



VEIKART FOR GRØNN ANLEGSSEKTOR

FORORD

Nettverket "Grønn Anleggssektor" startet i 2017 og hadde økonomisk støtte fra Forskningsrådet fram til sommeren 2020. Nettverket videreføres fra 2021, og alle aktører tilknyttet anleggssektoren er velkommen til å delta i nettverket. Nettverket har som overordnet mål å øke den grønne innovasjonshastigheten og verdiskapingen i sektoren ved å frambringe realistiske, gjennomførbare miljømål og -tiltak som gir målbar effekt. Hensikten med veikartet er å støtte opp under videre arbeid innen sektoren gjennom en felles forståelse og plattform. Veikartet inneholder derfor en oversikt over hvilke muligheter, krav og tiltak som vil kunne føre sektoren igjennom en grønn utvikling for å nå de mål som settes nasjonalt, regionalt og internt i egne bedrifter.

Veikartet er ment som et strategisk dokument. Nettverkets intensjon er at veikartet skal kunne brukes aktivt og være både en inspirasjon og kilde til å iverksette tiltak. Veikartet er basert på kunnskapen og framtidsscenarioene vi kjenner i 2020, men vi forventer at utvikling i sektoren kan gå raskt og at det vil være mulig å sette mer ambisiøse mål og innføre nye tiltak for å nå målet om et lavutslippssamfunn i 2050. Vi håper derfor å kunne videreføre arbeidet med veikartet i nettverket "Grønn Anleggssektor", slik at det er et levende, oppdatert verktøy for bransjen.

Veikartet er utarbeidet sammen med nettverkets medlemmer og mange har bidratt til arbeidet gjennom workshops, arbeidsgrupper og generelle møter i nettverket. SINTEF har hatt hovedansvaret for sammenstilling og utvikling av dokumentet, og vi vil alle for verdifulle bidrag. Vi vil også takke styringsgruppene i 2019 og 2020 for deres bidrag.



Trondheim, Mai 2021

Hrefna R. Vignisdottir
Gunrid Kjellmark

Terje Kristensen
Berit Laanke

Torun Rise
Pierre N.H. Schmidt-Melbye

Spesiell takk til:

Jorunn Haltbakk **NCC**
Håvard Kjerkol **Bane Nor**
Geir Lange **Veidekke**

Kjetil Søyland **Norconsult**
Guro Hauge **Zero**
Tone Grøstad **MGF**
Susanne Nevermo-Sand **Celsa**

Anne-Lise Bratsberg **Nye Veier**
Jonas Vevatne **Asker Kommune**
Beth Paludan Carlsen **Multiconsult**
Knut Harald Ollendorff **Feiring Bruk**

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	II
SAMMENDRAG	IV
SUMMARY FOR POLICYMAKERS	V
INNLEDNING	1
ANLEGGSEKTOREN I NORGE.....	2
KLIMAGASSUTSLIPP FRA ANLEGGSEKTOREN.....	3
- Globale, nasjonale og lokale klimamål	3
- Klimaeffekter gjennom hele livsløpet	4
- Kategorisering av utslipp	4
- Tiltakseffekt og virkemidler	6
VERKTØY FOR GRØNN ANLEGGSEKTOR.....	7
- Livsløpsvurderinger (LCA)	7
- Miljødeklarasjon (EPD).....	8
- CEEQUAL-sertifisering	8
ENERGI.....	10
- Energibærere	11
- Elektrifisering	11
- Hydrogen	12
- Biodrivstoff.....	13
- Veigående maskiner.....	13
- Ikke-veigående maskiner	13
RESSURSUTNYTTELSE OG LAVUTSLIPPSMATERIALER.....	15
- Planlegging og design for miljø.....	16
- Overskuddsmasser, pukk og grus	17
- Betong.....	17
- Asfalt.....	19
- Andre materialer	20
- Avfall fra anleggssektoren.....	20
ANDRE VEIER TIL EN GRØNNERE ANLEGGSEKTOR	22
- Tidlig involvering i prosjekter.....	22
- Digitalisering som et miljøtiltak.....	23
- Forbedret logistikk og økt effektivisering på anleggsplassen.....	23
OFFENTLIGE ANSKAFFELSER OG KONTRAKTSUTFORMING.....	25
FORSKNING OG INNOVASJON	27
VIKTIGE DOKUMENTER OG NETTSIDER	28

SAMMENDRAG

Innen 2030 skal Norge i henhold til Parisavtalen redusere sine nasjonale klimagassutslipp med 50-55%. For å oppnå målene om et lavutslippssamfunn i 2050 må utslippene reduseres med 85-90%, sammenlignet med 1990-nivå. Anleggssektoren, som står for en betydelig andel av de nasjonale klimagassutslippene, må iverksette en rekke tiltak om sektoren skal nå klimamålene som har blitt satt.

Dette veikartet retter søkelyset mot en reduksjon av direkte og indirekte klimagassutslipp innenfor anleggssektoren. Veikartet er ment for alle som jobber i sektoren, fra byggherrer til entreprenører og konsulenter. Veikartet fokuserer i denne sammenhengen på klimagasser, men det er viktig å understreke at andre miljøpåvirkninger også er viktige.

For å kunne bli et lavutslippssamfunn er det essensielt at god miljøledelse får et større fokus. Klimaeffekter må ses i et helhetsperspektiv, slik at man unngår problemflytting til et annet sted i livsløpet eller verdikjeden. Vi bør likevel ha spesiell oppmerksomhet på utslipp som utgjør en del av det norske utslippsregnskapet. Dette fordi Norge har påtatt seg ambisiøse utslippsmål i ikke-kvotepiktig sektor. Videre er det viktig med tydelige systemgrenser for å unngå å gi et feilaktig inntrykk av hvor miljøbelastende et prosjekt er. Det har lenge manglet gode verktøy for å estimere miljøkonsekvensene av anleggsprosjekter, men de siste årene har verktøy som f.eks. VegLCA, EFFEKT og CEEQUAL har etablert seg som standard metoder for å estimere og/eller dokumentere miljøkonsekvenser for større anleggsprosjekter i Norge.

Energi og energiforsyning samt **ressursutnyttelse** er også sentrale tema i grønn omstilling for anleggsbransjen. Potensialet for reduksjon av direkte klimagassutslipp på selve anleggsplassen kommer i all hovedsak fra (1) en overgang fra fossildrevne maskiner til fossilfri teknologi, og (2) en forbedret logistikk og økt effektivisering i flyten av byggeråstoff og avfall. I veikartet har vi sett på potensialet for grønn omstilling gjennom å ta i bruk nye energibærere for drift av anleggsplasser, samt hvilke tiltak man kan gjøre på materialsiden for å optimalisere ressursutnyttelsen. Videre hvordan man kan påvirke klimafotavtrykket allerede i design og planleggingsfasen, gjennom tidlig involvering av relevante aktører, digitalisering, delingsøkonomi og kompetanseheving. Avslutningsvis har vi oppsummert hvilke virkemidler man kan ta i bruk for en grønnere anleggssektor gjennom tiltak i offentlig sektor og offentlig finansiert forskningsaktivitet.

Figur 1 viser oversikt over tiltak på veien mot et lavutslippssamfunn i 2050.

SUMMARY FOR POLICYMAKERS

To reach the goals of a low emission society, Norway must according to the Paris Agreement, reduce its greenhouse gas (GHG) emissions by 50-55% by year 2030, and 85-90% by year 2050, compared to the emission levels in 1990.

The construction sector is an important contributor to achieving these goals. **Today, this sector is a substantial contributor to the national and global emission by its dependency of fossil fuels to operate its heavy machinery and transport, and the use of energy-intensive materials.**

This roadmap focuses on reduction of direct and indirect emission of greenhouse gasses in the construction sector and is written on behalf of people and organizations working in the sector, from builders to contractors and consultants. The roadmap focuses mainly on greenhouse gases, but it is important to emphasize that other environmental impacts are also important to reduce the total environmental impact of this sector.

To reach our goals of a low-emission society, it is essential that good **environmental management** is given a greater focus. Effects on the climate must be seen in a holistic perspective, so that the problem does not simply get shifted from one place of the construction lifecycle or supply chain to another. Furthermore, it is important to agree on clear system boundaries to avoid giving a false impression of how environmentally friendly a project or technology is. So far, there has also been a lack of good tools for estimating overall GHG emission from projects and for environmental certification of construction projects. Today several tools are available for estimating GHG emissions and CEEQUAL is in the process of becoming the standard environmental certification for major construction projects in Norway.

Energy, energy supply, and **resource utilization** are also central themes in the green transition for the construction industry. The potential for reducing direct greenhouse gas emissions at the construction site itself comes mainly from (1) a transition from fossil-fuelled machines to fossil free ones, and (2) improved logistics and increased efficiency in the construction material and waste flows. In the roadmap, we have looked at the potential for green conversion by using new energy carriers for the operation of construction sites, as well as at measures that can be taken to optimize resource utilization. Furthermore, we have looked at how to reduce the climate footprint already in the design and planning phase, through early involvement of the relevant supply chain actors, digitalization, sharing economy, and skills development.

In conclusion, we have summarized which instruments can be used for a greener construction sector through measures in the public sector and publicly funded research activity.

Figure 1 shows steps on the road to a low-emission society by 2050, developed by the Network for the Green Construction Sector

- Kurs og erfaringsoverføring fra norske CEEQUAL-prosjekter
- Igangsette utarbeidelse av EPD på alle materialer og produkter
- Krav om 30 % fossilfrie maskiner på anleggsplasser i bynære strøk
- Anleggsmaskiner registreres i maskinregisteret

- Etablere felles vokabular og forståelse av begreper
- Etablere felles referanseår som utslippskutt måles mot
- Felles metode for klimagassbudsjett og -regnskap
- Norsk versjon av CEEQAUL-manualen med veileder

- Tidlig involvering for økt innovasjon
- Innsamling av data for optimalisert masseforbruk og -transport
- Erfaringsutveksling og kunnskapsformidling i Grønn Anleggssektor
- Krav om lavutslippsteknologi i prosjekter i offentlig sektor

- Materialdatabase for optimalisert utnyttelse av masser på tvers av prosjekter og sektorer
- Krav om lavtemperaturasfalt og lavkarbonbetong
- Ambisiøse klimakravkrav som stimulerer til karbonfangst
- Framskrivning av kjøretøyparken for riktig vektning for effekt av trasévalg i bruksfasen

- Prosjektbeskrivelser og anbudsgrunnlag oppfordrer til innovasjon
- Prosjektdag for å koble utfordringer med kompetanse i nye forskningsprosjektinitiativer
- NFR tilbyr flere program for en grønn omstilling i anleggsbransjen

- Kampanje for å motivere mindre entreprenører og infrastruktureiere til å delta i forskningsprosjekter
- Nettverk for Grønn Anleggssektor arena for kunnskapsformidling
- Kurstilbud for kompetanseheving på miljøaspekter og krav i offentlig anskaffelse

2025

- All betong resirkuleres eller ombrukes
- > 60% lavtemperaturasfalt, produsert med > 30% gjenbruksmaterialer, > 40% fornybar energi
- Karbonfangst og lagring av CO₂ i sementproduksjon
- Kontinuerlig oppfølging og visualisering av miljøpåvirkninger

- Etablere norskspråklig verifikator for bistand i CEEQUAL-prosjekter
- Krav om EPD for materialer og produkter med mulighet for bonus ved å velge de beste
- Minst 30 % av ikke-veigående anleggsmaskiner er utslippsfrie
- Regionale planer for massehåndtering

- Miljø- og bærekraftshensyn vektet i valg av løsning og leverandør
- Kunnskapsbaserte håndbøker
- Forretningsmodeller og kontraktsutvikling gjennom funksjons- og ytelseskrav i prosjekter
- Insentiver for sirkulær massehåndtering utover prosjektets fysiske avgrensninger
- Mobile metoder og teknologi for å undersøke massekvalitet

- 70 % av alle nye anleggsmaskiner bruker utslippsfri teknologi
- Miljøsertifisering av alle prosjekter
- Miljø vektet høyest ved tildeling i alle private og offentlige prosjekter
- 50 % reduksjon av klimagassutslipp fra asfaltproduksjon

2030

- Lav og utslippsfri energibruk på anleggsplass og ved transport til/fra anlegget
- Kun klimanøytrale materialer med full gjenbruk og resirkulering
- Automatisk og kontinuerlig kartlegging av geologiske forhold for infrastrukturprosjekter

- 30 % reduksjon i klimagassutslipp fra sementproduksjon
- Ingen utslipp av CO₂ fra sementprodukter over livsløpet

VISJON

Figur 1 viser tiltak på veien mot et lavutslippssamfunn i 2050, utarbeidet i Nettverk for Grønn Anleggssektor

INNLEDNING

Anleggssektoren er en viktig bidragsyter for å nå Parisavtalens mål om reduksjon i norske utslipp av klimagasser. **Tunge maskiner som kjører på fossilt brennstoff med store naturinngrep (skog, våtmark og vassdrag), lav grad av elektrifisering, bruk av energiintensive materialer og et stort behov for massetransport, gjør at sektoren bidrar til betydelige utslipp.**

Et veikart forteller oss hvilken retning vi bør velge for å bevege oss effektivt fra der vi står til dit vi skal. De siste årene er det utarbeidet en rekke veiledere, handlingsplaner, sjekklister og veikart som setter mål og ambisjoner, samt viser tiltak og muligheter for reduksjon av klimagassutslipp i BAE-næringa. I 2018 inngikk Zero og Nye Veier et partnerskap for å identifisere gode klimaløsninger i anleggssektoren. Arbeidet resulterte i en **Sjekkliste for klimatiltak i anleggsbransjen** (Zero 2020a). Målet med denne sjekklisten er at aktører i anleggsbransjen enkelt kan hente inspirasjon til å gjennomføre klimatiltak i sine prosjekter. **Klimakur 2030** (Miljødirektoratet 2020b) ble publisert i 2020 og utreder et bredt spekter av tiltak og muligheter i ulike sektorer som kan kutte ikke-kvotepliktige utslipp med 50% innen 2030. Blant annet er det utarbeidet tiltak for ikke-veigående maskiner og annen transport i denne rapporten. I mai 2021 kom også Skanska Norge med sitt **Klimaveikart** som viser hva de har gjort så langt og hvordan de vil jobbe videre for å bli klimanøytrale innen 2045.

