteringen bør derfor ses på i et bredere perspektiv enn bare klimagassutslipp i et enkelt prosjekt.

Dersom man bruker alle utsprengte masser kan utslippsbildet knyttet til masser endres. Tabell 4 eksemplifiserer dette med strekningen Åsen- Kvithammar på E6. Tabell 4 viser endring i inngående data og Tabell 5 viser resultat.

Tabell 4: Endringer i inngående data. (Lengde tunnel i prosjektet er i underkant 9 km)

		Kortreist (bruk av masser i anlegget)	Opprinnelig avstand (Værnes og eksisterende anlegg)
Gjennomsnittlig transportavstand i linja (t/r)	Km	5	5
Gjennomsnittlig transportavstand til deponi (t/r)	Km	15	25
Gjennomsnittlig transportavstand til pukkverk (t/r)	Km	15	50
Gjennomsnittlig transportavstand asfalt (t/r)	Km	15	50

Tabell 5: Resultat ved endring i transportlengde i tonn CO2.

	CO2-utslipp ved bruk av kortreist stein (bruk av masser i anlegget)	CO2-utslipp ved opprinnelig avstand (konservativ)
For- og etterarbeid	841	841
Grøfter	23	23
Lasting av sprengstein	7 936	7 936
Massetransport	8 758	14 803
Asfaltering	172	544
Forsterkningslag og frostsikringslag	988	988
Anleggsmaskinarbeid, autovern	11	11

Dersom kvaliteten på stein tilfredsstiller krav gitt til stamvegnettet kan tiltransport av masser til forsterkningslag og frostsikringslag også reduseres.

5.5 Tre

Bruk av tre istedenfor betong eller stål kan føre til reduserte klimagassutslipp. Sammenlignende livsløpsvurdering av betong-, stål- og trebruer har vist at trebruer kan komme godt ut (eksempler tyder på ca. 8-20 %). Også når det gjelder store konstruksjoner er trebruer modne til å bli vurdert som løsning. I tillegg til bruer, kan tre brukes til eks. rekkverk og lysmaster.

Det er vanlig å utelate trevirkets opptak og lagring av CO_2 i livsløpsvurderinger fordi den bundne CO_2 blir tilbakeført til atmosfæren når trevirket råtner eller brenner. Bruk av tre kan i noen tilfeller være negativt for andre bærekraftskriterier, bl.a. kan det oppstå forurensing knyttet til impregnering.

6. Barrierer og kostnader knyttet til redusere utslipp fra anlegg

Det er en rekke barrierer knyttet til overgangen til en fossilfri anleggsvirksomhet. Noen av disse barrierene diskuteres under, teksten er ikke uttømmende.

Siden det økonomiske aspektet ofte blir trukket frem som den viktigste barrieren, går vi mer i detalj på dette lengre nede i kapitelet. Det er verdt å merke seg at Oslo kommune i sine totalentrepriser for fossilfri byggeplasser ikke opplevde økt kostnad knyttet til kravet om fossilfrihet og har opplevd positiv respons i markedet. På den andre siden viser en rapport fra DiFi en kostnad på 2000-5000 kr/tonn CO_2 i anleggsdrift. Kontrakter som allerede er inngått er svært dyre å endre og det er derfor viktig å fokusere på krav i framtidige kontrakter.

6.1 Barrierer

Manglende informasjonsdeling og kompetanse kan sees på som en barriere i overgangen til fossilfri anleggsvirksomhet. Det er derfor viktig med et tilstrekkelig kompetansegrunnlag og tydelig informasjonsdeling, nettopp for å bygge tillit og troverdighet i denne overgangen.

Anleggsmaskiner er kostbare å kjøpe inn og har en antatt levetid på 7- 8 år. En relativt høy utskiftingstakt betyr at det er stort potensial for utskifting i maskinparken på kort til mellomlang sikt (https://www.zero.no/wp-content/uploads/2016/09/ZERO-notat-om-fossilfri-anleggsplass-v1-1.pdf). Skal man lykkes med denne utskiftingen er det behov for alternativer til konvensjonelle fossildrevne maskiner som er konkurransedyktige på pris. ENOVA har i dag gode støtteordninger for et mangfold av innovative løsninger, og ulike aktører kan søke støtte. Et eget program med midler til fossilfri anleggsvirksomhet kan være med på å øke utskiftingstakten på maskinparken. Markedet må også tilby et mangfold av nullutslippsteknologi. Mye av teknologien sies i stor grad å være tilgjengelig, men kostnadene er fortsatt høye (https://www.zero.no/wp-content/uploads/2016/09/ZERO-notat-om-fossilfri-anleggsplass-v1-1.pdf). Det vil eksempelvis for en entreprenør ikke lønne seg å investere i en utslippsfri maskin dersom dette ikke etterspørres i mange prosjekter. Sikker og stabil strømforsyning er også helt essensielt i overgangen til elektriske kjøretøy. I tillegg er det teknologiske utfordringer knyttet til bruk av hydrogen. Manglende infrastruktur for bruk av elektriske og hydrogendrevne maskiner og sikkerhetsmessige utfordringer knyttet til bruk av hydrogen er også barrierer som må nevnes. Framføring av elektrisitet vil være viktig både for elektriske og hydrogendrevne kjøretøy.

Et alternativ til nullutslippsmaskiner er bruk av avansert biodiesel. Manglende motorgaranti fra noen leverandør kan være en barriere for denne overgangen. En annen barriere vil både være tilgjengeligheten på avansert biodiesel og det at biodieselen må selges til en konkurransedyktig pris. I motsetning til veigående kjøretøy benytter anleggsmaskiner avgiftsfri diesel. Dermed blir den økonomiske barrieren ved å ta i bruk avansert biodiesel

enda større enn dersom maskinene i utgangspunktet hadde vært veigående. Dersom det i tillegg stilles krav om at biodrivstoffet skal være fritt for palmeolje, vil dette være en ytterligere barriere for tilgjengeligheten.

I dag finnes det også en barriere knyttet til logistikken av avansert biodiesel. Per i dag går logistikklinjene for avansert biodiesel ut fra Oslo, noe som vil by på utfordringer i de nordligste delene av landet.

6.2 Kostnader knyttet til innføring av nullutslipps-anleggsmaskiner

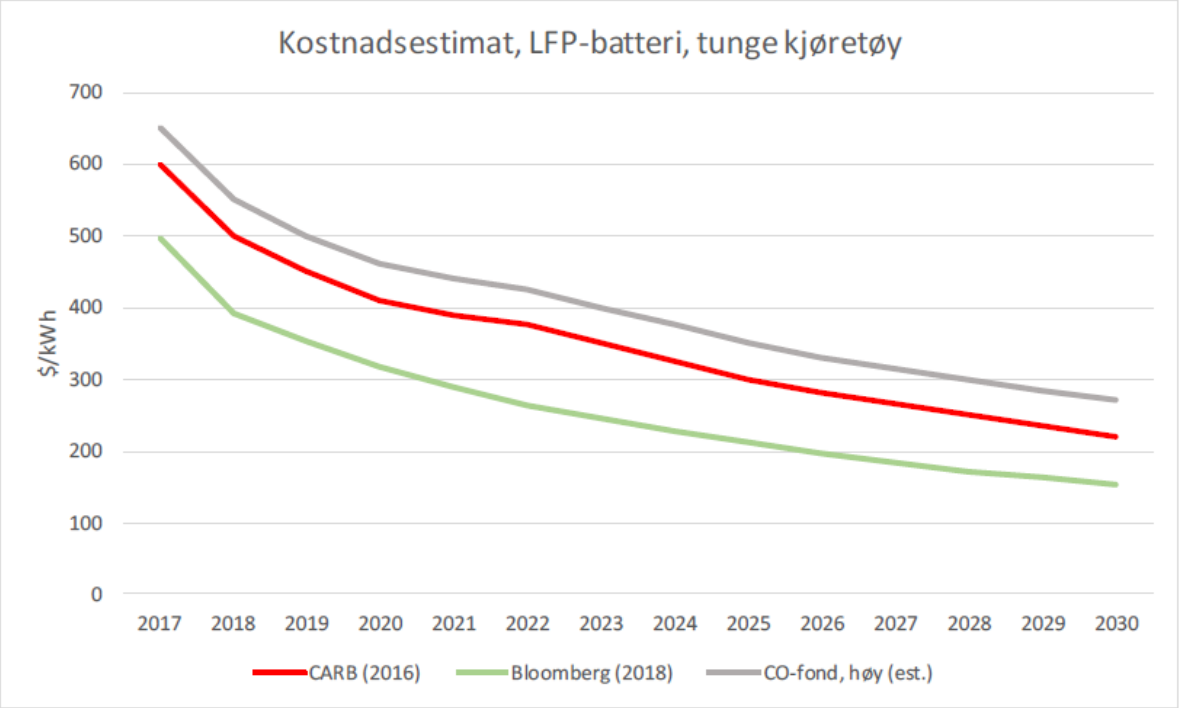
Størsteparten av det direkte utslippet av klimagasser fra anleggsvirksomheten i transportsektoren kommer fra tre typer maskiner: Gravemaskiner, dumpere og hjullastere. I tillegg kommer utslipp fra knuseverk og/eller aggregater. Gravemaskiner, dumpere og hjullastere vil imidlertid oftest utgjøre mer enn 80 % av de direkte utslippene fra en anleggsplass. I tillegg kommer utslipp fra lastebiler som frakter masser fra anlegget til deponering/gjenbruk på vei samt servicebiler og varebiler.