Selv om det allerede finnes mange gode dokumenter som viser muligheter og tiltak for reduksjon av klimagasser i BAE-næringen, mener vi det er behov for et eget Veikart for Grønn **Anleggssektor** hvor vi ser nærmere på hvordan denne sektoren kan bidra til lavere utslipp, uten å ekskludere nye ideer og innovative tiltak. Dette veikartet er utarbeidet gjennom et bredt faglig samarbeid i Nettverk for Grønn Anleggssektor i perioden 2017-2020. Mer enn 30 medlemsbedrifter og privatpersoner har bidratt aktivt gjennom workshops, seminarer og webinarer ved å løfte problemstillinger, dele informasjon om ny teknologi samt diskutere virkemidler for å nå målene om reduserte utslipp. Vi har sett et økende engasjement og faglig samarbeid gjennom nettverksarbeidet og opplever at en samlet bransje står bak veikartet som nå er utarbeidet og håper tiltak, mål og virkemidler i veikartet er god motivasjon for å jobbe mot et lavutslippssamfunn. **Målet er at dokumentet blir aktivt vedlikeholdt gjennom Nettverk for Grønn Anleggssektor med jevnlig oppdatering av nye tiltak, kunnskap, samt med oppnådde mål og iverksatte tiltak.**

Veikartet ser både på direkte utslipp (som fra drivstofforburning på anlegg) og indirekte utslipp (som fra materialproduksjon) gjennom hele livsløpet til et anleggsprosjekt. Veikartet inkluderer både kortsiktige og langsiktige tiltak, der noe kan iverksettes allerede nå, mens man må jobbe aktivt mot de mer omfattende, langsiktige tiltakene.

Veikartet er ment for alle som jobber i sektoren, fra byggherrer til entreprenører og konsulenter. Vi fokuserer i denne sammenhengen på klimagasser, men det er viktig å understreke at andre miljøpåvirkninger også er viktige. I dag er miljøforgiftning en økende utfordring. Det samme gjelder forsøpling og reduksjon av biologisk mangfold. Veikartet setter konkrete tiltak fram mot 2030. Mot 2050 er det mer konseptuelle visjoner fordi det er vanskelig å forutsi den teknologiske utviklingen så langt fram i tid.

ANLEGGSSSEKTOREN I NORGE

Anlegg – vei- og baneprosjekt, graving for vann- og kloakkanlegg, tunneler, bruer, havneanlegg, idrettsanlegg osv., og reparasjon og vedlikehold av slike anlegg.

I anleggssektoren jobber man først og fremst i prosjektform, og anleggsmaskinene blir sjelden værende på samme sted i lang tid. Sektoren er preget av en tydelig bestiller-utfører-relasjon, der bestilleren ofte er en offentlig etat. Utførerne har underleverandører og spesialister som gjør deler av arbeidet. Prosjektbasert arbeid i kombinasjon med strukturen bestiller-utfører gjør at kostnadsbevisstheten er relativt høy, mens miljøperspektivet som regel vektet noe lavere. Byggeprosjekter, der målet er å oppføre et hus, en idrettshall, en fabrikk o.l., foregår på et geografisk avgrenset område, oftest i urbane områder med tilgang til elektrisk infrastruktur. Anleggsprosjekter kan være bygging av vei, tunneler og bruer, jernbane eller vannforsyning langt fra etablert bebyggelse og infrastruktur, hvor tilgangen til elektrisitet kan være begrenset. Videre kan anlegget strekke seg over et stort geografisk område.

Det er også viktig å huske at anleggsprosjektene varierer i størrelse, fra mindre kommunale grusveier til store fler-felts motorveger. Et annet moment man må ta i betraktning er at anleggssektoren også består av mange små- og mellomstore bedrifter, hvor den enkelte bedrift kanskje ikke har de ressursene og handlingsrommene som skal til for å fremme grønn omstilling. Det er derfor viktig at de fleste anbefalingene som kommer frem i veikartet legger til rette for at de små og mellomstore entreprenørene kan konkurrere på lik linje med de større entreprenørene og klare de omstillingene veikartet tar sikte på å få til.

Anleggssektoren – Mål, tiltak og virkemidler

Straks	Etablere og publisere et felles vokabular og forståelse av viktige begreper i anleggsbransjen (dette arbeidet er igangsatt av Standard Norge våren 2021).
--------	---

KLIMAGASSUTSLIPP FRA ANLEGGSSSEKTOREN

► Globale, nasjonale og lokale klimamål

EU har eget system for handel med klimakvoter, altså kjøp og salg av mengde klimagasser en har tillatelse til å slippe ut. Kvotepiktig deler av økonomien inkluderer industri og petroleum. Andre deler av økonomien er uegnet for et slikt kvotesystem og omtales som ikke-kvotepiktig sektor, f.eks. transport til/fra anleggsplass.

Innen 2030 skal vi i henhold til Parisavtalen redusere klimagassutslippene fra ikke-kvotepiktig sektor med 50 - 55% sammenlignet med nivået i 1990. For å oppnå målene om et lavutslippssamfunn i 2050 må disse utslippene reduseres med 85–90% (Ministry of Transport and Communications 2017).

En rekke rapporter presenterer både mål og tiltak for å redusere klimagassutslipp. Eksempler på nasjonale rapporter er Klimakur 2030 som presenterer tiltak for å nå regjeringens mål (Miljødirektoratet 2020) og Nasjonal Transportplan (NTP) som presenterer mål om 30% reduksjon av ikke-kvotepiktig sektor før 2030 sammenlignet med 2005-nivå (Samferdselsdepartementet 2017b). Begge disse rapportene har 2005 som referanseår. Året 2005 brukes som referansemål pga føringer i EU. NTP spesifiserer også at utslipp anlegg skal ned 40% i driftsfasen, og 50% i vedlikeholdsfasen sammenlignet med 2005-nivå. Av de ikke-kvotepiktige CO₂-utslippene i Norge er transportsektoren ansvarlig for ca. 60% av utslippene. Zero og Nye Veier har utarbeidet en sjekkliste med forslag til mål og klimareduserende tiltak kun for anleggsbransjen, men med 2016 som referanseår. I tillegg har Statens Vegvesen publisert en rapport fra klimaworkshop om Klimatiltak ved bygging av ny veg, der 93 tiltaker er identifisert (Angell, Kirkevoll, and Fjeldal 2020). I tillegg til nasjonale mål har de fleste fylkeskommuner og mange kommuner egne mål mot 2025 - 2030. Mål om fossilfri anleggsvirksomhet i 2025 og klimanøytralitet innen 2030 er nå blitt vanlig å se hos disse byggherrene.

Klimamål blant store offentlige byggherrer (2030)	
Statens vegvesen	50% fra anleggsvirksomhet og 50% fra drift
BaneNor	40% fra anleggsvirksomhet
Nye Veier	40% fra anleggsvirksomhet og 75% fra drift, sammenlignet 2016 (Zero 2020b)
Statsbygg	40% fra energi, materialer og byggeplass og ned mot nullutslippsnivå (sammenlignet med vanlig praksis og minstekrav i TEK17 (Statsbygg 2020))

Norge er som kjent langt på vei bundet av EUs klimapolitikk, og hva EU gjør på området vil alltid ha stor betydning for Norge, også i anleggssektoren. I desember 2019 la Europakommisjonen fram en melding for **EUs grønne vekststrategi – European Green Deal**. Denne beskriver en helhetlig tilnærming til EUs klima- og miljøpolitikk, og målet om klimanøytralitet i EU i 2015 er styrende for innholdet i meldingen.

► Klimaeffekter gjennom hele livsløpet

Å vurdere hele prosjektets livsløp og ikke bare lokal optimalisering, vil gi en sikrere reduksjon av klimagasser. En helhetlig tilnærming innebærer å søke å unngå problemforskyvning, det vil si at man ikke løser et problem ved å flytte det til et annet sted i verdikjeden eller til en annen del av livsløpet. Dette er viktig for å blant annet hindre at tiltak under utbyggingen påvirker utslipp fra drifts-/vedlikeholdsfasen negativt (Jiang et al. 2019). Bruk av materialer som gir mindre direkte utslipp, men som har lavere kvalitet, kan bidra til at vedlikehold må utføres oftere. Det kan føre til at de totale utslippene blir større enn nødvendig.

Videre er det avgjørende at systemgrensene for miljøregnskapet er tydelig beskrevet i prosjektene. I anleggsbransjen legger ulike aktører vekt på forskjellige systemgrenser i klimaarbeidet. Noen jobber mot utslippskutt og nullutslippsløsninger innenfor egen byggenese eller egen anleggsplass, uten å ta hensyn til utslipp fra materialproduksjon, transport osv. (indirekte utslipp). Norges nasjonale forpliktelser innebærer at man kan utelate utslipp utenfor landets grenser. Andre aktører inkluderer utslipp fra materialproduksjon og transport (også utenfor landets grenser), noe som kanskje gir et høyere, men riktigere utslippstall.

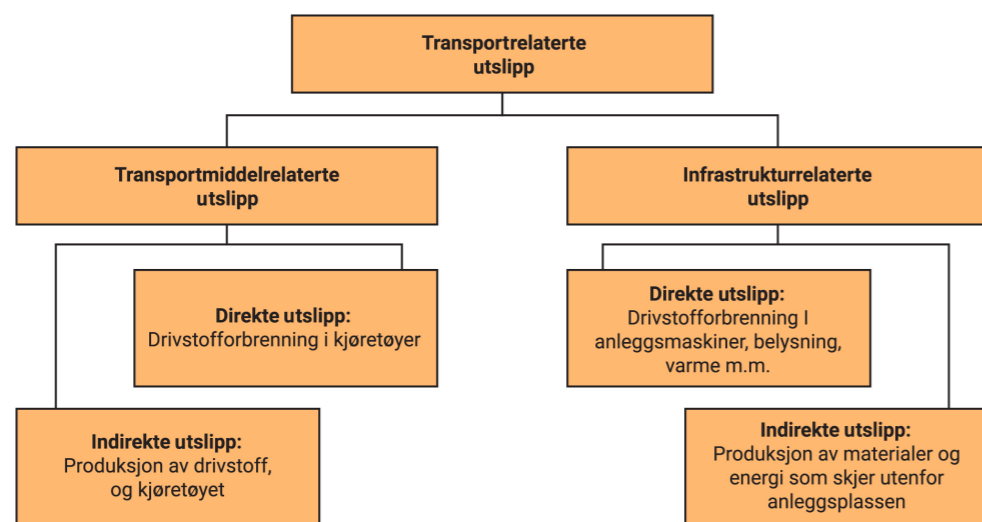
For veitransport har direkte utslipp fra person- og godstransport vært dominerende. Med en stadig økende andel elektriske kjøretøyer reduseres direkteutslipp fra denne typen transport pr transportkilometer, mens infrastrukturrelaterte utslipp relativt sett blir en viktigere utslippskilde. For jernbanetransport er infrastrukturrelaterte utslipp ofte dominerende på grunn av lave utslipp i driftsfasen av tog. I tillegg stiller moderne jernbaneprosjekter krav til høyere hastigheter og en rettere kurvatur både horisontalt og vertikalt enn tidligere. Det gir igjen økt behov for materialintensive konstruksjoner som tunneler og bruer. Dette er tilfelle også for moderne veiprosjekter, men fordi utslippene knyttet til transportmidlene relativt sett utgjør et større bidrag for veitransport, blir effekten noe mindre.

Grønn anleggssektor oppfordrer til at anleggssektoren bruker livssyklusperspektiv og dermed tar hensyn til indirekte, importerte utslipp i tillegg til direkte utslipp på anleggsplassen.

► Kategorisering av utslipp

Transportrelaterte utslipp er gjerne delt inn i **utslipp relatert til selve transportmidlene** og **utslipp fra bygging, drift og vedlikehold av infrastrukturen**. Videre må en helhetlig og meningsfull vurdering av utslipp fra transport og infrastruktur inkludere både **direkte og indirekte utslipp** (Figur 2).

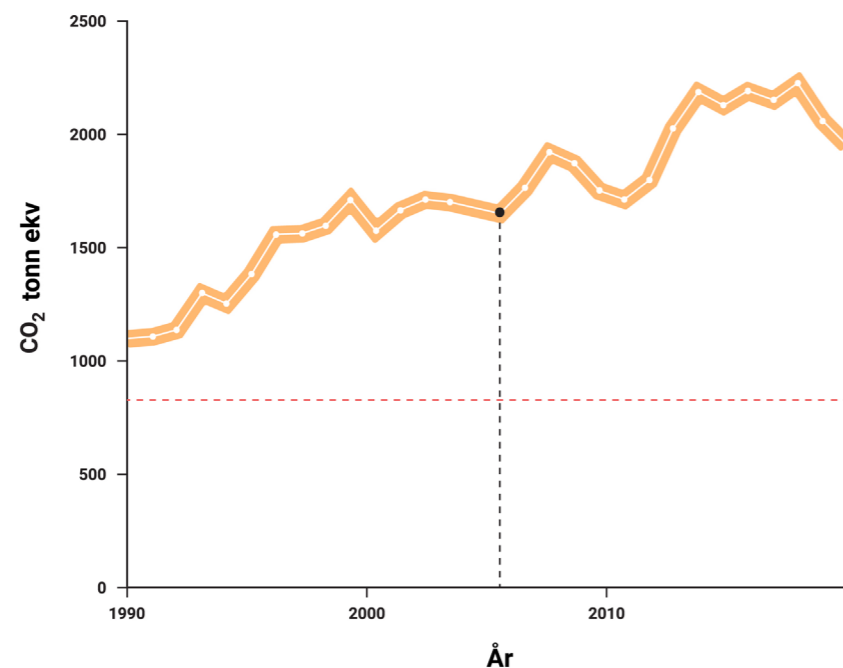
Direkte utslipp fra infrastrukturen er estimert til 10–30% av de totale klimagassutslippene i Norge (Samferdselsdepartementet 2017). Av **indirekte utslipp fra infrastrukturen** er utslippene fra materialproduksjon dominerende. Indirekte utslipp akkumuleres gjennom verdikjeden, fra råvareutvinning, via prosessering, produksjon og logistikk, fram til sluttbruker. Direkte utslipp på anleggsplass kan utgjøre en betydelig andel av de totale utslippene, spesielt i prosjekter med stor grad av masseflytting og -håndtering. I prosjekter med større omfang av materialintensive konstruksjoner, som tunneler og bruer, utgjør de indirekte utslippene en større del på grunn av at utslipp fra for eksempel stål og betong er tatt med.



Figur 2 viser hvordan direkte og indirekte utslipp i transport ofte omtales og kategoriseres.

Dersom man kun inkluderer direkte utslipp, overser man store utslipp. Det finnes eksempler på at man har definert systemgrensene ved gjerdet til anleggsplassen, og har dermed unngått å regne transporten av materialer til og fra anleggsplassen, samt de store kostnadene som ligger i fremstilling av teknologi og materialer brukt på stedet. Tilsvarende vil det for transportmiddelrelaterte utslipp innebære at man ikke inkluderer produksjon av energi, og at elektriske tog og biler i realiteten behandles som utslippsfrie.

SSB rapporterer i dag klimagassutslipp for bygge- og anleggsvirksomhet i samme kategori, noe som gjør det vanskelig å skille dem og vite hvor mye av dette som kommer fra anleggssektoren. Figur 2 viser tall for estimerte utslipp av klimagasser fra en samlet bygg- og anleggsbransje. Tallene inkluderer ikke kjøretøyutslipp fra driftsfasen (vanlig veitrafikk), og ikke importerte materialer (Melby Bothner and Knutsen 2020).



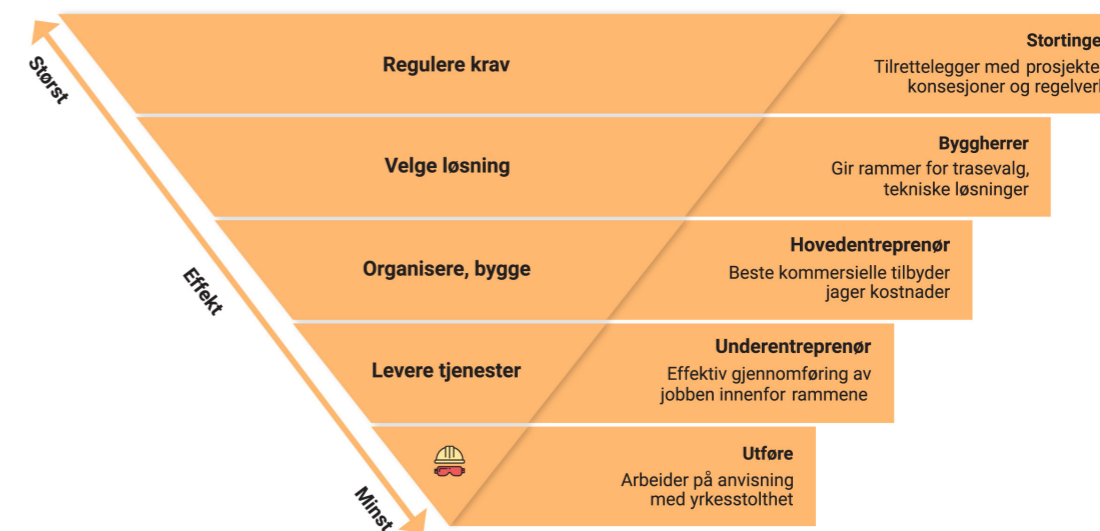
Figur 3. Klimagassutslipp fra bygg- og anlegg, import ekskludert (SSB). Vertikal linje er referanseåret 2005 (NTP) og grønne horisontal linjen markerer 50% reduksjon fra referanseåret.

For å kunne redusere klimagassutslipp og måle effekt av tiltak for klimagassreduksjon er det nødvendig å fremskaffe bedre statistikk fra anleggssektoren enn det som finnes i dag, inkludert indirekte utslipp. En økt forståelse av sektoren og egen virksomhet gir bedre muligheter for å identifisere og realisere riktige tiltak opp mot et klimareduksjonsmål med felles referanseår.

Tiltakseffekt og virkemidler

Ulike aktører i verdikjeden i anleggssektoren har ulik påvirkningskraft på det totale klimagassutslippet i sektoren. Figur 4 viser hvilken mulighet de ulike aktørene har til å sette krav eller gjøre valg som gir en klimaeffekt. Det er klart at myndighetene har de største påvirkningsmulighetene, men vi må også være klar over at alle små endringer/tiltak på feil eller riktig sted i påvirkningspyramiden kan ha stor betydning.

Myndighetene påvirker klima mest



Figur 4 Effekten av tiltak for ulike aktører i anleggssektoren (Entreprenørservice 2020).

Ettersom myndighetene har stor påvirkningskraft anbefaler Grønn Anleggssektor at godkjennelsesprosesser for nye teknologier og dokumentasjoner hos Vegdirektoratet og andre myndighetsorganer forkortes, samt at omfang av dokumentasjonskrav forenkles for å få fortgang i utnyttelse av nye løsninger.

Klimagassutslipp fra anleggssektoren – Mål, tiltak og virkemidler	
Straks	Etablere et felles referanseår for anleggsbransjen som utslippskutt skal måles mot.

VERKTØY FOR GRØNN ANLEGGSSSEKTOR

I løpet av det siste tiåret har miljø- og klimabudsjetter blitt viktige i vurderingene av nye infrastrukturprosjekter, og det er utviklet og benyttet flere verktøy for beregning av klimagassutslipp i ulike faser av disse prosjektene. For tidligfasen (kommunedelplan) finnes det et verktøy som Bane NOR har utviklet, samt SVV sitt verktøy for samfunnsøkonomisk vurdering av prosjekter: EFFEKT. Denne beregningsmodellen har en egen klimamodul. For mellomfasen (reguleringsplan) har Nye Veier utviklet et eget verktøy basert på metodikken i EFFEKT. Verktøyene er primært myntet på tidligfasevurdering med standardisert materialinnsats og utslippsfaktorer for hovedtyper infrastruktur som vei i dagen, tunnel og bru. SVV har også utviklet VegLCA – et verktøy tiltenkt mellomfase og senfase (fra reguleringsplan til og med anleggsfase og regnskap). Den delen av VegLCA som brukes i senere faser bygger på prosesskodesystemet, som gir en konsistent strukturering av utslipp på et format som er kjent for planleggere, og med samme inndeling som prosjektkostnadene. Bane NOR bruker også VegLCA for senfase-beregninger. SVV annonserte i februar 2020 at alle prosjekter over 51 MNOK skal bruke VegLCA for å dokumentere og rapportere utslipp.

For bransjen som helhet er det viktig at alle spiller etter de samme reglene. Tilbud må kunne sammenlignes og rapportering til byggherre må være entydig. Ideelt sett hadde et felles verktøy for bransjen vært en god løsning, så det bør være et langsiktig mål. Et felles verktøy kan være en viktig del av standardisering og, ikke minst, bidra til en viss kvalitetssikring. Utvikling og vedlikehold krever prosesser som blant annet ivaretar lov om offentlige anskaffelser. Videre må slike verktøy revideres hyppig for å redusere usikkerhet.

I 2018 fikk byggenæringen en norsk standard (NS 3720) for beregning av bygningers klimagassutslipp gjennom hele livsløpet. Metodikken i standarden kan brukes for beregning av framtidige, nåværende og tidligere års klimagassutslipp. I likhet ble [PAS 2080](#) utviklet for karbonforvaltning i infrastrukturprosjekter.

Foreløpig, som en mellomløsning, er det viktig at verktøyene bruker de samme faktorene og har de samme systemgrensene. Tidligfase- og mellomfaseverktøyene til Nye Veier (NV-GHG) og SVV (VegLCA) har derfor delvis blitt samkjørt, Statens vegvesen, Nye Veier og Bane Nor har også startet en prosess for videre harmonisering av deres ulike LCA-verktøy hvor det blant annet er utarbeidet en egen jernbanemodul i VegLCA. I tillegg foregår det samarbeid på nordisk nivå om muligheter for samordning i prosjektet NordLCA. I NordLCA ble det utviklet en veileder for bruk av LCA for infrastruktur, slik at verktøyene brukes entydig og på god måte. Denne [veilederen](#) ble publisert høsten 2020.

► Livsløpsvurderinger (LCA)

Livsløpsvurderinger (LCA) ligger til grunn for klimabudsjetter- og -regnskap, og har blitt det aksepterte rammeverket for vurdering av nye prosjekter med tanke på klimagassutslipp og enkelte andre miljøutslipp. Livsløpsmetodikk er et velegnet rammeverk på grunn av sin helhetlige tilnærming, noe som reduserer risikoen for å flytte utslipp til andre deler av verdi-

Livsløpsvurdering evaluerer miljøkonsekvenser fra varer og tjenester gjennom hele livsløpet – fra råmaterialer til transport, produksjon, salg, bruk og avfallshåndtering. Ved å bruke systematisk tilnærming er det mulig å unngå "problem shifting", det vil si at utslipp ikke blir redusert på et sted bare for å bli høyere på et annet tidspunkt i livsløpet.

kjeden eller andre deler av livsløpet. Et resultat av livsløpstilnærmingen er at betydningen av materialbruk har fått en bredere forståelse og har blitt en viktig del av diskusjonen knyttet til utslipp fra transportsektoren. **Livsykluskostnader (LCC)** har også blitt en vanlig metode for å beregne hvordan vedlikeholdsaktiviteter påvirker kostnad over investeringens levetid. Ved å bruke metodene LCA og LCC sammen er det enklere å identifisere hvor det er mulig og hvor man bør kutte klimagassutslipp, samt se hvordan kutt i et ledd påvirker andre ledd. Dette er også til hjelp for å ta riktige økonomiske valg for infrastrukturen i hele dens levetid.

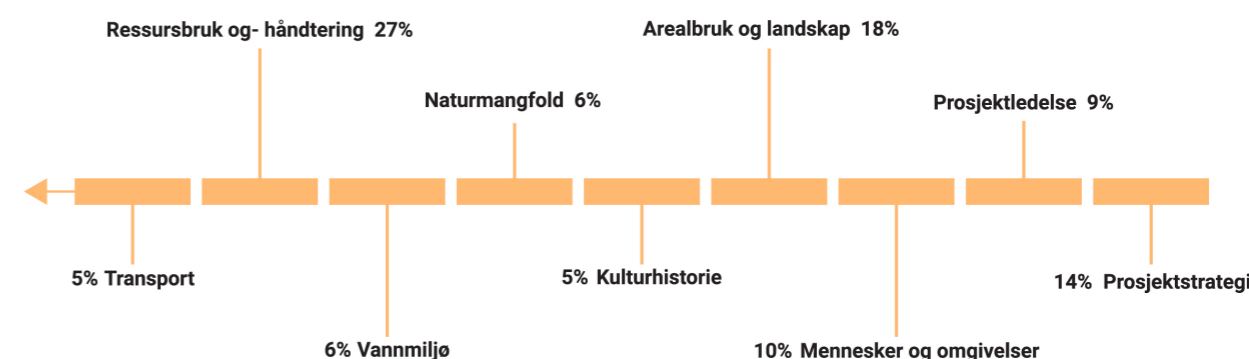
► Miljødeklarasjon (EPD)

En miljødeklarasjon (EPD) er et verifisert og registrert dokument om produkters miljøprestasjon gjennom hele livssyklusen. Verifikasjonen gjøres hos EPD Norge. EPD-er er basert på internasjonale standarder, for eksempel ISO-standardene 14025 Environmental Labels and Declarations -Type III og laget etter gjennomgått livsløpsanalyse (LCA, ISO 14040-14044). EPD-dokumentasjonen gjør det mulig å sammenligne produkter og materialer innen samme kategori og dermed øke sannsynligheten for utslippsreduksjoner gjennom smartere valg ved anskaffelser og bestillinger. Aktiv bruk av EPD-er kan også bidra til iverksetting av krav og bonussystemer for materialer. Krav fra byggherre eller myndighetene om en viss miljøytelse av produkter kan ha stor betydning. Flere i bransjen har enten selv eller i samarbeid med andre aktører utviklet EPD-generatorer som skal lette arbeidet med å få utviklet EPD-er. For eksempel har både [LECA](#) og Norsk Bergindustri egne EPD-generatorer. EPD-generatorer gjør det mulig å produsere prosjektspesifikke EPD-er for bedre dokumentasjon. For mer informasjon om prosessen, se [EPD Norge](#).

I oktober 2020 ble det satt i gang arbeid for å beskrive en norsk metode for hvordan man utfører LCA på et helt anleggsprosjekt. Arbeidet ledes av Veidekke AS i tett samarbeid med andre aktører i Grønn Anleggssektor, samt aktører utenfor nettverket.

► CEEQUAL-sertifisering

Etableringen og kravene om bruk av CEEQUAL skal bidra til økt forutsigbarhet i kontraktskrav hos anleggsbransjen. CEEQUAL er et prosessverktøy og sertifiseringsorgan for å standardisere oppfølging av miljøkrav, og brukes for å oppnå høyere prestasjon på miljø og bærekraft. Verktøyet skal gjøre det enklere å sammenligne prosjekter og løsninger, og øke kunnskapsdeling i sektoren. Med en standardisert miljøsertifisering, vil man etter hvert kunne skape en forutsigbarhet i hva som forventes av entreprenørene når det kommer til miljøkrav, og dokumentasjon på miljøvalg som prosjektet tar. Oppfølging av krav fra myndigheter og byggherre er systematisert og involverer tredjeparts verifisering.



Figur 5. Ulike deler av CEEQUAL-sertifiseringen og deres vektning i prosessen (ref : CEEQUAL manual v6). CEEQUAL-sertifiseringen kan gjøres på hele, eller kun deler av prosjektet.

SVV har vedtatt at alle nye prosjekter med investeringsramme over NOK 200 mill. skal sertifiseres med CEEQUAL fra 2021. Nye Veier skal ha CEEQUAL i alle nye kontrakter fremover, mens andre offentlige byggherrer vurderer bruken av CEEQUAL fortløpende. Flere store entreprenører har allerede sertifisert sine første prosjekter og er positive til videre utvikling av CEEQUAL for tilpassing til norske krav og målsetninger (Homleid 2020). CEEQUAL-verktøyet har også nytteverdi på mindre anleggsprosjekter, og det anbefales at også fylkeskommuner og kommuner blir kjent med prosessen. Kostnadene med en sertifiseringsprosess er avhengig av prosjektets størrelse, og hvilke deler av prosjektet som skal sertifiseres. Det er imidlertid viktig å merke seg at det er fullt mulig å hente ut gode miljøkrav og formuleringer fra verktøyet uten å skulle kreve en full sertifisering.