Som for veigående kjøretøy opereres det med flere tilnærminger til nullutslipp:

Plug-in anleggsmaskin (PE) og Plug-in batterielektrisk anleggsmaskin (PBE)
Med plug-in forstår vi en maskin som kan kjøres på elektrisitet forsynt fra nettet. Plugin i kombinasjon med batteri og/eller brenselcelle betyr at maskinen kan kjøres på elektrisitet direkte der det er trukket infrastruktur ut og at maskinen kan kjøre videre på batteri eller hydrogen der slikt ikke er lagt opp.

Maskiner som er plugget inn (direkte koplet til strømnettet) har den store fordelen at de kan kjøres nærmest kontinuerlig, men mobiliteten begrenses vesentlig av at man må trekke en kabel etter maskinen. Dette vil gjøre maskinen mindre brukbar til annet enn relativt stasjonære operasjoner som for eksempel graving.

Batterielektrisk anleggsmaskin (BE)
Batterielektriske anleggsmaskiner har et batteri som lades fra nettet slik at maskinen kan benyttes uten ledning. Brukstiden vil være avhengig av størrelsen på batteripakken. De ulike nullutslippsteknologiene har sine styrker og svakheter. Batterier som kan lagre store energimengder er kostbare. Høy vekt som en følge av lav energitetthet er imidlertid en mindre ulempe i anleggsmaskiner sammenliknet med i biler, da det er behov for lodd/motvekt på en del av disse maskinene. Batterier har et forholdsvis lite energitap sammenliknet med hydrogendrevne maskiner- ofte kan man forvente en virkningsgrad på 80-90 % litt avhengig av om man hurtiglader eller saktelader.



Figur 21 – Forventet utvikling av batterikostnad for elbil (M-1047 2018, http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M1047/M1047.pdf)

Batterikostnaden er i dag relativt høy, men er forventet å synke raskt for batteriene som benyttes i lastebiler, se Figur 21. Mange anleggsmaskiner vil bruke samme batterier som lastebiler, men det kan være noen sikkerhetskrav som gjør batteriene mer kostbar.

Brenselcelle batterielektrisk maskin (FCBE) og Plug-in brenselcelle batterielektrisk maskin (PFCBE)

En ulempe med brenselcellemaskiner er lav virkningsgrad og stort energitap. Virkningsgraden kan være så lav som 1/3-1/4 sammenliknet med batteridrift. Fordelen er at komprimert hydrogen er energirikt sammenliknet med batterier slik at maskinen eller bilen blir lettere gitt tilsvarende driftstid. En annen fordel med hydrogen er at tanken kan fylles på like kort tid som fossilt drivstoff på en dieseltank.

6.2.1 Kostnadsbildet for maskiner og lastebiler

Vi kan dele kostandene forbundet med arbeidsmaskiner i fire hovedkategorier:

- investeringen i maskinen
- drift og vedlikehold av maskinen
- energikostnader
- kostnader til infrastruktur for de respektive energibærere

Kostnaden knyttet til infrastrukturen er betydelig og vil avhenge sterkt av om man velger å forsyne størsteparten av maskinene med alternative drivstoff eller bare noen. Det vil også være av betydning om man velger å benytte seg av mobile batteribanker eller brenselcelleaggregater som alternativ til å trekke kablene i hele anleggets lengde.

I Tabell 6 og Tabell 7 viser vi informasjon vi har mottatt om prisutvikling på ulike anleggsmaskiner og forskjellige teknologier fra Nasta. Vi gjør oppmerksom på at informasjonen i tabellen under må anses som grove estimat og at oversikten over tiltakskostnader ikke inneholder infrastruktur.

Tabell 6 – Innkjøpspris for ulike anleggsmaskiner i millioner kroner (Kilde: Nasta)

		Plug-in electric (PE)	Plug-in Battery Electric (PBE)	Hydrogen Fuel Cell Electric (FCBE)	Plug-in Fuel Cell Battery Electric (PFCBE)	Battery Electric (BE)	Diesel
Gravemaskin 32 tonn	Prototype	3	4	6	6,1	7	2
	Ikke-serieprodusert	2,5	3	4	4	5	
	Serieprodusert	1,8	2,3	3	3	4	
Gravemaskin 38 tonn	Prototype	3,3	4,5	6,5	6,6	8	2,3
	Ikke-serieprodusert	2,8	3,3	4,5	4,5	6	
	Serieprodusert	2	2,5	3,3	3,3	5	
Dumper 40 tonn	Prototype	-	7	9,5	10	10	4
	Ikke-serieprodusert	-	6	7	7,5	8	
	Serieprodusert	-	4,5	5,5	6	6	
Hjullaster 20 tonn	Prototype	-	3,5	5	5,2	5	1,8
	Ikke-serieprodusert	-	3,5	4	4,5	4	
	Serieprodusert	-	3	3	3,5	3	

Tabell 7 – Tiltakskostnad for ulike anleggsmaskiner i kr/tonn CO2. Grove estimater uten infrastrukturkostnad basert på innspill fra Nasta.

		Plug-in electric (PE)	Plug-in Battery Electric (PBE)	Hydrogen Fuel Cell Electric (FCBE)	Plug-in Fuel Cell Battery Electric (PFCBE)	Battery Electric (BE)
Gravemaskin 32 tonn	Prototype	- 300	1100	6500	5500	6800
	Ikke-serieprodusert	- 1000	- 300	3200	2100	3600
	Serieprodusert	- 1900	- 1200	1600	400	2000
Gravemaskin 38 tonn	Prototype	- 800	100	4000	2900	4100
	Ikke-serieprodusert	- 1200	- 800	2100	900	2200
	Serieprodusert	- 1800	- 1400	1000	-200	1300
Dumper 40 tonn	Prototype	-	2000	8200	7800	7600
	Ikke-serieprodusert	-	800	4400	4000	4700
	Serieprodusert	-	- 1000	2200	1800	1700
Hjullaster 20 tonn	Prototype	-	3000	11000	10500	10000
	Ikke-serieprodusert	-	1700	5300	5400	4000
	Serieprodusert	-	700	2800	2900	1500

6.2.2 Gravemaskiner

Dagens CO2-utslipp gjennom et år er mellom 90 og 180 tonn for en gravemaskin.

Gravemaskiner for byggeplasser kommer i ulike størrelser og utførelser. Innkjøpsprisen for en stor diesel-gravemaskin på 32-38 tonn er i størrelsesorden 2 - 2,3 mill kr. Typisk levetid vil være syv-åtte år.

Forbruket av diesel kan sjablongmessig settes til 19-32 liter per time og driftstiden vil være i størrelsesorden 1800 til 2100 timer i året. Den rene energikostnaden for diesel blir da i størrelsesorden 2,2 mill kr for en maskin i det laveste intervallet og 3,3 mill kr for en større maskin over maskinens levetid.

Merkostnadene for en ikke-serieprodusert nullutslippsmaskin (der utviklingskostnadene ikke er medregnet) varierer betydelig avhengig av driftsform. En elektrisk maskin for direkte tilkopling til strøm er rimeligst og vil kunne koste 3-3,3 mill kr. Kostnadene stiger for plug-in batteri, brenselcelle-batteri, plug-in brenselcelle batteri og til det dyreste konseptet som er en ren batterielektrisk-maskin, se Tabell 6. Sistnevnte er mest kostbar grunnet kostnadene til en stor batteripakke.

Dersom man forutsetter at det produseres flere slike maskiner (ikke-serieproduksjon, men flere enn prototype) synker kostnadene med rundt 20 til 30 %.

En serieprodusert maskin på mer enn 1000 eksemplarer gir rundt 40-50 % reduksjon i prisen. Dette gjelder både 32- og 38-tonns maskiner.

De samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til batterielektrisk drift og plug-in-drift er i størrelsesorden halvparten av dieselkostnadene. Skal maskinene kjøres på hydrogen vil de samfunnsøkonomiske kostnadene til drivstoffet være høye og høyere enn for diesel. Dess mer man kan kjøre på direktevirkende el eller batteri dess mer fordelaktig er det med tanke på totalen, dess mer man bruker hydrogen dess mer øker kostnadene.

Samfunnsøkonomisk kostnadseffektivitet basert på alle kostnader bortsett fra utbygging av infrastruktur peker på plugin-maskiner som gunstigst og plug-in batterielektriske maskiner som nesten like gunstige. Både brenselcellemaskiner og batterielektriske maskiner har en samfunnsøkonomisk kostnadseffektivitet på ca. 4000 kr/tonn CO2-ekvivalenter. De mindre maskinene ligger noe høyere opp mot 7-8000 kr/tonn CO2-ekvivalenter.

Det er ikke enkelt å estimere merkostnader til alternativ energiforsyningsinfrastruktur som er allmenngyldige. En maskin som er avhengig av kabel vil være avhengig av en mer omfattende infrastruktur enn maskiner med brenselceller og/eller batteri. I tillegg blir det mer arbeid med tilrettelegging etter hvert som arbeidet skrider frem. Bruk av batterier kan fordre høyt uttak av strøm over kort tid om det legges opp til hurtiglading, mens bruk av hydrogendrevne maskiner krever en betydelig høyere energimengde transportert inn til anlegget sammenliknet med plug-in- eller batteri-drift. Vi har prøvd å skissere en case for en anleggsplass til slutt i kapittelet.

6.2.3 Dumpere

Dagens CO2-utslipp gjennom et år er ca 110 tonn for en maskin.

Ettersom en dumper er betydelig mer mobil enn en gravemaskin og opererer over et større område vil maskinen lettere kunne kjøres til et strømuttak for lading eller til en fyllestasjon for hydrogen. Større aksjonsradius gjør også at direkte elektrisk drift fortrinnsvis må etableres i form av en kontaktledning og pantograf.

En typisk 40-tonns dumper vil kunne ha en innkjøpspris på 4 mill kroner og ha en levetid på 7 år. Dieselforbruket er imidlertid noe lavere enn for en gravemaskin med et forbruk på ca. 20 l/time. Antallet driftstimer er tilsvarende som for en stor gravemaskin. Over livsløpet vil da diesel for ca 1,7 mill kr konsumeres.

Merkostnadene for en nullutslippsdumper i en tidlig fase (ikke serieprodusert) vil samsvare omtrent med de for nullutslippsgravere med tanke på driftskonsept; Direkte elektrisk drift er rimeligst i innkjøp mens ren batterielektrisk og kombinert plug-in, brenselcelle batteri-maskin koster mest. Øker vi produksjonen til 100 synker kostnadene med rundt 20 %. En serieprodusert maskin på mer enn 1000 eksemplarer gir rundt 40 % reduksjon i prisen.

Med lavere energiforbruk og omtrent like høye investeringskostnader vil den samfunnsøkonomiske kostnadseffektiviteten være noe mindre fordelaktig for en dumper sammenliknet med en gravemaskin – i størrelsesorden 7-8000 kr/tonn CO2-ekvivalenter. Merkostnader for alternativ infrastruktur er heller ikke for dumpere inkludert i dette avsnittet.

6.2.4 Hjullastere

Dagens CO2-utslipp gjennom et år er ca 50 tonn per maskin.

En hjullaster koster mindre enn en stor gravemaskin, ca. 1,8 mill kr og levetiden er omtrent som de andre maskinene ca. 7 år. Forbruk i timen er i størrelsesorden 12 liter og årlig driftstid er 1500 timer, noe som gir en dieselkostnad på 0,7-0,8 mill kr fordelt over livsløpet til maskinen.

Som for øvrige maskiner er plug-in-maskinene rimeligst i innkjøp mens øvrige driftsformer for batteri og brenselceller ligger på ca. 5 mill i innkjøp som prototype.

Øker vi produksjonen til 100 synker kostnadene med rundt 20 %.

En serieprodusert maskin på mer enn 1000 eksemplarer gir i underkant av 40% reduksjon i prisen. Med unntak fra PBE-teknologi som ikke gir nevneverdig prisreduksjon.

Ettersom maskinene utnyttes mindre intensivt og slipper ut mindre klimagasser får disse maskinene også en mindre fordelaktig samfunnsøkonomisk kostnadseffektivitet rundt 10 000 kr per tonn CO2-ekvivalenter før vi inkluderer kostnadene til infrastruktur for alternativt drivstoff.

6.2.5 Lastebiler

Det har ikke lyktes oss å få innhentet spesifikk informasjon om kostander knyttet til el-lastebiler til bruk ved bortkjøring av masser fra anleggsplass. Årsaken er muligens at slik informasjon ansees å være konkurransesensitiv fra produsentenes side relativt nært i tid før lansering av de første prototypene. Ettersom dumpere har mange tilsvarende egenskaper som en lastebil har vi tatt utgangspunkt i merkostnadene for elektrifisering av slike kjøretøy.

Vi har tatt utgangspunkt i en lastebil på 14 tonn med en tilhenger på 6 tonn og skalert ned tiltakskostandene fra dumper basert på kostnader for konvensjonelle kjøretøy. Total kostnad for en lastebil med tilhenger som nevnt over er ca. to millioner kroner. Vi antar et forbruk på 0,62 liter diesel per km og 80 000 årlig kjørte km. Årlig utslipp ved en kjørelengde på 80 000 km er estimert til 132 tonn CO2-ekvivalenter.

Gitt ovennevnte grove tilnærming vil tiltakskostnaden for batterielektriske, brenselcellebatterielektriske og plugin-batterielektriske lastebiler ligger på ca 4-5000 kr/tonn CO2-ekvivalenter for en prototyp. Ved samme antakelser om stordriftsfordeler ved lastebil 100 og 1000, antar vi som for en dumper at tiltakskostanden synker med henholdsvis 20-30 til 40-50 %. Laveste tiltakskostnad ligger godt under 1000 kr/tonn for serieprodusert bil.

En batterielektrisk lastebil med pantograf kommer kostnadsmessig gunstigst ut, men her er kostnader for etablering av pantograf ikke medregnet. Bygging av et kontaktledningsanlegg for et midlertidig anlegg vil trekke totalkostnaden for denne driftsformen betydelig opp. Bygging av master på offentlig vei vil øke kostandene ytterligere i tillegg til at sikkerhetsaspekter knyttet til fremføring av en høyspent kontaktledning vil måtte vurderes. Etterbruk av pantografen til lastebiltransport på vei eller kollektivtrafikk vil selvsagt kunne endre konstandsbildet vesentlig.

Den kinesiske lastebilprodusenten BYD er kommet langt i elektrifisering og uttesting av lastebiler for anleggsplass. I tillegg til massetransport kommer de samme bilene også spesialisert for avfallstransport i tillegg til betongblander-biler. BYD leverer også komplett ladeutstyr for anleggsplass for både stasjonær og mobil lading. Operatører i den kinesiske byen Shenzhen har bestilt 500 lastebiler som fullastet skal kunne kjøre 280 km på én lading og semi-hurtiglades på 90 minutter. Shenzhen har også tatt grep når det gjelder elektrifisering av kollektivtrafikken slik at synergier, når det gjelder bruk av ladeinfrastrukturen, kan oppnås.

Miljødirektoratet har nettopp publisert rapporten «Miljøavtale med CO2-fond» som omtaler elektriske lastebiler i et eget kapittel. I rapporten beskrives det at det er krevende å finne én type lastebil som representerer markedet. Kunden kan konfigurere både chassis, drivlinje og førerhus til selve lastebilen eller trekkvognen. I tillegg kommer påbygg, som lasteplan til distribusjon, rom for kjøling eller frys osv. Motorkraft og lasteevne varierer med andre ord forholdsvis mye innenfor hver lastebilklasse.

Tiltakskostanden for elektriske lastebiler er beregnet å ligge på litt i underkant av 1500 kr/tonn over perioden 2021-2030. Dette innebærer både en periode der tiltakskostanden er høy og en periode nærmere 2030 hvor kostnaden er betydelig lavere. Alt i alt samsvarer denne generelle tilnærmingen bra med vår analogi knyttet til dumper vs. tung lastebil.

Miljødirektoratet konstaterer at tilgjengelige modeller av batterielektriske tunge kjøretøy per i dag mest rettet inn mot kortere distanser og distribusjonskjøring i by. Teknologien fungerer og innen forholdsvis kort tid forventer de en elektrifisering av stadig større lastebiler med lengre rekkevidde uten lading.

Tabell 8 sammenstiller tiltakskostandene for ulike typer tyngre kjøretøy. El-trekkvogn er den typen lastebil som vi antar er mest lik anleggslastebil med tilhenger.

Tabell 8 – Tiltakskostnad for elektrifisering av ulike kjøretøytyper, Miljødirektoratet, 2018, http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2018/Mai-2018/Miljoavtale-med-CO2-fond-Modellering-av-kostnader-og-potensial-for-utslippsreduksjoner/

VEITRANSPORT: Samfunnsøkonomiske tiltakskostnader	Tiltakskostnad (kr/tonn)	Samlet utslippsreduksjon (2021-2030)
Lette el-varebiler	407	1 029 400
Tyngre el-varebiler	405	693 400
El-bybusser	387	1 281 400
El-langdistansebusser	1 341	65 800
Små el-lastebiler	1 122	161 200
Mellomstore el-lastebiler	2 715	106 100
El-trekkvogner	1 451	517 500

På samme måte som for anleggsmaskiner regner altså Miljødirektoratet en gunstig utvikling i kostnaden per kjøretøy etter hvert som produksjonen oppskaleres og batterikostanden synker, se Figur 22. Høyere kostnad for kjøretøy oppveies i stor grad av reduserte driftskostnader etter hvert som differansen i innkjøpspris reduseres.

Figur 22 – Forventet utvikling i investeringskostnad for el-trekkvogn, Miljødirektoratet 2018

På tross av at Miljødirektoratet bruker eklektisk lastebil som eksempel utelukker de på ingen måte andre teknologier som hydrogendrift med brenselcelle (FCBE), komprimert eller flytende biogass (CBG eller LBG).

I Norge samarbeider ASKO i et testprosjekt med Scania om å utvikle en hydrogendreven lastebil til distribusjon. I følge Miljødirektoratet vil den første lastebilen kunne komme i drift høsten 2018. I det norske markedet tilbyr både Volvo, Scania og Iveco allerede flere modeller med gassmotorer, i tillegg til Mercedes-Benz sin kommende Econic, som sømløst kan benytte biogass. I tillegg omtaler Miljødirektoratet ledning og skinne langs vei som et mulig konsept.

6.2.6 Reduserte kostnader ved teknologiutvikling

Det er hevet over enhver tvil at teknologiutvikling vil redusere prisene på maskiner betraktelig, men at det koster å være tidlig ute. Hvis vi både tar utgangspunkt i at batteriprisen synker, kostnadene til å håndtere hydrogen som energibærer reduseres og produksjon av maskiner i større serier gjør maskinene rimeligere ligger alt til grunn for at en anleggsplass med nullutslippsmaskiner over noen år kan bli et kostnadseffektive klimatiltak. En følsomhetsbetraktning viser oss at den dagen innkjøpsprisen på en batterielektrisk gravemaskin har sunket fra 8 mill til 4 mill kr vil tiltakets kostnadseffektivitet forbedres fra ca. 4000 kr/tonn CO2-ekvivalenter til ca. 300 kr/tonn CO2-ekvivalenter.