Som med alle nye verktøy og standarder er CEEQUAL krevende å komme i gang med å sette seg inn i. For å kunne gjennomføre og lede en CEEQUAL-sertifisering forutsetter det et to-dagers kurs for å bli 'assessor'. På etterspørsel fra bransjen har derfor Grønn Anleggsektor, i samarbeid med Grønn Byggallianse arrangert kurs i Norge for å kvalifisere personer til å drive prosessledelse i CEEQUAL. Ved utgangen av 2020 har mer enn 80 personer blitt sertifisert som prosessledere i Norge. For å senke terskelen til å ta i bruk dette verktøyet etterspør bransjen et norsk kontaktpunkt for CEEQUAL-prosjekter, en norsk oversettelse av manualen, og en norsk veileder. Det er igangsatt et prosjekt for å knytte CEEQUAL-prosessen opp mot norsk plan- og bygningslov. Grønn Byggallianse, som leder arbeidet, forventer at denne veilederen vil bli tilgjengelig høsten 2021. På lengre sikt er det ønskelig med en norskspråklig verifikator (revisor) som kan verifisere og tildele CEEQUAL-status på prosjekter.

Verktøy for Grønn Anleggsektor – Mål, tiltak og virkemidler	
STRAKS	Etablere felles metode for klimagassbudsjett og -regnskap med livsløpsperspektiv gjennom kunnskapsveksling og samarbeid Norsk oversettelse av CEEQUAL manualen og et norsk støttedokument (veileder) Kurs og erfaringsoverføring på bruk av CEEQUAL i norske prosjekter Krav om å igangsette arbeid med å lage EPD på materialer og produkter brukt i anleggsektoren
2025	Få etablert et norsk kontaktpunkt og en norskspråklig verifikator som kan bistå administrativt og faglig i arbeidet med CEEQUAL-prosjekter i Norge. Krav om EPD-er for materialer og produkter i anleggsektoren og mulighet for å gi bonus for bedre EPD enn det som er vanlig i markedet
2030	CEEQUAL (eller lignende) sertifisering av alle prosjekter Miljø vektet høyest ved tildeling i alle private og offentlige prosjekter

ENERGI

Det er mange ulike prosesser og operasjoner som krever energi på en anleggsplass. I dette veikartet er energi diskutert i forbindelse med:

- ✦ Energibærere
- ✦ Veigående maskiner (transport til/fra anleggsplassen)
- ✦ Ikke-veigående maskiner (for eksempel gravemaskiner og hjullastere)

På anleggsplasser vil som regel bruk av gravemaskiner, hjullastere og dumpere stå for mer enn 80% av CO₂-utslippene fra maskinparken i prosjektet, tilsvarende rundt 650 000 tonn CO₂-ekv. hvert år (Miljødirektoratet, 2020). Det brukes et bredt spekter av anleggsmaskiner i anleggsprosjekter, alle med ulike krav til mobilitet og forskjellige effektbehov. Utslipp og bruk av maskiner vil variere mye fra prosjekt til prosjekt, og gjennom de ulike fasene i prosjektet. Maskinene i anleggsbransjen brukes intensivt, og har en høy utskiftingstakt, 4 til 7 år (Miljødirektoratet, 2020).

Selv om enkelte eksempler på elektriske maskiner kan spores tilbake til slutten av 70-tallet, er markedet for ikke-veigående maskiner fremdeles i en tidlig fase. Markedet frem mot 2030 vil blant annet påvirkes av den generelle elektrifiseringen i samfunnet, videre utvikling av batteriproduksjon, hydrogenteknologi og automatisering, og til dels utformingen av anbud. Aktører i anleggsbransjen håper på en tilgang på et bredt spekter av utslippsfrie anleggsmaskiner fram mot 2030, både elektriske og hydrogenbaserte alternativer. Selv om det er i dag er en voksende etterspørsel på utslippsfrie alternativer, er det norske markedet et relativt lite marked for de store teknologiproducentene. For at serieproduksjoner skal etableres vil det sannsynligvis være behov for at slike produkter etterspørres av et langt større marked enn kun det norske. Tilgangen på det norske markedet er derfor avhengig av hva som skjer globalt. Inntil slike produksjonslinjer settes opp, vil det norske markedet i all hovedsak bestå av ombygde maskiner. Det er også viktig å merke seg at få land har per i dag en elektrisitetsproduksjon som er tilnærmet utslippsfri (som i Norge), og at på et globalt marked vil elektrifiserte maskiner dermed ikke være utslippsfri. For 2020 er det estimert at ca 5% av den globale produksjonen av elektrisitet er fornybar. Det internasjonale energibyrået har satt som mål at all produksjon av energi skal være fornybar innen 2050 (International Energy Agency 2021).

Overgangen fra tradisjonell til utslippsfri anleggsplass har flere positive sider. Først og fremst reduseres klimagassutslippene, men i tillegg reduseres støy og lokale utslipp, noe som både bedrer arbeidsmiljøet for de på anlegget og forholdene for nærliggende bebyggelse. Elektriske maskiner ser også ut til å ha lavere drifts- og vedlikeholdskostnader sammenlignet med dagens dieselmaskiner, samt at de se ut til å ha en lengre forventet levetid.

Potensialet for reduksjon av direkte klimagassutslipp på selve anleggsplassen kommer i all hovedsak fra (1) en overgang fra fossildrevne maskiner til fossilfri teknologi, og (2) en forbedret logistikk og økt effektivisering i flyten av byggeråstoff, materialer og avfall. Maskiner deles her inn i veigående kjøretøy (til transport av materialer og masser) og ikke-veigående maskiner som brukes på anleggsplassen.

Der målet er forbedring i logistikk og økt effektivisering må normen være at operatørene får god innsikt i hva som påvirker energiforbruk, både på anleggsplassen og utenfor. Optimalisering av arbeidet krever god innsikt i datagrunnlaget og maskinene. Med relativt enkle grep som å unngå

tomgangskjøring, redusere hastighet og unødvendig akselerasjon kan drivstofforbruk reduseres med 6–15% (Zavalko 2018).

► Energibærere

Begrepene fossilfri, utslippsfri og klimanøytral er ofte bruk om hverandre (Figur 6). **Fossilfritt** er når energien på anleggsplass eller i produksjon er basert på fornybar energi, helt uten bruk av fossilenergi som diesel og naturgass. Ifølge regjeringserklæringen (Regjeringen 2019), skal det legges til rette for at bygg- og anleggsplasser blir fossilfrie allerede i 2025. **Utslippsfri** er brukt når direkteutslipp fra maskiner ikke er til stede f.eks. ved bruk av elektrisitet på anleggsplassen. **Klimanøytral** er brukt om prosesser eller produkter som ikke fører til økt innhold av CO₂ ekv. i atmosfæren, f.eks. bioenergi (Hjorthol 2015).



Figur 6 Begrepene fossilfrie og utslippsfrie blir ofte bruk om hverandre. Bildet presiserer hvordan dette er brukt i veikartet.

Det er estimert at strømmettet må kunne forsyne 160 TWh i 2030 dersom man skal kunne drive en elektrisk maskinpark via strømmettet (Miljødirektoratet, 2020). Det vil imidlertid være svært store regionale og lokale variasjoner. I mange områder med lavere nettkapasitet er det derfor lite trolig at en slik elektrifisering vil kunne skje med et direkte uttak fra nettet. Alternative løsninger som hydrogen og større batteripakker er derfor mulige løsninger for å sikre tilgangen på fossilfri energi.

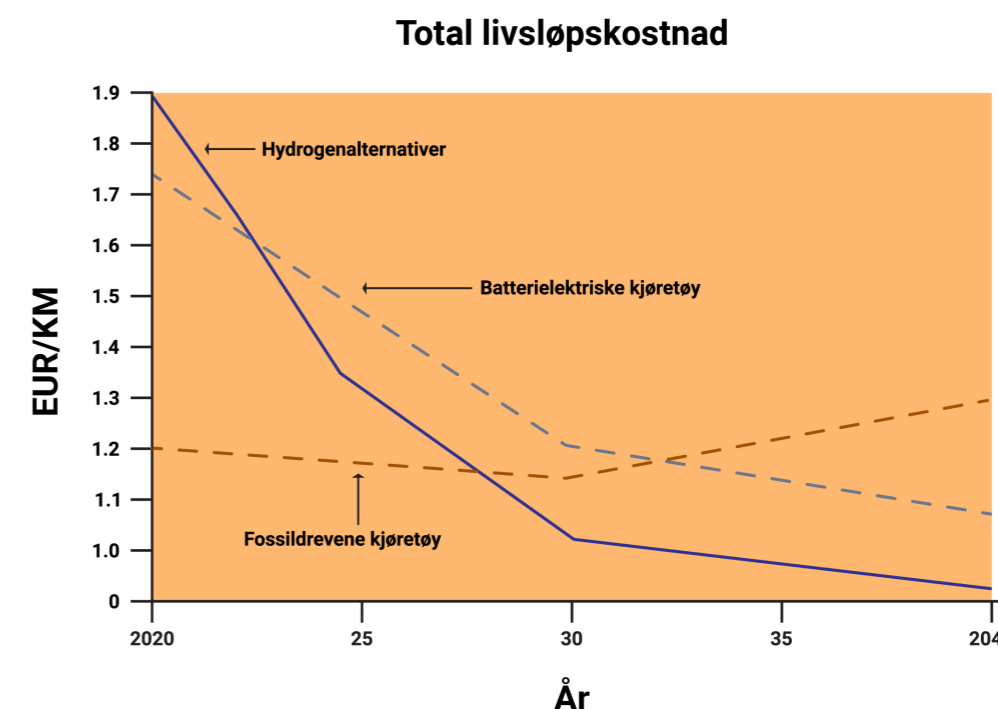
Elektrifisering

Forskjeller i teknisk potensial og et sammensatt aktørbilde fører til at barrierene for de som kjøper og benytter maskinene vil variere. Så lenge elektriske maskiner etterspørres i markedet er det forventet at kostnadsbarrieren reduseres over tid, men investeringsstøtte kan fortsatt være et viktig virkemiddel, og særlig i tidlig fase. For å utløse det potensialet for utslippsreduksjon som er utredet, vil støtten måtte dekke alle relevante næringer. For store prosjekter hvor mange maskiner er samlet på ett sted, kan kostnader knyttet til å ha tilstrekkelig nettkapasitet og ladeinfrastruktur

være en betydelig barriere. For å redusere denne barrieren kan støtteordninger også omfatte anleggsbidrag, infrastruktur og batteribanker.

Hydrogen

Med høy energitetthet og korte fylletider, vil hydrogen kunne bli en viktig energibærer for anleggsbransjen. Hydrogen vil kunne være essensiell både på selve anleggsplassen – og i industrien ved fremstillingen av materialer for bruk i anleggsbransjen. Som vist i Figure 7 er det ventet at total levetidskostnad (total cost of ownership – TCO) på hydrogenalternativer vil være billigere enn både batterielektrisk og fossildrevne kjøretøy i løpet av de neste 10 årene (Hydrogen Council 2020). Den raske fylletiden og fleksibiliteten som hydrogen kan gi er av spesiell interesse for en sektor hvor logistikk allerede er en utfordring. Samtidig foregår mye av anleggsvirksomheten i Norge i områder hvor strømmettet har en begrenset kapasitet, noe som gjør batteri og kabelelektriske alternativer mindre attraktive. I tillegg til disse fordelene, ser man også at selve produksjonen av brenselceller medfører betydelig mindre utslipp enn produksjonen av tilsvarende batterier (Figur 7). Både Norge og EU har derfor store pågående satsninger for å få stimulere til rask vekst i hydrogenmarkedet.



Figur 7 Total levetidskostnad for ulike energiteknologier.

Det finnes allerede pilotprosjekter for bruk av hydrogen i industrien for å minske direkte klimagassutslipp. Ett av disse prosjektene er HYBRIT. HYBRIT-prosjektet skal gjøre stålindustrien fossilfri ved å bruke hydrogen i produksjonen (SSAB, LKAB, and Vattenfall 2016). Ettersom stål har høye utslipp av klimagasser, er dette et viktig steg i riktig retning. Hydrogen har potensial til å bli den viktigste energibæreren i en grønn anleggssektor på grunn av fordeler knyttet til bevegelighet, energilagring og kostnad.

Biodrivstoff

Biodrivstoff er flytende eller gassformig brensel som er fremstilt av biologisk materiale, ofte kalt biomasse. Det er vanlig å skille mellom konvensjonelt og avansert biodrivstoff etter hvilket råstoff som er benyttet, men også etter produksjonsmetode. I norsk regelverk brukes begrepene konvensjonelt og avansert biodrivstoff basert på hvilket råstoff biodrivstoffet er fremstilt av.

Konvensjonelle biodrivstoff fremstilles av råstoff som også kan brukes til å produsere mat eller dyrefôr (landbruksvekster). **Avanserte biodrivstoff** framstilles i hovedsak av rester og avfall fra næringsmiddelindustri, landbruk eller skogbruk og kommer ikke fra råstoff som kan utnyttes som mat eller dyrefôr. Det finnes også biodrivstoff som er basert på alger eller genmodifiserte råvarer (Berg, Harbo, and Lånke 2016). Hvor miljøbelastende HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) er, er imidlertid omdiskutert og svært avhengig av råvarer og produksjonsprosessen. Derfor er det anbefalt å bruke HVO kun til midlertidig drahjelp for å få utslipp av klimagasser fortest mulig ned mens man jobber mot mer varige løsninger.

► Veigående maskiner

Veigående maskiner brukes vanligvis til transport av materialer, andre maskiner og arbeidere til og fra en anleggsplass. Elektriske lastebiler er tilgjengelige på markedet i dag. I 2020 lanserte [Scania hel-elektrisk lastebil](#) med rekkevidde på 250 km. På anleggsplasser nærme knutepunkter for materialproduksjon eller havner kan elektrifiserte veigående maskiner bidra betydelig i reduksjon av klimagasser, mens det for veiprosjekter langt fra disse knutepunktene ikke er like nyttig. I følge Klimakur 2030 burde 50% av nye kjøretøyer være el- eller hydrogenkjøretøy i 2030 (Miljødirektoratet, 2020). Endring i energikilden for veigående maskiner, samt mulig produksjon av elektrisitet ved vei og bane, må gjøres parallelt med økning i effektivisering på anleggsplassen og bedre logistikksystemer.