I tillegg til den direkte effekten på anleggsmaskiner i de aktuelle prosjektene kommer verdien av teknologiutvikling langt utover statens investeringer i samferdselsinfrastruktur. Disse effektene er sammenliknbare av effektene med de vi ser på elbilsatsingen på personbiler i Norge. Konsekvensene er potensielt store fordi aktørene ser de får et marked for nullutslippsmaskiner, men den konkrete effekten er vanskelig å kvantifisere eksakt.

6.2.7 Kostnader knyttet til utbygging av infrastruktur til utslippsfrie maskiner

Nullutslippsmaskiner er avhengig av en infrastruktur for distribusjon av energibæreren. Av denne grunn er det naturlig å inkludere slike merkostnader i kostnadsvurderingene over.

Case dagsoneprosjekt

For å belyse utfordringene har vi valgt oss ut et case for bygging av vei i dagsone, uten tunnel, kulvert eller bro. Caset under er ment å gi et bilde av behovet for effekt og energiforbruk på en tenkt anleggsplass. For dagsoneprosjektet tenker vi oss at 10 gravemaskiner, 4 hjullastere og 30 lastebiler er involvert i arbeidene. Arbeidet pågår over 12 måneder med ett skift.

I praksis kan vi tenke oss at noen maskiner benytter hydrogen som energibærer og andre drives av plug-in strøm eller batteri eller kombinasjoner av dette. For enkelhetsskyld tar vi

utgangspunkt i ett rendyrket batterielektrisk scenario og ett hydrogenelektrisk scenario, selv om det ene altså ikke trenger å utelukke det andre.

Batterielektrisk scenario

I det *batterielektriske scenarioet* antar vi at gravemaskinene og hjullasterne kan kjøres et helt skift og lades over natten. Lastebilene kjører 15 km til deponi og må, i tillegg til saktelading om natten, antakelig hurtiglades to-tre ganger i løpet av dagen.

Strømforbruket om natten vil være en funksjon av hvor mange maskiner som er i drift på anlegget, antall timer maskinene står til lading og hvor store batteriene er. Hvis vi rent sjablongmessig tenker oss batteripakker på ca 800 kWh vil saktelading om natten kreve et strømuttak på 80 kW for hver maskin/bil over en periode på 10 timer. Det totale effektbehovet over natten blir i så fall i størrelsesorden 10 000 kWh for 14 maskiner med et kontinuerlig, samlet effektuttak på 1000 kW. Det vil være naturlig å forutsette en viss rest-energimengde i batteriene etter endt arbeidsdag.

Induktive hurtigladeløsninger for lastebiler med 200 kW effekt, testet ut i USA, introduseres i disse dager i Europa. Vi legger derfor til grunn hurtiglading med en ladefart 200-300 kW er realistisk for batteripakker i den størrelsen som er aktuelt i maskinene, og at maskinene kan lades 70-80 % i løpet av en time. Vi kan se for oss at de 30 lastebilene lades 30-40 minutter 2-3 ganger pr dag og at dette gir oss et tilnærmet kontinuerlig effektbehov på 1000-3000 kW. Hurtiglading av bilene krever god planlegging av arbeidet, og det vil derfor være en viss usikkerhet knyttet til hvordan bilene turneres på hurtigladerne. Effekttariffer, som er en betydelig utgift de kommersielle aktørene for personbillading, er sannsynligvis ikke like viktig på en anleggsplass for batterielektriske maskiner ettersom etterspørselen etter effekt fordeler seg mye jevnere over døgnet.

Vi har innhentet et eksempel på kostnader forbundet med å etablere en transformator som kan levere en kontinuerlig effekt på minst 2,5 MW med tilhørende nødvendige elarbeider fra Trondheim kommune. Totalkostnaden der var ca. 4 millioner kroner (3,2 mill eks. mva.). Kostnadene fordelte seg på eltavle til 0,8 millioner kroner, prosjektering og prosjektledelse 0,4 millioner kroner. Anleggsbidrag til Trønder-energi utgjorde ca. 0,9 MNOK (mva fritt). Resten var kostnader knyttet til 2 stk transformatorer x 1250 KVA.

I tillegg vil vi måtte anta at ytterligere kostnader til trekking av kabler og etablering av ladestasjoner som ikke er kjent per i dag. Vi vil også anta at selve transformatoren vil ha en betydelig restverdi ved etterbruk andre steder. Det kan være som stasjonær strømforsyning til boliger eller næringsbygg/industri. Alternativt kan vi tenke oss at enheten flyttes til et nytt byggeprosjekt eller anlegg.

Batteribanker

Utover stasjonær strømforsyning vil *batteribanker* kunne bidra til å jevne ut effektbehovet over døgnet. Vi har i eksempelet over vist at lading av anleggsmaskinene om natten («saktelading») gir et effektbehov mindre (men i samme størrelsesorden) som ved hurtiglading av lastebilene om dagen. På lokaliteter med svak strømforsyning kan det likevel

være hensiktsmessig å supplere anleggsplassen med batteribanker, dette på tross av en betydelig merkostnad.

Batteriprisen vil være helt avgjørende for kostnadene for en batteribank. Hvis vi tenker oss at en konteiner inneholder batterier med en lagringskapasitet på 2000 kWh, vil kostnaden være rundt 4 millioner kr gitt en batteripris på 2000 kr/kWh. På samme måte som en transformator vil man kunne regne en betydelig etterbruk av en slik batteribank. Tenker man seg et anlegg med drift 300 dager i året og at batteriene tåler 1000 ladesykluser vil batteribankene kunne benyttes til minst tre anlegg. Aksepterer man at batterikapasiteten synker til under 70 % vil man sannsynligvis kunne benytte batteribanken på betydelig flere anlegg. En stasjonær batteribank vil også kunne benytte rimeligere batterier med lavere energitetthet og celler som ikke er like godt sikret mot slag og vibrasjoner sammenliknet med celler som skal stå i maskinene.

I tillegg til å jevne ut effektbehov over døgnet vil batteribanker kunne spille en rolle der strømforsyningen er så svak at kontinuerlig energitilførsel ikke er tilstrekkelig til å dekke anleggsplassens energibehov. I slike tilfeller kan vi se for oss batterier lastet i konteinere som transporteres inn til anlegget av lastebiler. Mobile batteribanker kan gjøre at lite mobile anleggsmaskiner kan lades der de står for på den måten redusere tidstapet ved å flytte maskinen til et sted der den kan lades.

Hydrogenelektisk scenario

I det *hydrogenelektriske scenarioet* antar vi tilsvarende at gravemaskinene og hjullasterne kan kjøres et helt skift. Lastebilene kjører en tilsvarende distanse til deponi. I det hydrogenelektiske scenarioet vil ikke rask tilførsel av energi til bilene og maskinene være noen utfordring ettersom overføring av hydrogen fra tankstasjon til hydrogentanken på kjøretøyet kun tar få minutter. Høy energitetthet i hydrogen gjør også at tanking av lastebilene antakelig helt kan unngås i løpet av skiftet.

Energibudsjettet baseres på en antakelse om daglig forbruk av 92 600 kWh hydrogen, tilsvarende 2,8 tonn hydrogen, der lastebilene står for 60 % av totalforbruket. Ettersom anlegg for bygging av samferdselsinfrastruktur i sin natur er midlertidige antar SINTEF at det vil være økonomisk gunstigst å etablere fyllestasjon uten egen produksjon av hydrogen. Investeringen for en stasjon med to dispensere vil ligge i området 20-25 millioner NOK. Dersom entreprenøren ønsker å eie hele infrastrukturen selv, kommer det i tillegg kostnader for lagringsløsninger og transportmidler.

Dersom man regner inn en relativt lang transportdistanse på 200 km vil vi kunne se for oss en kostnad på 50 kr/kg hydrogen ferdig fylt på kjøretøy. Et mer «gunstig» anslag kan baseres på egenproduksjon som gir i underkant av 20 kr/kg hydrogen i produksjonskostnader. Med transport og fylling vil totalkostnaden være 40 kr/kg hydrogen, altså noe lavere enn ved tilkjørt hydrogen på tankbil.

Ifølge rapporten «Virkemidler for hydrogenstasjoner i Norge og Skandinavia» er totalkostnaden for en fullt utbygd stor stasjon med lokal produksjon av hydrogen ved

elektrolyse er ca. 60 millioner kroner. Disse tallene er igjen basert på estimater gjort av HYOP. En slik stasjon kan forsyne ca 2500 biler personbiler noe som også må kunne antas å kunne forsyne en større anleggsplass med hydrogen. Ettersom dette anlegget produserer hydrogen lokalt vil det også her måtte etableres infrastruktur for elektrisitet. Selv om den totale energimengden vil måtte være større enn det som må leveres til batterielektrisk drift, vil energiforbruket kunne være jevnt over døgnet eller tilpasses den til enhver tid tilgjengelige effekten. I tilfellet der hydrogen produseres «on site» vil det være rimelig å legge til grunn at det må etableres en infrastruktur for elektrisitet frem til fyllestasjonen.

Dersom det investeres i en fullt utbygd stor hydrogenstasjon med lokal produksjon vil det være nærmest en forutsetning at dette blir en stasjon som får et etterbruk som tankstasjon for veitransport enten til personbiler eller tungtransport.

6.3 Kostnader ved bruk av biodrivstoff

For biodrivstoff vil merkostnaden i hovedsak være knyttet til produktprisen på biodrivstoffet. I tillegg vil det kunne være noen merkostnader knyttet til transport og tankanlegg. Prisen på HVO avtales mellom produsent og kjøper, så det finnes ingen børspris som kan sammenlignes med prisen for ordinær autodiesel. Drivkraft Norge (pers.med) anslår at prisen uten avgifter er om lag dobbelt så høy som for fossil diesel, og 50 % høyere enn for FAME. På grunn av fritaket for veibruksavgift vil prisen til forbrukeren likevel kunne være på linje med fossil diesel levert til vegtransport, se Tabell 9. Ved innkjøp av transporttjenester som benytter drivstoff med vegbruksavgift vil derfor krav til bruk av biodrivstoff ikke nødvendigvis medføre økte priser på tilbud. Siden diesel til anleggsmaskiner ikke betaler vegbruksavgift, blir merkostnaden for biodrivstoff til dette segmentet betydelig høyere for anleggseieren. Listeprisene fra CircleK viser en merkostnad på rundt 25 % for HVO og 8 % for FAME. Det betyr at tilbud som benytter f.eks. HVO vil ha en økt pris sammenlignet med tilbud som benytter fossil anleggsdiesel.

Tabell 9 – Listepris for fossil diesel og biodiesel. Prisen varierer over tid. Kilde: CircleK.no, 13.2.2018.

Produkt	Kr/liter eks mva	Kr/liter inkl mva	Gjeldende fra
Diesel	11,54	14,43	2018-02-14
milesBIO HVO100	11,72	14,65	2018-02-14
Biodiesel B100	10,05	12,57	2018-02-14
Anleggsdiesel	9,34	11,67	2018-02-14

For å gi et grovt anslag på merkostnad har vi sett på prosjektene fra Nye Veier og tall fra SVV. I disse prosjektene har forbruk av anleggsdiesel vært mellom 10 og 553 liter diesel per meter med veg, dette er altså mange forskjellige typer veger og resultatene fra denne regneøvelsen må derfor benyttes med varsomhet. Snittforbruket på prosjektene med 4-felts-veg er på 355 liter/m eller rundt 355 000 liter per km. Dersom vi baserer oss på priseksemplene som er gitt av CircleK i Tabell 9, er merkostnaden for 100 % HVO 2,98 kr/liter, så cirka 3 kr/liter. Dette medfører en kostnadsøkning rundt 1 million kr per km veg dersom all fossil anleggsdiesel skal erstattes med 100 % HVO. Et grovt anslag på samfunnsøkonomisk tiltakskostnad blir da 2200 kr/tonn CO2. Dette anslaget tar ikke hensyn til merkostnader knyttet til ekstra tanker eller separat distribusjon.

En annen måte å se dette på er å se på mengde diesel som andel av entreprenørkostnad. For de SVV-prosjektene som det er sett på ligger dette på 6,2 m^3 diesel/millioner kroner i entreprenørkostnad når transport til og fra anlegget inkluderes (5,2 m^3/mill kr for bare anleggsdiesel). Med en dieselpris på 11,67 (fra Tabell 9) indikerer dette at utgiftene til diesel står for cirka 7 % av den totale entreprenørkostnaden. Gitt at biodiesel har en merkostnad på 25 % som beskrevet over, vil dette øke de totale entreprenørkostnadene med under 2 %. Ved en merkostnad for biodiesel på 50 %, blir kostnadsøkningen for hele prosjektet på rundt 4 %.

Framtidig pris på biodrivstoff er avhengig av mange faktorer, spesielt hvor raskt produksjonskapasiteten av avansert, bærekraftig biodrivstoff øker. Rambøll har på oppdrag fra Miljødirektoratet sammenstilt tilgjengelig informasjon om fremtidige priser, se Tabell 10. I følge denne analysen er produktpris for avansert biodrivstoff 8-12 kroner/liter og vil holde seg konstant mot 2030. Dette er basert på en forventning om at markedet vil etterspørre store mengder avansert biodrivstoff de neste årene og at produksjonskapasiteten ikke vil øke så raskt som etterspørselen. Legg merke til at det er forventet at prisen på fossile energibærere øker med rundt 120 og 140 % for henholdsvis bensin og diesel fra 2016 til 2030. Merkostnaden for biodrivstoff er altså forventet å synke med over 50 % i forhold til fossil diesel.

Tabell 10 – Forventet framtidig produktpris for ulike typer drivstoff (Kilde: Biodrivstoff i transportsektoren, kartlegging av barrierer og kostnader, http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M669/M669.pdf)

Produktpriser i NOK/liter bensin-/dieselekv.	2015	2016	2020	2025	2030
Bensin	3,58	2,95	4,11	5,28	6,45
Bioetanol, førstegenerasjon	7,94	6,42	6,71	7,01	7,46
Diesel	3,47	2,67	3,71	5,28	6,45
Biodiesel, førstegenerasjon	8,49	6,41	6,74	6,71	6,53
Biodiesel HVO, avfallsbasert		8,00	8,00	8,00	8,00
Biodiesel, avansert, trebasert, Norge	-			12,00	12,00

7. Effekter av tiltakene på støy, lokal luftforurensning

Støy er et stort problem i forbindelse med anleggsarbeid. Hvor mye støy som tillates fra anlegget og innenfor hvilke tidspunkt støyen kan aksepteres, reguleres av støyretningslinjene (T-1442/2012) og kommunelegens vurderinger i tråd med kommunehelsetjenesteloven.
Støyen kan oppstå på selve anleggsområdet i forbindelse med arbeidet, men også langs veger og farleder hvor materialer og masser flyttes til og fra anlegget. Restriksjoner på støynivåene har en kostnad gjennom driftsbegrensninger og direkte kostnader til alternativ overnatting.

Støyende utstyr er f.eks. borerigger fra gravemaskiner, lastebiler og dumpere. Dette problemet vil være like stort som i dag ved bruk av biodrivstoff, men vil bli redusert ved bruk av elektriske eller hydrogendrevne maskiner. Annen støy fra anlegg kan komme fra sprengning, spunting og peling, hvor hovedproblemet er impulsstøy som ikke påvirkes av drivstoffvalg. Det er også mulig å drive spunting og peling hydraulisk. Dette kan redusere støyproblemet. Støy fra stein som lastes og losses på biler påvirkes heller ikke av drivstoff-valget. Samlet støynivå reduseres gjennom en kombinasjon av virkemidler. Det er vanskelig å si noe om hvilken støyreduksjon som kan oppnås gjennom elektrifisering av maskinparken i kombinasjon med tiltak som reduserer slag og skramling, da det er stor forskjell på lydbildet fra hvert enkelt prosjekt, og også stor forskjell mellom de forskjellige arbeidsoperasjonene og fasene i prosjektet.

Lokal luftforurensning er også en utfordring i noen anleggsprosjekter. Særlig vil støv fra anleggsveger, sprengning, lasting og lossing, og mobile knuseverk kunne være et problem. I tillegg kommer direkte utslipp av avgasser fra maskinene og kjøretøyene som brukes på anlegget. Lokal luftforurensning kan både være en utfordring for omgivelsene, men også for arbeiderne på anlegget. Særlig ved arbeid i tunneler vil lokale utslipp være en utfordring for arbeidsmiljøet, og det kreves store ressurser for å sikre god nok ventilasjon og støvdemping til at arbeidernes helse ivaretas. Valg av type sprengstoff i tunnel har betydning for luftkvalitet. Det er ikke gjort noen sikre samlede overslag over hvor stort problemet med lokal luftforurensning fra anlegg er.

Krav til støvdemping, og bruk av kjøretøy som tilfredsstiller EURO VI og maskiner som tilfredsstiller Steg 4 kan redusere utslippene av partikler og avgasser. Steg 5 kommer i 2019 og vil gjelde alle størrelser av anleggsmaskiner. En av hovedmotivasjonene med å innføre Steg 5 er problemer med luftkvaliteten i store byer i Europa. Steg 5 vil stille krav om maks 0,4 g NO_x/kWh og maks 0,015 g PM/kWh. Til sammenligning er EURO VI-kravene for lastebiler henholdsvis 0,4 og 0,01 g/kWh, så avgasskravene er relativt sammenlignbare. Krav om EURO VI og Steg 5 i byene vil om få år kunne være et effektivt tiltak mot forurensning fra avgasser. Utslipp av helseskadelige stoffer (PM og NOx) er vesentlig redusert fra de tidlige stage-kravene (1-3A) til de siste kravene (3B, 4 og 5). Rundt 40 % av maskinene som benyttes i Norge i dag har krav 3A eller mindre. Ved å kreve maskiner med strenge utslippsgrenser i kontraktene, kan utslipp av helseskadelige stoffer reduseres betydelig.

8. Eksempler på beste praksis

8.1 Oslo Lufthavn

Utbyggingen av nye Oslo lufthavn ble ferdigstilt i 2017, og lufthavnen har blitt nesten dobbelt så stor som tidligere. 117 000 kvadratmeter nybygg stod klart til den offisielle åpningen 27. april 2017. De nye bygningene har oppnådd den internasjonalt anerkjente miljøsertifiseringen BREEAM Excellent, med svært god margin. Klima og miljø har vært en viktig forutsetning i hele utbygningsprosjektet, både i prosjektering og bygging.

Utstrakt bruk av treverk har vært et bevisst klimavalg. Bærebjelkene for taket og gulvet i pir nord er i tre, og hele taket på den nye piren er også dekket av kortreiste eikeplanker. Alt treverk er dokumentert bærekraftig hugget. Der er også brukt klimabetong som er produsert med om lag halvparten av klimagassene som trengs for å produsere ordinær betong. Mye av metallet stammer fra resirkulert metall som er smeltet om og gjenbrukt.