► Ikke-veigående maskiner

Segmentet ikke-veigående maskiner er svært sammensatt og maskinene brukes i mange sektorer og til forskjellige formål. Det er knyttet betydelige investeringskostnader til dagens store anleggsmaskiner. De fleste store elektriske maskiner som er tilgjengelige på markedet i dag, er ombygde dieselmaskiner, noe som medfører at merkostnaden ved investering er betydelig sammenlignet med tilsvarende dieselmaskiner. Basert på tall fra bransjen vil en ombygget batterielektrisk anleggsmaskin koste omtrent tre ganger mer enn en tilsvarende dieselmaskin. En av maskinleverandørene i Grønn Anleggssektor anslår imidlertid at kostnaden vil reduseres med opp mot 30% ved et ombyggingsvolum på omtrent 100 eksemplarer, sammenlignet med ombygging av prototyper.

I Klimakur 2030 presenteres tiltak for å redusere klimagassutslipp og et av tiltakene er at 70% av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøyer blir elektriske i 2030 (Miljødirektoratet, 2020). Dette er basert på en bottom-up-modellering av maskinparken. Målet vil kunne bidra til betydelig utslippsreduksjon i sektoren fram mot 2030, og DNV GL har anslått at nærmest alle anleggsmaskiner vil kunne elektrifiseres innen 2030. Målet forutsetter imidlertid at tilbyderne tilbyr utslippsfrie løsninger, og ikke minst at disse løsningene etterspørres. Tempoet på elektrifisering av anleggsmaskiner vil i stor grad være avhengig av etterspørselen på det globale markedet. Det norske markedet utgjør kun en liten andel av det globale markedet, og vil ikke alene kunne være stort nok til at globale teknologileverandører setter opp produksjonslinjer for heielektriske alternativer. For eksempel, alle de heielektriske gravemaskiner som i dag operer på det norske markedet er ombygde dieselmaskiner. Med stor sannsynlighet, vil det også være slik i de nærmeste årene. En betydelig merkostnad for store elektriske maskiner og begrenset tilgang på modeller med

tilstrekkelig kapasitet er antatt å være de viktigste barrierene. Målet forutsetter derfor en betydelig forsterking av eksisterende virkemidler eller nye virkemidler.

Ikke-veigående fossilfire maskiner på anleggsplassen kan deles inn i følgende kategorier (Miljødirektoratet 2020):

- ✦ Kabelelektrisk drift (også kalt plugg-inn elektrisk)
- ✦ Batterielektrisk drift
- ✦ Kombinert kabelelektrisk og batterielektrisk drift
- ✦ Kombinert hydrogen og batterielektrisk drift
- ✦ Kombinert kabelelektrisk, hydrogen og batterielektrisk drift

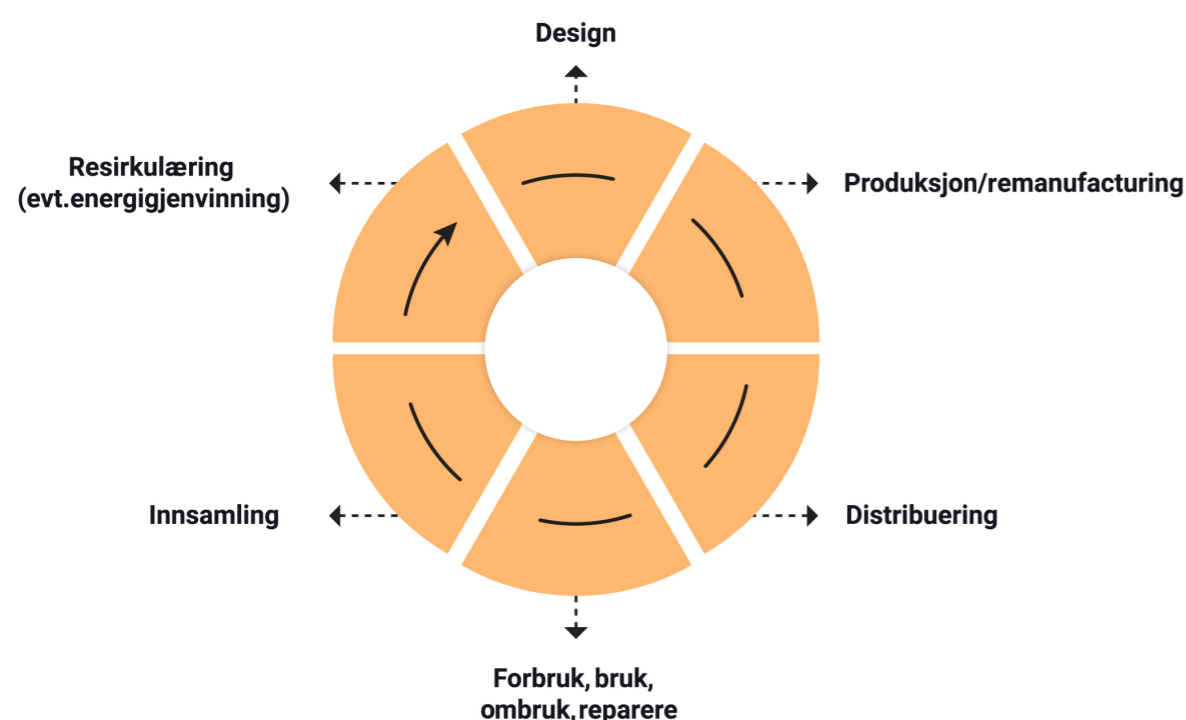
De mest utviklede teknologiene er kabelelektrisk, batterielektrisk og kombinert kabel- og batterielektrisk drift. Kabelelektriske maskiner kjøres på elektrisitet forsynt fra nettet via en kabel. Dette er moden teknologi som har blitt benyttet i gruve- og tunnelarbeid i lengre tid. Maskiner som er plagget inn på denne måten, har den store fordel at man slipper kostnadene til batterier og at de kan kjøres nærmest kontinuerlig. Mobiliteten begrenses naturlig nok av at man må trekke en kabel etter maskinen. Kabelelektrisk i kombinasjon med batteri kan øke fleksibiliteten til maskinen betydelig. Ved serieproduksjon i stor skala (ikke ombygging) vil kostnaden synke ytterligere. Noen mindre batterielektriske modeller blir serieprodusert i dag. Merkostnaden ved innkjøp av disse ligger typisk på 20–50%, men det vil variere med batteriteknologi, maskinstørrelse og maskintype.

Gjennom prosjektet [Zero Emission Digger](#) (ZED) har positive sider ved heielektriske, store anleggsmaskiner blitt tydelige. Sluttrapporten for prosjektet presenterer det tekniske, organisatoriske, miljømessige og økonomiske læringsutbyttet fra elektrifisering av anleggsmaskiner, og samler erfaringer fra ulike aktørers utprøving av de elektriske pilot-gravemaskinene på diverse byggeplasser i Norge. Rapporten beskriver også utfordringene som oppstår i forbindelse med anskaffelse og bruk av utslippsfrie anleggsmaskiner.

Energi – Mål, tiltak og virkemidler	
STRAKS	Krav om at 30% av anleggsmaskinene skal være fossilfrie på anleggsplasser i bynære strøk Alle anleggsmaskiner skal registreres i maskinregisteret
2025	Minst 30% av ikke-veigående anleggsmaskiner skal være utslippsfrie
2030	70% av alle nye anleggsmaskiner bruker utslippsfri teknologi
VISJON	Energiforbruk på anleggsplass er minimalt og at energi brukt på anleggsplasser og transport til/fra anleggsplassen bruker utslippsfri teknologi.

RESSURSUTNYTTELSE OG LAVUTSLIPPSMATERIALER

Ressursutnyttelse handler om å ta bedre vare på de ressursene man har - alt fra å begrense uttak av jomfruelige materialer til ombruk og resirkulering av materialer. Dette innebærer at industrien må finne nye måter å jobbe sirkulært på. Det første steget er optimalisering for å redusere svinn gjennom et godt planlagt prosess- eller teknisk design for livsløpet til produktene. I tillegg bør mulig ombruk eller resirkulering av avfall og biprodukter vurderes allerede i designfasen. Økt samarbeid er viktig for å finne nye muligheter for bruk av hele eller deler av produktene og materialene slik at de kan bli gjenbrukt eller resirkulert (Figur 9).



Figur 9. Sirkulærøkonomi

Videre er anleggssektoren nødt til å ta i bruk lavutslippsmaterialer i større grad, enten ved å endre egen produksjon eller ved innkjøp. Eksempler på materialer med lavere utslipp som allerede er i bruk er lavkarbonbetong og resirkulert stål (Jørn WAD 2019).

Betong – 6 mill. m³ benyttet årlig i Norge

Utslipp betong* omtrent 1800000 tonn CO₂ ekv. per år

Asfalt – 7665000 tonn

Utslipp asfalt omtrent 460000 tonn CO₂ ekv. per år**

*Bransjereferanse 300 kg CO₂ ekv. per m³ betong for type B25/M60. Sementinnhold 10–15% av betongvolumet

**Bransjereferanse 60 kg CO₂ ekv. per tonn asfalt

Før man tar i bruk nye lavutslippsmaterialer er det viktig å undersøke om endringene utgjør et reelt kutt i indirekte klimagassutslipp. For å kunne gjøre en uavhengig og objektiv vurdering av de totale klimaeffektene er det viktig at det utvikles et felles verktøy som hele bransjen kan stille seg bak, som diskutert tidligere i veikartet.

► Planlegging og design for miljø

Når man planlegger konstruksjon og drift av ny infrastruktur, er det viktig å tenke på fremtiden. Tanker rundt framtidige behov for vei og annen infrastruktur kan være avgjørende for ikke å låse seg fast i dagens løsninger (SINTEF AS, NTNU, and NPRA 2018). God planlegging er et viktig miljøtiltak. Optimalisering – fra design via konstruksjon og ut livssyklusen av prosjektet, inkludert vedlikehold og operasjon – har et stort potensial for reduksjon av klimagasser.

Den største muligheten Norge har for å redusere utslipp i anleggsektoren er å redusere antall meter vei- og bane som blir bygd og størrelsen på inngrepet på natur, vassdrag og miljø. **Valg av konsept-, korridor- og trasé er en avgjørende beslutning for utslipp i konstruksjons- og driftsfase.** Videre er godt planlagt bruk av maskinparken og riktig valg av levetid for konstruksjonen viktige faktorer. Premissene for utslippsreduksjoner i konstruksjonsfasen legges derfor allerede under design og planleggingen i prosjektets tidlige fase. Faktorer som terrenget og grunnforholdene, vassdrag og våtmark påvirker sterkt arbeidsmengde og materialer som må brukes for utbyggingen.

Grunnforhold, samt lengde og kurvatur på infrastrukturen har stor betydning for både infrastrukturens utslipp i konstruksjonsfasen og i bruksfasen. Utslippsreduksjoner i konstruksjonsfasen må vektles mot besparelser gjennom en mer effektiv bruk av infrastrukturen. Det betyr for eksempel at en løsning som medfører økte utslipp fra bygging, som tunnel, bru, skjæring eller fylling, kan oppveies ved reduserte utslipp fra kjøretøyer da kurvaturen og/eller lengden på strekningen kan reduseres. Det er imidlertid avgjørende å bruke en framskrivning av kjøretøyparken for å få et riktig bilde av dette. Norge er i rask transisjon til fossilfri personbiltransport, og etter hvert en lav eller utslippsfri godstransport. Dermed vil argumentet om viktigheten av trasévalg for utslippene ved kjøring på infrastrukturen bevege seg mot null. Å bruke et bilde av dagens utslipp for fremtidig utslipp fra kjøretøy som bruker infrastrukturen vil derfor gi et feilaktig bilde av utslippene fra bruksfasen.

Arealendringer og inngrep i naturområder, særlig karbonrike områder som myr og skog, kan føre til store klimagassutslipp. Ut fra hensynet til å redusere klimagassutslipp, bør det derfor unngås å bygge ut slike arealer. Mengden karbon som kan slippes ut i sammenheng med anleggsarbeider er varierende og er avhengig av type areal som omdisponeres, arealets størrelse, karboninnholdet i jorda, mengde levende biomasse og vegetasjon som fjernes, samt hva det bygges om til. Anleggsarbeider i myrområder kan føre til forandringer i området hydrologi som kan gi negative effekter i arealer som ikke er direkte berørt av tiltaket. Mulige utslipp fra nedbygging av skog eller myr per hektar over en 20-årsperiode estimeres til ca. 100 - 800 tonn CO₂, mens omdisponering av dyrket mark og beite kan føre til utslipp på rundt 60-580 tonn CO₂ (Klimakur 2030). Miljødirektoratet har utviklet et beregningsverktøy som kan brukes til å estimere klimaeffekten knyttet til arealbruksendringer (Miljødirektoratet 2020a). Beregningene deles opp i fire trinn for å ta høyde for endret utslippsdynamikk rett etter og flere år etter inngrepet. Verktøyet bør tas i bruk i en tidlig fase av beslutningsprosessen.

Det er viktig å inkludere klimagassutslipp fra arealbruksendringer i konsekvensutredninger, samt å legge til rette for vern av karbonrike arealer i arealplanleggingen (Miljødirektoratet 2020c). Er utbyggingen uunngåelig bør arealendringer inkluderes i klimagassbudsjett for å synliggjøre konsekvensene ved for eksempel valg av trasé. I tillegg bør det settes i gang kompenserende tiltak

som restaurering av myr andre steder, eller etablering av skog eller nye dyrkbare områder ved hogging av skog eller inngrep i matjordarealer. Den optimale løsningen vil være å unngå inngrep i karbonrike områder og heller velge arealer som allerede er berørt av tidligere utbygging.

► Overskuddsmasser, pukk og grus

I Norge tas det i snitt ut ca. syv millioner kubikkmeter tunnelmasser (Ca. 19 millioner tonn) hvert år i forbindelse med store infrastrukturprosjekter (Rise, Alnæs, and Rambæk 2019). Disse massene går ofte rett til deponi. Videre transporteres det nye masser fra tilslagsproduksjon til anlegg for oppbygging av vei og bane. 50% av all tilslagsproduksjon i Norge benyttes i veianlegg, og 20% av all kjøretøytransport omfatter transport av tilslagsmaterialer.

Byggherrens og entreprenørens handlingsrom er begrenset til hva man kan få til innenfor den enkelte entreprise eller på tvers av entrepriser. Dersom man skal lykkes med finne løsninger for enkeltprosjekt kreves samarbeid på tvers av prosjekter og med involvering av ulike aktører, bl.a. lokale og regionale planmyndigheter og forurensningsmyndigheter. Tilrettelegging i arealplaner for midlertidige massedeponier kan bidra til å redusere transportbehov og dermed klimagassutslipp.

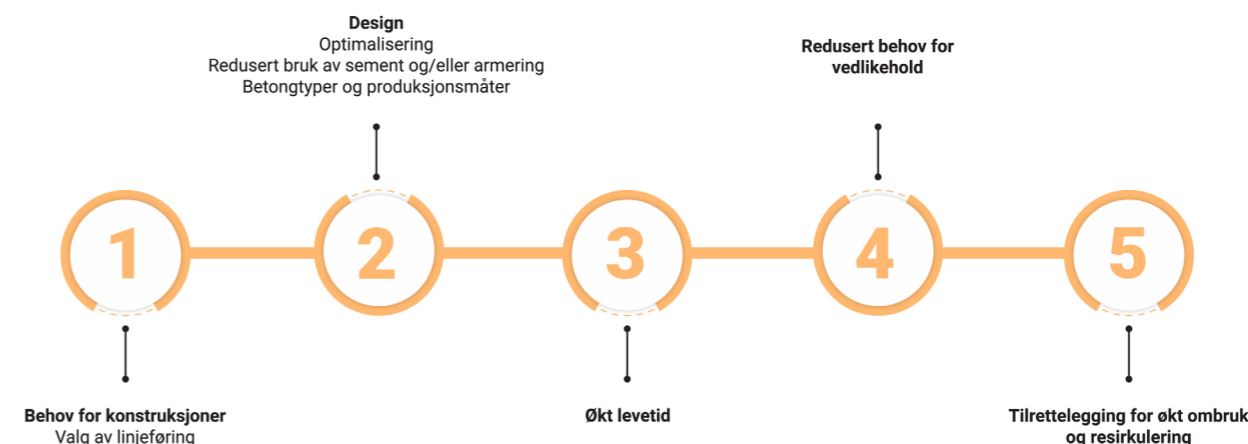
For å gjøre gjenbruk til standard er det viktig å få et system eller en plattform der metoder for analyse og sortering av masser er beskrevet, samt en database over hvor materialer og masser befinner seg. I tillegg bør en slik database inneholde pågående prosjekter og type materialer og masser de har bruk for, slik at dette kan kobles sammen.

Målet med en slik plattform er å øke utnyttelsen av masser som tas ut i forbindelse med store infrastrukturprosjekter, redusere mengden stein som deponeres samt redusere transport av nye masser inn til anleggsstedet. I en økt lokal utnyttelse ligger det økonomiske og miljømessige besparelser, samt ressursbesparelser.

Prosjektet "Kortreist stein" har hatt til hensikt å utvikle nye og forbedrede løsninger for økt bruk av lokale steinmasser. Partnerne i prosjektet har utviklet det åpne verktøyet SteinLCA for å beregne klimagassutslipp fra håndtering av overskuddsstein i anleggsprosjekter. SteinLCA beregner utslipp for ulike teknologier for transport og knusing, samt steinkvaliteter. Resultatene for ulike scenarier for massehåndtering kan dermed sammenlignes for å tallfeste hvilken håndtering av steinmassene som gir minst klimagassutslipp. For mer informasjon, se www.kortreiststein.no.

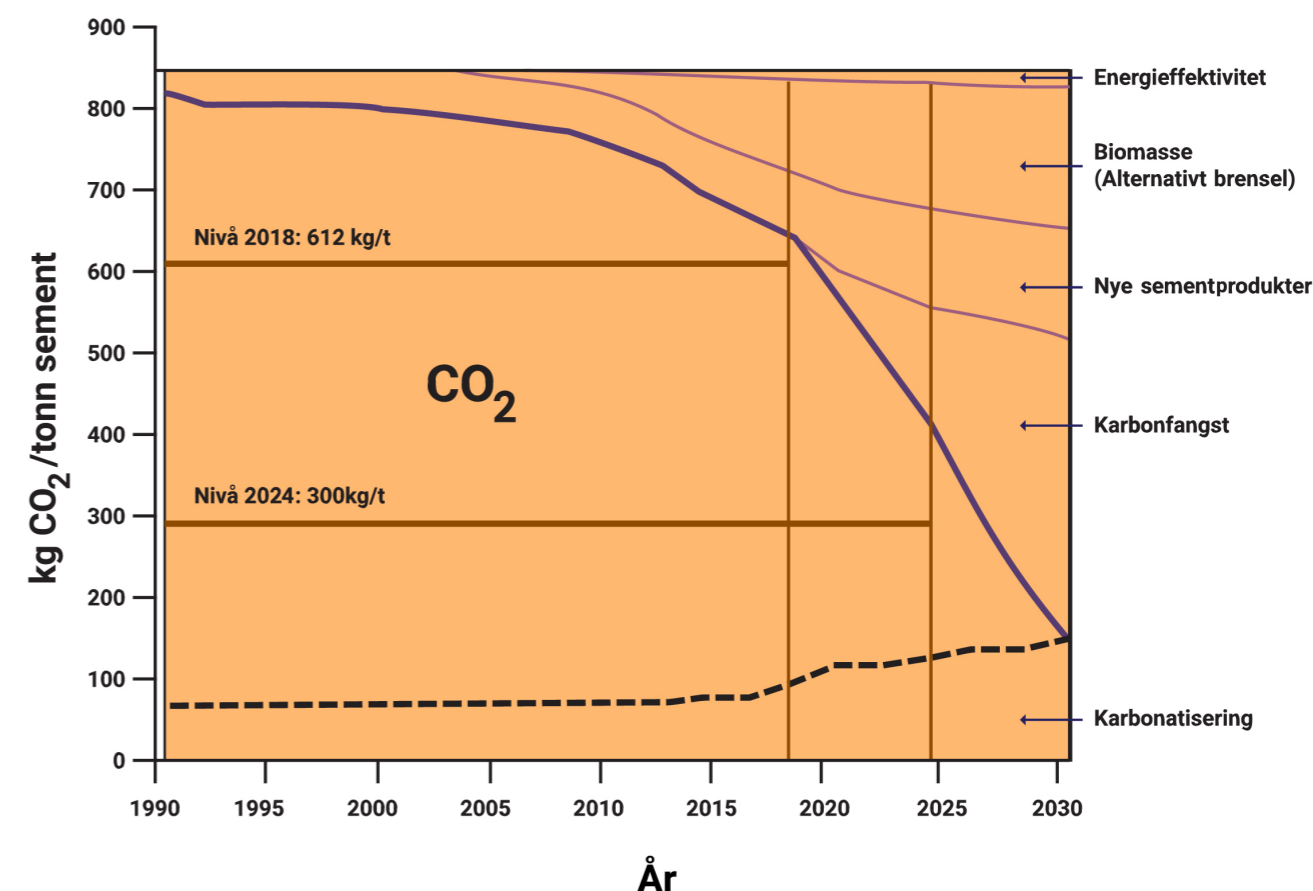
► Betong

Betong er, nest etter vann, verdens mest brukte materiale, tilsvarende tre tonn per innbygger i verden per år, og det brukes dobbelt så mye betong som alle andre byggematerialer til sammen (Gagg 2014). På global basis utgjør produksjon av sement og betong omtrent 8% av de samlede klimagassutslipp, hvorav ca. 90% kommer fra sementproduksjonen (Smeplass et al. 2015). Betongkonstruksjoner (inkl. armering) bidrar i de fleste infrastrukturutbyggingsprosjekter til den største andelen av utslippene.



Figur 10. Tiltak i planleggingsfasen for reduksjon av utslipp fra betongkonstruksjoner

Økende krav til transportsystemene og infrastrukturen gir ingen grunn til å tro at behovet for betongkonstruksjoner vil avta. Økte krav til hastighet og sikkerhet gir stivere linjeføring både horisontalt og vertikalt, noe som innebærer betongkonstruksjoner i form av tunneler, bruer, kulverter o.l. Derfor er det nødvendig å se på muligheter for å redusere CO₂-utslippene forbundet med betongkonstruksjoner, både tiltak i planleggingsfasen, Figur 10 og gjennom forskning og utvikling av selve betongmaterialet, Figur 11. Norsk Betongforening har flere utgivelser som belyser ulike klima- og miljøaspekter ved betong i detalj.



Figur 11 Utvikling i klimagassutslipp i forhold til tiltakene i betongbransjen (Skjeggerud 2020).

Det forskes mye på å erstatte deler av sementen (Portland klinker) med andre materialer, gjerne restmaterialer fra annen industri, som flygeaske fra kullkraftverk eller slagg fra stålindustri. For betong er det ikke knyttet CO₂-utslipp til slike restmaterialer da disse i henhold til internasjonale standarder allokeres til hovedproduktet i en produksjonsprosess og ikke til restmaterialer. Videre forskes det på utvikling av mindre miljøbelastende bindemidler (Thyholdt, Kjellsen, and Bjerge 2018). Betong der det er gjort tiltak for å begrense klimagassutslippet ved å endre bindemiddelsammensetningen omtales som **lavkarbonbetong** (Smeplass et al. 2015) og kan i mange tilfeller benyttes for å bedre klimafotavtrykket til en betongkonstruksjon. Man skal imidlertid være oppmerksom på at slik betong ofte har lavere varmeutvikling enn vanlig betong, noe som kan medføre at det er behov for (fossil) oppvarming for å få den fasthetsutviklingen man trenger og dermed mister klimagevinsten.

Tradisjonelt har offentlige byggherrer vært svært konservative når det gjelder å ta i bruk nye bindemiddelløsninger, og man har brukt mange år på å innhente erfaringer med et nytt materiale før det tillates tatt i bruk. Endrede rutiner for verifikasjon, testing og utprøving vil være avgjørende for å raskere kunne ta i bruk nye produkter. Videre setter standardverket flere begrensninger i bruken av lavkarbonbetong.

Når betongen kommer i kontakt med luft starter en aldriingsprosess som kalles **karbonatisering**. En miljømessig positiv konsekvens av karbonatiseringen er at betongen tar opp og binder CO₂. Flere forhold påvirker mengden CO₂ som bindes fra luft og hvor raskt dette skjer, men en undersøkelse gjennomført av SINTEF har vist at gjennomsnittlig 94 kg CO₂ bindes per tonn sement i norsk betong. Dette tilsvarer mer enn 13% av det totale produksjonsutslippet til sement på omtrent 700 kg CO₂ per tonn sement (Norsk Betongforening 2014).

Karbonfangst og -lagring (CCS) er et annet essensielt virkemiddel betongindustrien må ta i bruk for å nå sine mål om reduksjon av klimagassutslipp. Stortinget har nylig vedtatt å støtte regjeringens prosjekt Langskip, som omfatter fangst, transport og lagring av CO₂ i geologiske formasjoner under havbunnen i Nordsjøen. Dette innebærer at karbonfangst på Norcems sementfabrikk i Brevik blir en realitet i 2024.

Betong og murverk kan i prinsippet også **resirkuleres** eller **gjenbrukes**, for eksempel ved å bearbeides til resirkulert tilslag. Grovt resirkulert tilslag fra knust betong kan som regel erstatte opp til 30-40% av grovt naturlig tilslag i vanlig betong uten store forskjeller i egenskaper og kan betraktes som et godt miljøtiltak der det ellers er knapphet på gode tilslagsressurser. Videre kan det brukes som løst tilslag i f.eks. veibygging eller erstatte naturlig tilslag i sementbaserte produkter. I dag brukes imidlertid en for stor andel av betong og murverk til forskjellige fyll- og dekkmasseformål eller det deponeres som avfall. Knust betong er også velegnet som forsterkningslag i veibygging, noe som burde vært utnyttet i større grad i dag.

► Asfalt

Asfaltbransjen har ambisjoner om å redusere sine utslipp med minst 50% før 2030. I Norge er dette ca. 370 000 tonn CO₂-ekv., noe som tilsvarer 51 kg CO₂-ekv. per tonn asfalt. Lavtemperaturasfalt (LTA) er en mulighet for strakstiltak. Teknologien er testet og brukt, men etterspørselen mangler. For å spare miljøet for unødvendige utslipp er LTA et av tiltakene for asfalt før 2025. Det er også bedre for arbeiderne på grunn mindre bitumenrøyk. Konvensjonell asfalt produseres ved omtrent 150–180 °C, mens LTA produseres ved ca. 15–30 °C lavere temperatur (Veidekke 2015; Veier24 2018; Velde 2018). Bruk av alternative fyringsmedier, gjenbruk av asfalt og tørt tilslag er viktige bidragsyttere til redusert klimagassutslipp fra asfaltproduksjon.

Nye materialer i asfalt er en mulighet. Nye materialer må bidra til bedre egenskaper for lokale forhold. Med dette kan levetiden forlenges, og økt levetid kan være en viktig egenskap for å redusere miljøbelastningen, blant annet ved å øke intervallene mellom hver gang det må reasfalteres.

I 2020 lanserte flere entreprenører mindre miljøbelastende asfalttyper. Delvis brukes det biobindemiddel i stedet for bitumen for å binde karbon i asfalten mens andre har valgt å bruke bioolje i produksjonen og dermed minimere bruk av fossilbrensler. Andre igjen har økt andel gjenbrukt asfalt i sine produkter. Sammen med andre tiltak kan dette bidra til betydelige kutt i klimagassutslipp fra asfaltprosjekter. Tiltakene brukes ofte i forbindelse med LTA-teknologi der produksjonstemperaturen er redusert med 30 °C (PEAB AS, 2020; Samferdsel & infrastruktur, 2019; Samferdsel & infrastruktur, 2020).

► Andre materialer

Trevirke er ofte ansett som et miljøvennlig alternativ til betong og stål. Om det er riktig varierer mellom ulike prosjekter og avhenger av blant annet av størrelsen på konstruksjonen. Trevirke som konstruksjonsmateriale kan benyttes også i større infrastrukturprosjekter, men det må evalueres i forhold til klimagassutslipp allerede i tidlig fase (O’Born 2018; Pittau and Angelis 2011). Når det gjelder stål, blir over 80% resirkulert (Steel Recycling Institute 2017), og neste steg vil innebære en type karbonfangst og lagring. Derfor er krav til resirkuleringsgrad av stål et tiltak sektoren allerede har begynt å bruke og bør bruke i større grad med høyere andel av resirkulert stål. Sektoren står sterkt til å påvirke produsentene og sette krav til reduksjon i stålindustrien, for eksempel ved bruk av hydrogen i produksjonsfasen. Videre tilbyr mange stålprodusenter klimakompensasjon for bruk av stål ved å plante trær i et langsiktig prosjekt (Norsk Stålforbund 2017).