De nye bygningene er bygget etter passivhusstandard. Det betyr blant annet ekstra isolasjon i gulv, vegger og tak og svært tette vinduer sammenlignet med bygninger oppført etter gjeldende byggeforskrifter. Resultatet blir lavt energiforbruk i drift. Oslo lufthavn har mottatt passivhus-støtte fra ENOVA. Som en del av utbyggingsprosjektet ble det etablert et termisk snølager nord for terminalbygget. Her samler Oslo lufthavn opp ren snø fra vinteren som lagres under sagflis. Smeltevannet hentes ut fra bunnen og brukes til å kjøle ned pir nord på sommerstid. Terminalen varmes opp med varme fra avløpsvann og varme fra grunnen.

Det er utarbeidet klimagassregnskap for de nye terminalbyggene ved bruk av Statsbyggs klimagassverktøy. Regnskapet viser at valg av klimavennlige bygningsmaterialer har gitt hele 43 % utslippsreduksjon, sammenlignet med bygget slik det så ut på tegnebrettet før de klimareduserende tiltakene ble iverksatt, og 35 % reduksjon i utslipp sammenlignet med et ordinære bygg oppført i henhold til norske byggeforskrifter.

Miljø er fullt integrert i den ordinære prosjektstyringsmodellen i utbyggingsprosjektet. Dette drar Avinor nå veksler på og nytte av i videreutviklingen av konsernets prosjektstyringsmodell for å ivareta miljøhensyn i nye byggeprosjekter. Nye samhandlingsrutiner mellom alle involverte aktører i et utbyggingsprosjekt innarbeides. Det har også gitt nye krav og rutiner for effektiv håndtering og kontroll av miljøkrav i alle faser – fra prosjektering til ferdigstillelse av bygg og anlegg.

Utbyggingsprosjektet er kåret til «Nordic Best Practice»-prosjekt i en ny, nordisk veileder for anskaffelse av miljøvennlige byggevarer. Det omfatter både hvordan utbyggingen har gått frem, hvilke metoder som er brukt, krav og resultater (http://ngbc.no/wp-content/uploads/2015/10/veileder_anskaffelse_A4_tiltrykkNY.pdf)

8.2 Fergekontrakter i Hordaland

Utlysning av utviklingskontrakten på riksvegferjesambandet Lavik-Oppedal og krav i senere ferjeanbud er et eksempel på statlige anbud som har påvirket hele bransjen i en mer miljøvennlig retning. De aller fleste ferjene i kontraktene som er inngått etter utviklingskontrakten vil ha batteripakker ombord. Ved hjelp av strenge miljøkrav i tillegg til evalueringsmodeller som vektlegger miljø i tillegg til pris har bransjen fått initiativ til å strekke seg lengre enn de ellers hadde gjort og det viser seg nå at det ofte til og med er lønnsomt å velge 100 % elektrisk drift. Det har blitt inngått en rekke kontrakter om bygging av nye elektriske ferjer og ombygging av gammeldagse dieselferjer til den nye teknologien. Dette påvirker ikke bare fergesektoren, men vil ha stort spredningspotensial til andre maritime segmenter. Statens vegvesen er nå i ferd med å ta et nytt steg med utviklingskontrakten for en hydrogenelektrisk ferje på riksvegferjesambandet Hjelmeland Nesvik. Erfaringene fra bruk av utviklingskontrakter i fergedrift har muligens overføringsverdi til å oppnå endringer i anleggsmarkedet.

8.3 Anleggsmaskinpool i Østfold og Trøndelag

I januar 2017 ble det startet en test av fossilfrie maskiner og kjøretøy i regi av Østfold fylkeskommune. Hensikten med prosjektet er å sette fokus på fossilfrie maskiner og bistå med utlån til kommuner og bedrifter som er i vurdering/anskaffelsesfasen av tyngre utstyr. Fossilfrie maskiner er definert som maskiner som drives av elektrisitet, biogass eller hydrogen.

Prosjektet er delfinansiert med midler fra Klimasats 2016 og skal gå over tre år. Prosjektområdet omfatter alle kommuner i Østfold, Akershus, Oslo, Buskerud, Vestfold og Telemark, dermed også entreprenører og bedrifter i samme område.

Prosjektet leier inn maskiner for deretter å låne disse ut kostnadsfritt til interesserte brukere over en kort periode (2-4 uker). På denne måten vil man få en mulighet til å vurdere om maskinene egner seg til arbeidsoppgavene før et eventuelt kjøp. Det settes opp en plan for utlån og maskinene fraktes vederlagsfritt ut til aktuelle brukere etter hvert som de blir leid inn. Det er en forutsetning at tilkopling og lagerkapasitet/energiforbruk avklares før utkjøring av maskinene.

Et liknende initiativ om testing av fossilfrie kjøretøy og maskiner er i startfasen i Trøndelag, med anslått oppstart høst 2018. Det er fortsatt noe usikkerhet knyttet til finansieringen, men søknad er sendt Klimasats. Politisk forankring er enda ikke formelt på plass all den tid Trøndelag fylkeskommune nettopp er etablert som en sammenslåing av Nord- og Sør-Trøndelag. Det legges opp til å benytte samme fremgangsmåte for leasing og leie av maskiner som i Østfold og prosjektet vil ha tett dialog for å lære hvordan de startet arbeidet i Østfold fylkeskommune.

9. Forslag til arbeid med pilotprosjekter

Norsk næringsliv jobber med omstilling for et grønt skifte og økonomisk lønnsomhet innen miljømessige bærekraftige rammer. Offentlig virksomhet representerer en betydelig markedsmakt, som kan brukes til å påvirke utvikling og markedsintroduksjon av klima- og miljøvennlige løsninger. Det samme gjør ordninger som Pilot E, Leverandørutviklings-programmet og tilskuddene gjennom ENOVA.

Statens vegvesen har tenkt å starte utprøving av klimavennlige løsninger i om lag 10 prosjekter i perioden 2018-2023. Statens vegvesen og Bane NOR er blant deltagerne i Fellesinitiativet for utslippsfrie anleggsmaskiner, som ønsker å bestille utslippsfrie maskiner fra 2019. Avinor skal bygge ny flyplass i Bodø, og i dette prosjektet skal det i tidligfase utredes hvordan CO_2-utslippene kan reduseres. Kystverket vurderer å prøve ut tidligfase entreprenørdialog med mål om reduserte utslipp fra spesialiserte anleggsoppgaver i sjø. Nye Veier inngår intensjonsavtale om finansiering av prosjektet SH_2IFT som ser på ulike forhold knyttet til hydrogen. Det kan argumenteres for at det trengs en enda mer systematisk tilnærming for omstilling til nullutslippsløsninger i anleggsbransjen enn det disse enkelte initiativene fra etatene og foretakene legger opp til.

Teknologiske løsninger finnes, men er i liten grad implementert, og ikke i stor skala. Pilotprosjekter er trolig nødvendig for å få en raskere omstilling. Hvordan kan innkjøp/anbud legges opp for å implementere nullutslippsmaskiner/metoder rakt, hvordan skalere opp store anlegg til nullutslipp raskt og hvordan få målrettet og storskala FoU på materialer/utforming av løsninger i transportsektoren?

Et pilotprogram i anleggssektoren vil kunne gi mer systematisk kunnskapsoppbygging og norsk næringsliv kan posisjonere seg som delleverandører av elektriske og hydrogenrelaterte løsninger i bransjen. For mest mulig klima- og miljøvennlig utbygging av infrastruktur trengs mer erfaring både når det gjelder materialbruk, dimensjonering og utforming samt anleggsmaskiner, utstyr og prosesser. Pilotprosjekter kan bidra til raskere utvikling og utprøving av nye løsninger, gjennom at partene aksepterer større usikkerhet og deler på økonomisk og teknologisk risiko.

Pilotprosjekter for systematisk læring og oppskalering over tid

Pilotprosjekter bør gjennomføres i ulike størrelser, til forskjellige tidspunkt og i ulike klimasoner. Prosjektene må legges opp for læring og utvikling, systematisk kunnskapsoppbygging og erfaringsutveksling. Flere små pilotprosjekter eller prosjekter som tester ut en liten del av helheten vil kunne spre kunnskap over flere entreprenører og flere fagmiljøer i alle regioner i landet. Småskala piloter er i gang og flere kan startes fortløpende, mens større pilotsatsinger trolig ligger et par år fram i tid. Det vil også redusere risikoen for uforutsette kostnader, og redusere kostnader med back-up-løsninger. Planleggingen kan og bør skje med innspill fra både maskinleverandører og entreprenører.

Et annet eksempel som trolig kan skaleres opp etterhvert er autonome kjøretøy på anleggsplassen. Høsten 2018 skal autonome dumpere testes i «Electric site» i Sverige, i et

samarbeid mellom Volvo Construction Equipment og Skanska. Målet er å oppnå 95 % utslippskutt og 25 % reduserte totale eierskapskostnader for maskinene.

Aktuelle tema for pilotprosjekt

Kostnadsbildet og driftsrisiko ved utslippsfrie anleggsmaskiner kan være faktorer som testes i pilotprosjekter. Utgiftene til utslippsfrie maskiner og klimavennlige materialer vil være relativt høye i de første prosjektene. Kostnadene vil falle i tråd med økt erfaring og masseproduksjon. Innsparinger på drivstoff vil i noen prosjekter etter hvert kunne bli betydelige.

Å gå til innkjøp av nullutslippsmaskiner kan være en vanskelig investeringsbeslutning før markedet er modent og byggherrene konsekvent etterspør nullutslippsløsninger. Testing av maskiner kan organiseres gjennom maskinpooler, hvor risikoen for enkeltentreprenørene reduseres

Kunnskap trengs i alle faser, for både byggherre og utfører:

- Hvordan gjennomføre effektive konkurranser som fører til utvikling og bruk av utslippsfrie maskiner?
- Hvordan bestille og prise dette i markedet?
- Hva egner seg for nullutslipp, og hvordan fungerer maskiner og energilogistikk? Hvordan kan energiinfrastruktur i anleggsfasen komme til nytte i driftsfasen?
- Hvordan kan anlegg tilrettelegges for innføring av ny teknologi underveis?
- I hvor stor grad må maskiner skreddersys, hvordan må arbeidsprosesser endres, hvilken vedlikeholds- og reparasjonsberedskap trengs etc.

Testing av klimavennlige materialer er en del av helheten, hvor for eksempel optimering av betongbruk med tanke på levetid, kostnader og klimagassutslipp testes. Det kan også gjøres grep for å redusere utslippene fra asfaltproduksjon. Både betong og asfalt kan produseres på anleggsplassen ved bruk av lokale materialer og utslippsfri energi.

10. Lenker

DIFI

https://www.anskaffelser.no/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/utslippsfrie-byggeplasser

MDIR:

http://www.miljokommune.no/Temaoversikt/Klima/Eksempler-pa-klima--og-energitiltak-1/Innkjop-og-offentlige-anskaffelser/Innkjop-av-kjoretoy-fartoy-og-maskiner/

Utslippsfrie maskiner, Østfold fylkeskommune:

https://sites.google.com/site/arbeidsmaskiner/project-definition

ZERO:

https://www.zero.no/wp-content/uploads/2016/09/ZERO-notat-om-fossilfri-anleggsplass-v1-1.pdf

Bellona

http://bellona.no/prosjekter/utslippsfrie-byggeplasser

Mer om EPD-er

https://www.youtube.com/watch?v=g8egvshD_Sc

Hydrogen

https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=45648

Bane nor

http://www.banenor.no/globalassets/documents/sty-dokumenter/miljo/tidligfaseverktoy-klimagassbudsjett.xlsx

Grønn anleggssektor
https://www.sintef.no/projectweb/gronn-anleggssektor/

Vedlegg 1: Mandat for arbeidet

Mandat for arbeidsgruppe for utarbeidelse av kunnskapsgrunnlag til handlingsplan for fossilfrie bygge-/anleggsplasser innen transportsektoren

Formål
Arbeidsgruppen skal utarbeide et kunnskapsgrunnlag for en handlingsplan for fossilfrie bygge-/anleggsplasser innen transportsektoren (dvs. investeringsprosjekt med veg-/bane-/luft-/kystformål). Handlingsplanen vil bli utarbeidet av Samferdselsdepartementet.

Bakgrunn
Bakgrunnen for arbeidet er anmodningsvedtak nr. 108. pkt 16 (2016-2017) der Stortinget ber regjeringen om å *"Utarbeide en handlingsplan for fossilfrie byggeplasser/ anleggsplasser innen transportsektoren. Med utgangspunkt i erfaringer fra igangsatte pilotprosjekter, vil regjeringen komme tilbake til Stortinget på egnet måte med et konkret mål for overgang til fossilfri anleggsdrift."*

Forutsetninger
Handlingsplanen skal bidra å redusere utslippene i transportsektoren som en del av å nå de norske klimaforpliktelsene. Videre skal planen bidra til at entreprenørene har forutsigbarhet i omstillingen til fossilfrie anleggsplasser. Handlingsplanen skal legge til rette for teknologiutvikling som gjør det mulig å nå utslippsreduksjoner på kort og lang sikt, for eksempel gjennom pilotprosjekter som kan gi verdifull bransjeerfaring og bidra til at ny teknologi utvikles og tas i bruk.

Miljødirektoratet har fått et oppdrag fra Klima- og miljødepartementet om å se på mulighetene for å redusere utslippene fra oppvarming og bygningstørking på byggeplasser/ anleggsplasser. Samferdselsdepartementet ber om at arbeidsgruppen bidrar inn i det arbeidet ved behov og at Miljødirektoratets arbeid inngår som en del av kunnskapsgrunnlaget for handlingsplanen.

Organisering
Vegdirektoratet leder arbeidsgruppen som i tillegg til Vegdirektoratet består av Nye Veier AS, Jernbanedirektoratet, BaneNOR SF, Kystverket og Avinor AS. Næringsaktører involveres ved behov. Arbeidsgruppen rapporterer til Samferdselsdepartementet.

Arbeidsgruppens oppgaver
Viktige elementer som bør inngå i kunnskapsgrunnlaget er følgende:

- Beskrivelse av utslippsregnskapet for en bygge- og anleggsplass, samt presentere relevant statistikk for dagens utslipp fra bygge- og anleggsplasser fordelt på kilder. Det skilles på utslipp som inngår og ikke inngår i det norske klimaregnskapet. Videre må det skilles på hva som inngår og ikke inngår i EUs kvotesystem.

- Hva som er særegent for bygg og anlegg innen transportsektoren sammenlignet med andre sektorer.
- Arbeidsgruppen skal også drøfte statistikkgrunnlaget, belyse eventuelle svakheter ved det og foreslå forbedringer.
- Identifisere tiltak og virkemidler for å redusere klimagassutslippene fra bygge- og anleggsplasser innen transportsektoren.
- Kostnader for å redusere utslippene. Herunder dagens kostnader ved bruk av ny teknologi og alternative drivstoff, og forventet utvikling framover.
- Eventuelle effekter av tiltakene på støy, lokal luftkvalitet belyses der det er relevant.
- Identifisere mulige barrierer for utslippsreduksjoner, herunder blant annet ved planlegging, krav i anbud, kontraktsutforming, gjennomføringsmetode og kontroll av bygg-/anleggsprosjekt.
- Eksempler på 'best-practice'.
- Forslag til arbeid med pilotprosjekter.

Frister

Samferdselsdepartementet ber om at det rapporteres om status og videre arbeid med ny frist juni.

Vedlegg 2: LCA i etatene

LCA-verktøy i Statens vegvesen

Statens vegvesen bruker to ulike livssyklusanalyseverktøy: Klimamodulen i EFFEKT for tidlige prosjektfaser og VegLCA for sene prosjektfaser. I tillegg til disse har noen prosjekter blitt analysert på UiA før VegLCA var tilgjengelig.

Klimamodul i EFFEKT

EFFEKT er et verktøy for nyttekostnadsanalyse. EFFEKT beregner de prissatte konsekvensene av et vegtiltak. Blant de prissatte virkningene er endring i klimagassutslipp. Det er tre hoveddeler av dette i EFFEKT:

- Utslipp av klimagasser fra byggingen av tiltaket.
- Endring i utslipp fra transport i analyseperioden (40 år) som følge av tiltaket.
- Endring i utslipp fra drift og vedlikehold i analyseperioden (40 år) på vegnettet som følge av tiltaket.

Utslipp av klimagasser fra byggingen er basert på en livssyklusanalyse (LCA). Det vil si at alle materialmengder som går med til å bygge vegen ganges med en utslippskoeffisient som har med seg fremskaffelsen av materialet. I tillegg beregnes transportarbeid og drift av anleggsmaskiner på anlegget. Utslippet fra dette beregnes i to deler: Direkteutslipp fra forbrenningen av diesel, og indirekte utslipp fra produksjonen av diesel, samt slitasje på anleggsmaskiner.

Materialmengdene avledes av vegens standard, bredde, lengde, gjennomsnittlig skjæring- og fyllingshøyde og andel fjell.

Utslipp fra transport i analyseperioden er basert på et diesel og bensinforbruk som beregnes av EFFEKTs fart og drivstoffmodul. Den tar også hensyn til stigning og horisontalkurvatur på vegen. Forbruket ganges så med de samme utslippskoeffisientene som nevnt tidligere. I dagens EFFEKT ligger det inne en forutsetning om nedgang i forbruk av drivstoff per km over tid som følge av teknologisk utvikling.

Utslipp fra drift og vedlikehold følger samme prinsipper som bygging, men beregnes for hvert år i bruksfasen (analyseperioden). Her inngår da reasfaltering, tunnelvedlikehold, bruvedlikehold, belysning etc.

I EFFEKT brukes norsk elektrisitetsmiks ved beregning av utslipp fra forbruk av elkraft. Det medfører en (liten) mengde utslipp av CO_2-ekvivalenter også ved bruk av strøm.

VegLCA

VegLCA er et senfase livssyklusanalyseverktøy for beregning av klimapåvirkning fra bygging og drift samt vedlikehold av vegprosjekter. Ordinær vegtrafikk som ikke er knyttet til bygging av vegen er ikke inkludert. VegLCA er utarbeidet for bruk i prosjekterings-, kontrakt- og eventuelt detaljplanfasen.
VegLCA er basert på Excel og er enkelt å bruke. Verktøyet er bygget opp etter SVV-prosesskode 1 og 2, med den samme hierarkiske strukturen og de samme enhetene. VegLCA inkluderer prosesser fra råvareuttak til endt levetid.

I VegLCA ligger standardverdier for beregning av material- og energiforbruk knyttet til ulike prosesser, og gjennomsnittsdata for beregning av utslipp knyttet til forbruk av materialer og energi. Disse kan overstyres med prosjektspesifikke verdier om de finnes.

VegLCA kan brukes til:
- Klimaregnskap
- Klimabudsjett
- Klimavekting i anbudsprosedyrer

Hensikten med VegLCA er:
- å beregne klimapåvirkning av vegprosjekter i prosjekterings- og utbyggingsfasen

- å få en bedre forståelse av klimapåvirkningene av materialer og energi som går med til utbygging av veginfrastruktur.
- å kunne utvikle utslippssparende tiltak på en målrettet måte
- på sikt: å muliggjøre å sette (interne) klimabudsjett for vegprosjekter
- på sikt: å muliggjøre klimavekting i anbudsprosedyrer

VegLCA er et nytt verktøy som ikke er i ordinær bruk.