I tillegg må stål benyttet i infrastruktur beskyttes mot tærende elementer. Nye materialer for bruk på bruelementer kan beskytte mot salt fra vinterdrift og havet. Det kan gi muligheter for lengre levetid og dermed mindre utslipp. Vinterdrift er veldig belastende på bruer og tunnelåpninger, og påvirker ikke bare levetiden, men øker også generelt vedlikehold av disse elementene. Forskning angående muligheter for å unngå bruk av salt ved kritiske og sensitive seksjoner ved å bruke termalenergi har gitt positive resultater (Mirzanamadi et al. 2018).

Det presenteres svært ulike tall på betydningen av sprengstoff i anleggsprosjektenes miljøregnskap. Utslipp fra produksjon og bruk av sprengstoff krever bedre dokumentasjon for å kunne sammenligne produsenter og ulike bruksområder og prosjekter. Aktiv bruk av EPD for sprengstoff er et viktig tiltak for å kunne dokumentere utslipp fra anleggsprosjekter og understreke **viktigheten av trasévalg**.

► Avfall fra anleggssektoren

Bygg- og anleggssektoren er beregnet til å være sektoren i Norge med det største materialavtrykket, og har en estimert ressursbruk på hele 42,5 mill. tonn årlig (Wit et al. 2020). Statistisk Sentralbyrå (SSB) anslår at 24% av norsk avfall kommer fra bygg og anlegg, hvorav 1,8 millioner tonn fra bygg og 1,0 millioner tonn fra anlegg. Naturlige gravemasser av jord og stein er **ikke en del av dette**. Statistikken er mangelfull, og det er behov for bedre datagrunnlag, særlig fra anlegg. NHP-nettverket (Lindstad et al. 2021) og SSB jobber med å forbedre rapportering og dermed datatilgangen og forståelsen av denne typen materialstrøm.

Norge forholder seg til EØS rammedirektiv for avfall, der det kreves at minimum 70 vektprosent av bygg- og anleggsavfall (unntatt farlig avfall) gjenbrukes eller gjenvinnes (Norske regjeringen 2013). I seneste rapportering fra SSB hadde Norge en gjenvinningsgrad på 43%.

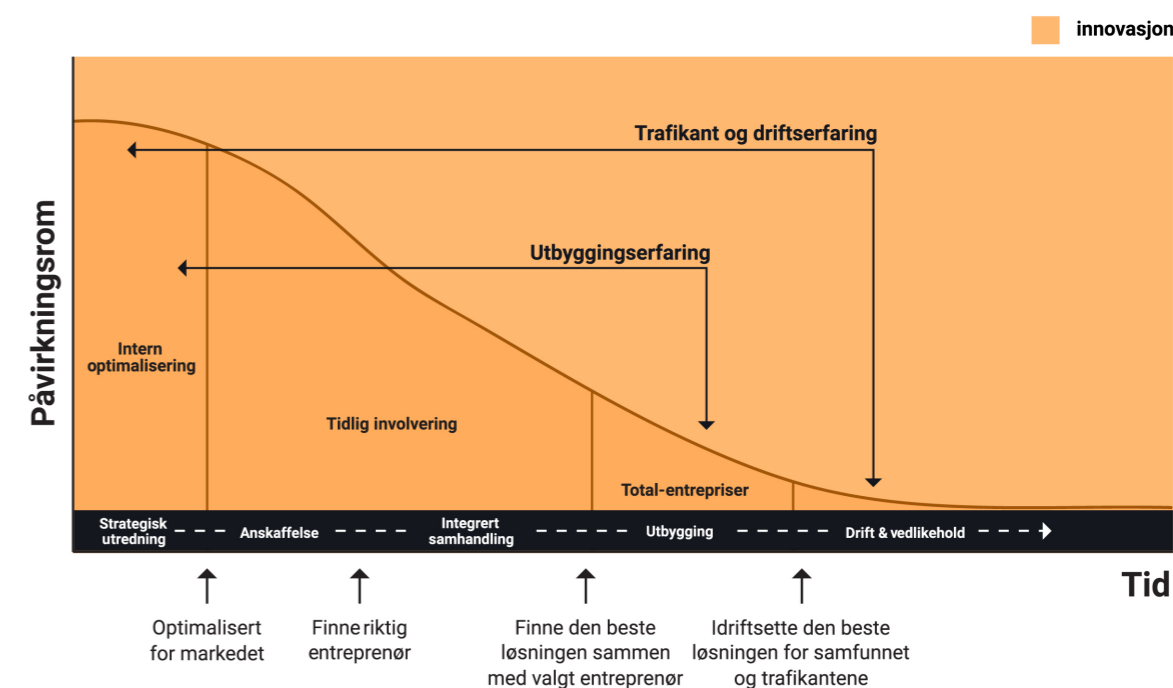
Ressursutnyttelse og lavutslippsmaterialer – Mål, tiltak og virkemidler	
Straks	<p>Geologiske forhold kartlagt grundig i forkant av prosjektet med tanke på både massehåndtering og minimalt behov for sementbaserte stabiliseringstiltak.</p> <p>Videreføring av materialdatabase (f.eks. Loopfront) for å øke utnyttelse av masse på tvers av prosjekter eller sektorer og redusere materialtransport</p> <p>Krav om bruk av lavtemperaturesfalt og lavkarbonbetong</p> <p>Offentlige byggherrer stiller ambisiøse krav til klimagassreduksjon som stimulerer til karbonfangst på sikt.</p> <p>Aktiv bruk en fremskriving av kjøretøyparken for å få en riktig vektning på effekten av trasévalg i bruksfase (f.eks. beregningsverktøyet EFFEKT).</p>
2025	<p>Regionale planer for massehåndtering på plass.</p> <p>All betong resirkuleres eller brukes om igjen for å redusere transport.</p> <p>Asfalt blir minst 60% LTA, produseres med minst 30% gjenbruksmaterialer, bruker 40% fornybar energi og bruker tørt tilslag og biomasse i produksjonen.</p> <p>Karbonfangst og lagring av CO₂ i sementproduksjon</p>
2030	<p>50% reduksjon av klimagassutslipp fra asfaltproduksjon</p> <p>30% reduksjon i klimagassutslipp fra sementproduksjon (1990 som referanseår)</p> <p>Ingen utslipp av CO₂ fra sementprodukter over livsløpet fra 2030</p>
VISJON	Utelukkende bruk av klimanøytrale materialer med full gjenbruk og resirkulering av materialer og minimalt tap av kvalitet (downcycling)

ANDRE VEIER TIL EN GRØNNERE ANLEGGSSSEKTOR

I denne seksjonen har vi samlet andre tiltak og muligheter anleggssektoren har for å redusere totale klimagassutslipp med fokus på optimalisering, digitalisering og ulike forretningsmodeller.

► Tidlig involvering i prosjekter

Gjennom nye samarbeidsformer med tidlig involvering og idéutveksling sammen med entreprenører kan man oppnå økt engasjement og identifisere innovative løsninger som prosjekteier ikke visste var mulige. Entreprenører og underleverandører vet mye om sin egen kompetanse og om nyheter innen sitt område og kan komme på banen med forslag allerede i planleggingsfasen, noe som kan spare tid, energi og utslipp. Nye forretningsmodeller og samarbeidsformer kan også gi bedre ressursutnyttelse og en mer strømlinjeformet prosess.



Tidlig involvering kan også foregå under konkurransepreget dialog. Konkurransepreget dialog er når prosjekteier presenterer et behov eller funksjons- og ytelseskrav og får innspill fra entreprenører eller leverandører på hvordan dette kan gjøres mest effektivt. Prosjekteier konkretiserer og definerer behovet nærmere gjennom dialogen (Wondimu, Klakegg, and Laedre 2020). Ved å legge vekt på kompetanse og erfaring hos entreprenøren skal usikkerhetsstyring sikre transparens og gjøre at behov for styring og kontroll fra prosjekteier blir minimal. I tillegg har både BaneNor og Nye Veier begynt å utvikle IPD kontrakter (Integrated Project Delivery) der aktører i prosjektet samles i en kontrakt med felles risiko og fordeler. Denne typen kontrakter kan også bidra til kompetanseheving i sektoren.

► Digitalisering som et miljøtiltak

Digitalisert informasjon vil gi et bedre grunnlag for å planlegge mer effektive og mindre miljøbelastende løsninger. Digitalisering i sektoren gjør det mulig å prosjektere og samtidig få kontinuerlig oppdatering av miljøprestasjonen av designet. I byggebransjen har dette så vidt startet gjennom integrering av miljødata i BIM-verktøy.

I forbindelse med økt digitalisering er Virtual Design and Construction (VDC) et viktig tiltak. VDC er tilknyttet BIM og fokuserer på arbeidsprosesser, teknologi og samarbeid mellom mennesker. Ideen bak VDC ligger i LEAN Construction. Lean Construction legger vekt på økt involvering og forbedring av praksis. VDC skal derfor bidra til økt effektivisering av prosesser ved hjelp av teknisk og styringsmessig innovasjon. Økt involvering og visuelle verktøy skal redusere misforståelser samt at møteteknikken Integrated Concurrent Engineering (ICE) krever at deltakere kommer godt forberedt. Slik blir problemer håndtert fortere. Ute på anleggsplassen skal arbeiderne da alltid ha riktig informasjon gjennom aktiv bruk av nettbrett og BIM-stasjoner (Brekkehus 2019; Linge 2018; Strand 2017).

Innsamling og tilgjengeliggjøring av data er åpenbart et strakstiltak: Riktige data kan bidra til bedre utnyttelse av maskiner, materialer og tid. Datasamling i bransjen har utfordringer som blant annet er knyttet til eierskap og rettigheter, metode for innsamling og åpenhet i sektoren. I Nettverk for Grønn Anleggssektor er det stor enighet om at innsamling av data er til nytte for alle i sektoren. Noe informasjon kan bli samlet i nettverket uten å hindre konkurranse mellom aktører i markedet. Data rundt anlegg er et eksempel på dette: Der mangler det gode data om verksteder, renseanlegg, knuseverk, boliggrigger samt mobile betong- og asfaltverk. Informasjon om transport for personell er også mulig å samle fra flere prosjekter for å få bedre oversikt over hvilken rolle transport til og fra arbeidsplassen har.

Et viktig skritt i riktig retning for å få på plass deling som kan nyttiggjøres, er å oppnå enighet blant bygherrer om hvilke data de ønsker og på hvilket grunnlag. Det vil gi forutsigbarhet i arbeidsmengde for innhenting for entreprenører og gi mulighet for å få på plass automatisk datainnhenting. Erfaringsdata fra maskiner i prosjekter er i dag mulig å hente inn, men det mangler en samlingsplattform der data fra ulike maskinprodusenter blir tilgjengelig i likt format.

For eksempel kan innsamling av data fra tidligere sprengninger gi unike muligheter for analyse og dermed optimalisering av sprenging. De største barrierene for å kunne gjennomføre dette er at det mangler analyseverktøy og bedre utstyr. Data som trengs, inkluderer måling av ulike faktorer som andel finnestoff, mengde sprengstoff, vannutslipp, geologisk informasjon og nitratverdier. Entreprenører må samarbeide med byggherre og rådgivere for å få dette til. For å få et best mulig grunnlag burde all sprenging dokumenteres i en felles database.

Målet med datasamling må være å få data til de som daglig påvirker forbruk av ressurser samt til beslutningstakere for å endre strategier.

► Forbedret logistikk og økt effektivisering på anleggsplassen

Optimalisering gjennom hele prosjektet kan gi store besparelser ikke bare i anleggsfasen, men også i bruksfasen, ved vedlikehold og til slutt ved ombygging. **Optimalisering i design og utforming kan bidra til å minske forbruk av materialer og energi i anleggsfasen, men også bidra til at trafikk på veien trenger mindre energi enn ellers** (Booto et al. 2017). I planleggingsfasen kan masseforflytting optimaliseres og behovet for mellomagring reduseres ved bevisst trasévalg,

ved å optimalisere rekkefølgen i arbeidsprosesser, samt å samarbeide med andre prosjekter i nærheten. Produksjonsmetoder bør vurderes ut fra transportavstander og miljøhensyn.

Det ligger også et potensial for reduksjon av klimagassutslipp gjennom forbedret logistikk og mer effektiv bruk av maskiner og utstyr. Optimal bruk av maskiner omfatter blant annet å kartlegge og redusere tomgangskjøring av maskiner på anleggsplassen. Det finnes estimater på at gravemaskiner på anleggsplass går på tomgang i opptil 50% av tiden. For å motivere ble det igangsatt en konkurranse for næringa om størst mulig reduksjon av tomgangskjøring fra juni - desember 2019. For å oppnå ønsket effekt, forutsettes det en adferdsendring, og det er krevende å lage styringseffektive virkemidler. Likevel viste [konkurransen](#) at det er fullt mulig å redusere tomgang med nesten 25%. Disse tiltakene vil også være viktige for å begrense energibehovet på anleggsplasser i en fossilfri framtid.

Anleggsmaskiner er ofte ikke utnyttet fullt ut og kan stå ubrukt opptil 50% av tiden. Det kan spare anleggssektoren mye penger, tid og direkte klimagassutslipp om det opprettes en plattform for deling av kjøretøy for å unngå unødvendige innkjøp av nye maskiner. Gjennom en slik plattform kunne man leie ut maskiner som ikke er på et prosjekt, få økt omsetning og ikke minst knytte nye kontakter.

Økokjøring er ikke bare bedre for miljøet: Ettersom det blir brukt mindre drivstoff, er det også bedre for økonomien i prosjektene. Tidligere har drivstoffbruktssystemer og datainnsamlinger blitt brukt for å måle effektiv kjøring, men et mer omfattende evalueringssystemer kan bidra til å fokusere bedre på hva og hvordan sjåføren kan bidra til mer effektiv ressursbruk. Økokjøring av veigående kjøretøy har potensial til å redusere drivstofforbruk med opp til 15% (Walnum & Simonsen, 2015).