Videreutvikling av VegLCA består av utvikling av en metode for å kunne estimere utslipp knyttet til rundsum postene (poster i tilbudet som ikke er spesifisert). Disse er ikke inkludert ennå.

VegLCA krever mengder på en viss detaljnivå. I tidlig planfase er EFFEKT bedre egnet

LCA verktøy i Nye Veier

NIRAS AS har på vegne av Nye Veier utvikla et excel-verktøy for kalkulering av CO2-utslipp fra mer enn 20 vegstrekninger i porteføljen til Nye Veier. Verktøyet kan brukes på veger og trinnene som verktøyet omfatter er materialproduksjon, bygging, drift og vedlikehold. Det bygger på Statens vegvesen sin metode definert i Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslippp fra vegprosjekter /Statens vegvesen, Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslippp fra vegprosjekter, Rapport, Utbyggingsavdelingen, 2009/11/. Levetida er slik den er definert i overordna vegnormaler med 40 år på veg, bru og tunnel 100 år, og ulike levetider på de forskjellige vegelementene.

Grunnlaget for verktøyet er standarden ISO 14040:2006, og resultatet blir gitt som påvirkning på klima. Verktøyet er pr. dato ikke kobla til BIM (Building Integrated model), men i de siste kontraktene er det krav om at de skal gjøre slik kobling. Dagens modell bruker mye data fra databasen Ecoinvent v3.3, industristandarder og relevante miljøvaredeklarasjoner (EPD-er).

Inngående data er mengdedata slik som materialmengde på ulike elementer og komponenter, lengde og mengde på infrastrukturkomponenter, mengde stein som skal sprenges, overflateareal på bru, osv. Andre inngående data er prosjektspesifikke beregningsdata som vil overkjøre generelle verdier (eks. tykkelse på veglagene, mengde eksplosiver, transportlengder osv).

Verktøyet er forholdsvis enkelt i bruk for en kyndig bruker. Brukerne vil typisk være miljørådgivere og vegplanleggere, og de bør nok ha noe mer enn basiskunnskaper i Excel, i tillegg til å kjenne prosesskodene til Statens vegvesen.

Alle prosjektene i Nye Veier skal bruke verktøyet, og det betyr at verktøyet så langt er brukt både på kommunedelplannivå og på reguleringsplannivå, for å etablere klimagassbudsjetter. Faktiske utslipp må legges inn for å komme fram til et regnskap. Verktøyet skal fungere som et beslutningsstøtteverktøy, og det kan brukes i de ulike fasene gjennom et prosjekt. I og med at verktøyet er etablert i Excel foreligger til en viss grad mulighet for konvertering til andre verktøy, men dette er ikke testa ut. Pr dato er ikke verktøyet testa ut i forbindelse med kontrahering. Verktøyet kan brukes til beslutningstaking i forbindelse med valg av trase, materialtyper, tekniske løsninger og design.

Styrker ved verktøyet er at struktur og format på inngående data er velkjente for vegplanleggeren. Det er mulig med både detaljerte data og summariske resultat, og det er fleksibelt med tanke på valg av mengder på ulike typer materialer og andre beregningsparametre (transportavstand masser, bruk av EPD, energibruk).

Svakheten er at verktøyet pr. dato kun beregner klimagasspåvirkning og ikke andre miljøbelastninger. Verktøyet må muligens detaljeres videre for bruk i design og byggefasen.

Nye Veier bruker i tillegg Effekt, samme programmet som Statens vegvesen bruker. å Kvithammar – Åsen er transportavstanden lang fordi det er lagt til grunn at massene transporteres fra linja til Værnes. Trondheim lufthavn har planer om utvidelse av arealet som brukes til flyoppstilling. I stedet for å sprenge stein i steinbrudd, er det vinn-vinn for begge parter å bruke allerede utsprengt stein til utfylling, i stedet for å legge steinen i deponi som

ikke brukes til noe i linja. Dette viser at disponering av overskuddsmasser til samfunnsnyttige formål nær anlegget er viktig for utslippet fra transport.

LCA verktøy i Jernbanedirektoratet og Bane Nor

Jernbaneverket utviklet i sin tid et tidligfaseverktøy for klimagassberegninger av utbyggingsprosjekter. Verktøyet er egnet for bruk i utrednings- og KVU-fase. Dette verktøyet benyttes i dag av Jernbanedirektoratet for overordnede vurderinger.

Verktøyet er egnet for utarbeidelse av klima-/miljøbudsjett for planlagte traséer i tidlige utrednings- og planleggingsfaser. Verktøyet viser miljøpåvirkning fra både utbygging og drift/vedlikehold over infrastrukturens livsløp, men inkluderer ikke miljøpåvirkning fra trafikken på infrastrukturen.

Resultatene fra verktøyet kan brukes til å analysere og dokumentere alternative konsept, identifisere deler av strekningen som representerer en stor andel av miljøpåvirkningene, anbefale konsept med lavest miljøpåvirkning gjennom livsløpet, samt gi grunnlag for klimabudsjett for planlagt jernbaneinfrastruktur.

Nødvendig input i dagens tidligfaseverktøy er som følger:

Antall spor:

- Enkeltspor
- Dobbeltspor

Antall km av ulike sporprofiler:

- Dagsone
- Bro
- Kulvert
- Tunnel (enkelt eller dobbelt løp)
- Plattform til jernbanespor

Bygging av alle nødvendige deler av infrastrukturen herunder under- og overbygning, elanlegg, kontaktledning og signalsystem er inkludert i utslippene. Tidligfaseverktøyet bygger på generelle antakelser om mengder materialer/energi fra tilgjengelige databaser. I senere planfaser vil prosjektspesifikke detaljer gjøre budsjettet mer nøyaktig. Verktøyet bør følgelig heller ikke brukes til å dokumentere klimaregnskap fra ferdig prosjekt (selv om man i mangel av noe bedre selvsagt kan benytte det for å anslå en størrelsesorden på utslippene).
Verktøyet er modent for en oppdatering ettersom det ble ferdigstilt i forbindelse med planleggingen av Follobanen i 2011. Både energibruk for maskiner og karbonintensiteten for materialer kan ha endret seg siden den tid.

Det vil være hensiktsmessig om Bane NOR i plan- og byggefase benytter seg at samme tilnærming og systemavgreninger som Jernbanedirektoratet i tidligfase. Prosjektspesifikke tilleggsdata legges i så fall inn som en del av planleggingen og for byggefase som et regnskap for faktisk forbrukte mengde materialer, drivstoff etc-. for ferdigstilt anlegg.

Klimagassbudsjett og regnskap i Kystverket

Kystverket utarbeidet metode for klimagassbudsjett for egne anleggsprosjekter i 2017. Arbeidet var basert på dokumentasjon fra prosjekter, workshop med Kystverkets prosjektledere og diskusjoner og deltakelse i aktuelle fora med øvrige transportetater. Det ble ansett som mest hensiktsmessig for Kystverket å utvikle et eget forenklet verktøy for anleggsprosjekter, fordi tiltakene har svært lite bruk av materialer. Systemavgrensningen er derfor utslippskilder fra start til slutt av ordinær anleggsfase, som enten er direkte utslipp i prosjektet eller utslipp beregnet av strømforbruk (DNV GL, notat datert 28.06.17).

Alle Kystverkets prosjekter med anleggsstart fra og med 2018 skal ha klimagassregnskap. På kort sikt er det særlig transport av masser som kan redusere klimagassutslipp fra farledsprosjektene, og dette følges opp blant annet i planlegging av deponiløsninger.

Fra 2017 ble alle entreprenører bedt om å føre regnskap over medgått drivstoff, for å få oversikt og sammenligningsgrunnlag på plass for senere arbeid.

LCA verktøy i Avinor

I forbindelse med statsbudsjettet har transportetatene hvert år fått i oppdrag å utarbeide og rapportere klimabudsjett for de prosjekter som skal finansieres over statsbudsjettet. Gitt at Avinors prosjekter ikke finansieres over statsbudsjettet, har ikke Avinor vært omfattet av denne rapporteringsplikten. For endel større prosjekter er det likevel utarbeidet klimagassbudsjett og/eller regnskap.

Avinor har relativt få store bygge- og anleggsprosjekter. De siste 10 årene er det gjennomført en håndfull slike store prosjekter. Hvert av disse prosjektene har hatt en egen prosjektorganisasjon. Avinor har vurdert at det ikke har vært hensiktsmessig å utvikle eget LCA verktøy, men har isteden benyttet eksisterende metoder og verktøy.

For terminalutvidelsen på Oslo lufthavn (T2) ble det i 2011 besluttet å benytte klimagassregnskap.no. For terminalutvidelsen (T3) ved Bergen lufthavn be det besluttet å benytte en kombinasjon av klimagassregnskap.no med bruk av LCA-verktøyet SimaPro og databasen Ecoinvent. Simapro er verdens mest brukte LCA-verktøy, og Ecoinvent er ledende blant livsløpsdatabasene.

I forbindelse med «Utslipp av klimagasser fra materialer og anleggsvirksomhet ifm bygging av eventuell 3.rullebane, østre alternativ, Oslo lufthavn» (2010), ble det gjort beregninger med utgangspunkt i rapporten Klimagassbudsjett (2010). Dette er den fellesetatlige metoden for beregning av klimagassbudsjett for NTP-prosjekter.

18-0501 visuell.kommunikasjon@vegvesen.no - foto forside: Gro Kjoss Lynge

Jernbane-direktoratet

KYSTVERKET

AVINOR

NyeVeier

Statens vegvesen