Forretningsmodeller der deling er hovedfokus har blitt populære i de siste årene. I industrien er det tradisjon for utleie av biler til private som senere har inkludert leasing. Større maskiner har tradisjonelt vært eid og brukt av én aktør, men med digitale plattformer kan også disse deles mellom aktører i samme område (Cohen & Kietzmann, 2014). Oslo kommune har kjøpt inn egne maskiner som entreprenørene forplikter seg til å bruke. Risikoen med store investeringskostnader i fossilfrie maskiner kan på denne måten reduseres, noe som vil gjøre det mer attraktivt også for mindre aktører å delta i konkurranser som ellers ville ha krevd at de kjøpte inn nye maskiner selv.

Andre veier til en grønnere anleggssektor – Mål, tiltak og virkemidler	
Straks	Tidlig involvering i prosjekter for økt innovasjon og muligheter for idéutveksling Innsamling av data rundt masseforflytting og system for optimalisering av masseforbruk og -transport. Erfaringsutveksling og kunnskapsformidling i Grønn Anleggssektor
2025	Kontinuerlig oppfølging av miljøpåvirkninger underveis i planleggings- og prosjekteringsfasen for å visualisere effekten av beslutninger Miljø- og bærekraftshensyn vektet aktivt i valg av løsning og leverandør
VISJON 2050	Automatisk og kontinuerlig kartlegging av geologiske forhold for alle vei-, bane- og tunnelprosjekter. Forutsetter godt datagrunnlag, metoder for testing av geologiske forhold og optimalisering i materialbruk.

OFFENTLIGE ANSKAFFELSER OG KONTRAKTSUTFORMING

Statlige, kommunale og fylkeskommunale myndigheter og offentligrettslige organer skal under planleggingen av den enkelte anskaffelse ta hensyn til livssyklus-kostnader, universell utforming og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen (anskaffelsesloven).

For å lykkes med en grønnere anleggssektor, er vi avhengige av at byggherrer og lovgivere hele tiden oppdaterer og tilpasser sine krav og forventninger til markedet. Anleggssektoren består i hovedsak av offentlige byggherrer, og for å stimulere flere aktører til å investere i karbonfangst, vil det være viktig at byggherrene har tydelige forventninger om lave klimagassutslipp fra materialer som betong og stål i årene som kommer. Generelt er byggherre pålagt å legge vekt på å minimere miljøbelastningen ved anskaffelser og kan stille miljøkrav og kriterier i alle trinn av anskaffelsesprosessen der det er relevant og knyttet til leveransen.

Leverandører etterspør bedre forutsigbarhet for å kunne forberede og innrette seg mot å møte forespørsler og krav til utslippsreduksjoner fra de store byggherrene. Det ligger et potensial for utslippskutt dersom de store byggherrene bruker felles kravformuleringer og virkemidler i kontraktsutformingene sine, og i 2018 ble det igangsatt et arbeid med å utvikle en [kriterieveiviser](#) for å veilede prosjekteiere mot mer effektiv bruk av kravspesifikasjon og kriterievalg i anbudsarbeid for anlegg. Kriterieveiviseren ble klar til bruk høsten 2019 (Digitaliseringsdirektoratet 2019), og er et verktøy for å formulere krav og kriterier for miljø og sosialt ansvar i en anskaffelsesprosess. Regelverket sier at der miljø brukes som tildelingskriterium, skal dette vektas minst 30%. Eksempelvis utgjør pris typisk kun 25% av tildelingskriteriene hos Nye Veier, samtidig som miljø vektas tyngre.

Miljøkrav kan stilles som tildelingskriterium eller i kravspesifikasjonen. Miljøkrav i kravspesifikasjonen kan være enklere å evaluere mens miljøkrav i tildelingskriterium ikke alltid gir det beste resultatet (Hovland 2020). **Krav i offentlige anskaffelser kan være et virkemiddel for å øke etterspørselen etter ulike lavutslippsteknologier for eksempel nullutslippsmaskiner** (Regjeringen 2019). For også å bidra til økt internasjonal etterspørsel kan internasjonalt engasjement for å fremme nullutslippsløsninger påvirke de store maskinprodusentene til omstilling. I tillegg til å stille krav ved anskaffelser kan det være mulig å gi kommuner større adgang til å stille krav om utslippsfri anleggsdrift som del av reguleringsplaner. Det kan være behov for å tydeliggjøre på hvilken måte dette kan reguleres innenfor plan- og bygningsloven, samt nærmere utredning av konsekvensene dersom man ønsker å iverksette dette. Kriterier og kravspesifikasjoner, spesielt på mindre anleggsprosjekter, er et område hvor det er betydelige behov for kompetanseheving. Nettverket har registrert at det er en voksende etterspørsel etter kurs og erfaringsdeling på dette. Her må infrastruktureiere i fellesskap, gjerne i samarbeid med nettverket, etterspørre et tilbud på markedet som kan være med å skape en felles forståelse og utvikling av gode kriterier og kravspesifikasjoner for fremtidige prosjekter.

Byggherrene bør sette tydelige mål for bruk av miljøkrav på porteføljenivå. Offentlige innkjøp og miljøledelse kan brukes aktivt for å få ned både direkte og indirekte utslipp. Et tiltak for å oppnå

større besparelser i utslipp er at prosjektbeskrivelser og anbudsgrunnlag er åpne for innovasjon. Byggherre kan i tillegg synliggjøre betalingsvillighet, for eksempel ved å prissette utslipp, så blir det opp til markedet å finne løsninger gjennom prosjektene. Regelverk, standarder og håndbøker begrenser ofte bruk av nye, innovative materialer og teknologi. Disse må gjennomgås og oppdateres for å ivareta både klima og sikkerhet. Å sette funksjonskrav fremfor ytelseskrav, kan gjøre det enklere for entreprenøren og konsulentene å presentere innovative løsninger for mer klimavennlige alternativer (Smeplass et al. 2015).

Med kartlegging av miljøbelastning og muligheter ved konkrete anskaffelser økes kunnskap og kompetanse hos offentlige og private virksomheter og gjør det enklere å vite hvor i prosessen det er best å stille miljøkrav eller -kriterier. Det kan gjøres gjennom konkurransegrunnlaget eller som en del av tildelingskriterium i noen prosjekter.

Offentlige anskaffelser – Mål, tiltak og virkemidler	
Straks	<p>Krav om å bruke lavutslippsteknologi i prosjekter i regi av offentlig sektor.</p> <p>Prosjektbeskrivelser og anbudsgrunnlag åpner opp for innovasjon</p> <p>Få opp et tilbud om kurs for å heve kompetansen på miljøaspekter og krav i mindre infrastrukturprosjekter</p> <p>Utvikle kursmoduler på hvordan man kan stille miljøkrav i offentlig anskaffelse, også i mindre infrastrukturprosjekter, samt for kompetanseheving i bruk av livsløpskostnader, LCA-analyse og EPD-utvikling og bruk</p>
2025	<p>Kunnskapsbaserte håndbøker der avvik er lettere håndtert gjennom dokumentasjon av bedre kunnskap</p> <p>Forretningsmodeller og kontraktsutvikling gjennom mer funksjons- og ytelseskrav i prosjekter</p> <p>Insentiver for sirkulær massehåndtering utover prosjektets fysiske avgrensninger</p>

FORSKNING OG INNOVASJON

Nært samarbeid mellom entreprenørene og forskningsmiljøet er viktig for å gå sammen mot løsninger og utvikling av ny teknologi eller metoder. Entreprenørene har viktig kunnskap og vilje til å prøve ut nye teknologier og metoder for å redusere utslipp. Forskningsinstituttens hovedmål må være å støtte aktørene i markedet med innovasjonsarbeidet, slik at de kan nå sine mål og komme nærmere nasjonale og globale mål. Blant annet kan følgende områder bidra til reduksjon i både direkte og indirekte klimagassutslipp:

- ✦ Innovasjon i materialer
- ✦ Mobile energi-generatorer (hydrogen, vannkraftverk og solceller)
- ✦ Insentiver for bruk av hydrogen (ENOVA)
- ✦ System for resirkulering av masser (testing, sortering)

Det offentlige i Norge har stor påvirkningskraft ettersom de er ansvarlig for mesteparten av anleggsvirksomheten i landet. Anleggsbransjen har stort potensial for å redusere klimagassutslipp: Noen tiltak er enkle og kan gjøres allerede nå, mens andre må ha modningstid.

I dette arbeidet er videreutvikling av ENOVA viktig for å støtte opp under omstilling til lavutslippsteknologi. I et samspill kan ENOVA, Innovasjon Norges miljøteknologiordningen og Forskningsrådets klimateknologiprogrammer bidra til mer effektiv omstilling til lavutslippsteknologi (Regjeringen 2019). EUs [Green deal](#) byr også på muligheter for innovasjon innen viktige temaer for en grønnere anleggssektor, blant annet effektiv bruk av ressurser gjennom sirkulærøkonomi og bidrag til økt biomangfold og reduserte utslipp. Dette vil EU oppnå blant annet ved å støtte i overgangen til fornybar energi og innovasjon i industrisektoren.

Lavutslipps-demonstrasjon- og pilotprosjekter bør realiseres innen 2025 så ulike teknologier kan ruller ut i bransjen. Policy og rammebetingelser må også oppdateres raskere og være forberedt på endringer i markedet. Forsknings- og demonstrasjonsprosjekter blir derfor viktige. Piloter på nye løsninger virker som et risikoreduserende tiltak.

Forskning og innovasjon – Mål, tiltak og virkemidler	
Straks	<p>Nettverk for Grønn Anleggssektor arrangerer prosjektdag der aktører presenterer konkrete utfordringer samt at deltagere presenterer sin kompetanse for så å koble riktige aktører sammen for forskningsprosjekter.</p> <p>Norges forskningsråd (NFR) må sørge for at det i større grad enn i dag tilbys egnede og skreddersydde program for en grønn omstilling i anleggsbransjen.</p> <p>Kjennskapen til programmene og støtteordningene hos NFR er lav, spesielt blant mindre aktører i bransjen. En rettet kampanje for mindre entreprenører og infrastruktureiere vil kunne bidra til at det kommer flere gode søknader og prosjekter fra disse aktørene.</p> <p>Nettverk for Grønn Anleggssektor arena for kunnskapsformidling</p>
2025	Mobile, brukervennlige metoder og teknologi for å undersøke massekvalitet

VIKTIGE DOKUMENTER OG NETTSIDER

- Angell, Frida H., Sigrid Kirkevoll, and Per Fjeldal. 2020. Rapport Klimaworkshop Klimatiltak Ved Bygging Av Ny Veg. Oslo.
- Berg, Heidi Ødegård, Håvard Gaustad Harbo, and Arne Fredrik Lånke. 2016. Biodrivstoff i Transportsektoren.
- Booto, G. K., R. A. Bohne, H. R. Vignisdottir, K. Pitera, and G. Marinelli. 2017. "The Effect of Highway Geometry on Fuel Consumption of Heavy-Duty Vehicles Operating in Eco-Driving Mode ." CRC Press, Taylor and Francis Group.
- Brekkehus, Arve. 2019. "- Det Digitale Toget Går Nå." Byggindustrien, Bygg.No. Retrieved January 15, 2020 (<https://www.bygg.no/article/1392215>).
- Cohen, Boyd and Jan Kietzmann. 2014. "Ride On! Mobility Business Models for the Sharing Economy." Organization and Environment 27(3):279–96.
- Digitaliseringsdirektoratet. 2019. "Kriterieveiviseren." Retrieved (<https://kriterieveiviseren.difi.no/nb>).
- Gagg, Colin R. 2014. "Cement and Concrete as an Engineering Material: An Historic Appraisal and Case Study Analysis." Engineering Failure Analysis 40:114–40.
- Hjorthol, Lars Martin. 2015. "Klimaordboken - SINTEF." Retrieved May 19, 2021 (<https://www.sintef.no/siste-nytt/2015/klimaordboken/>).
- Homleid, Ådne. 2020. "Grønn Byggallianse Styrker Ceequal-Satsingen-Kan Bli Standard i Norske Veiprosjekter." Retrieved August 7, 2020 (<http://www.bygg.no/article/1435334>).
- Hovland, Lennart. 2020. "Leverandør: Hvorfor Stiller Ikke Det Offentlige Miljøkrav Til Oss, Tross Lovkrav? – Anbud365." Retrieved April 29, 2021 (<https://www.anbud365.no/regelverk/leverandor-hvorfor-stiller-ikke-det-offentlige-miljokrav-til-oss-tross-lovkrav/>).
- Hydrogen Council. 2020. Path to Hydrogen Competitiveness: A Cost Perspective.
- International Energy Agency. 2021. "Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector." Retrieved May 19, 2021 (<https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>).
- Jiang, Meihui, Haizhong An, Xiangyun Gao, Siyao Liu, and Xian Xi. 2019. "Factors Driving Global Carbon Emissions: A Complex Network Perspective." Resources, Conservation and Recycling 146(January):431–40.
- Jørn WAD. 2019. "Anleggskontraktene Har Blitt for Store for Norske Entreprenører - Samferdselinfra.No." Samferdsel & Infrastruktur. Retrieved April 25, 2019 (<https://samferdselinfra.no/artikler/anleggskontraktene-har-blitt-for-store-for-norske-entreprenorer/463443>).
- Lindstad, Marit, Rannveig Ravnanger Landet, Caroline Khoury Nilsen, Eirik Rudi, Roar Hansen, Per Fredrik Kempf, and Lars Petter Bingh. 2021. Nasjonal Handlingsplan for Bygg- Og Anleggsavfall 2021-2023.
- Linge, Geir Nordal. 2018. "Hva Er Egentlig... VDC." Skanska. Retrieved (<https://relasjon.skanska.no/hva-er-egentlig-vdc/>).
- Melby Bothner, Trude and Eirik Knutsen. 2020. "09288: Klimagasser Fra Norsk Økonomisk Aktivitet, Etter Næring, Statistikkvariabel, År Og Komponent." Retrieved April 11, 2021 (<https://www.ssb.no/statbank/table/09288/tableViewLayout1/>).
- Miljødirektoratet. 2020a. "Beregne Effekt Av Ulike Klimatiltak." Retrieved (<https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/beregne-effekt-av-ulike-klimatiltak/>).
- Miljødirektoratet. 2020b. Klimakur 2030 - Tiltak Og Virkemidler Mot 2030.
- Miljødirektoratet. 2020c. "Skog Og Myr Kan Skånes Med Nye Grep." Retrieved January 15, 2021 (<https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2020/juli-2020/karbonrike-arealer/>).

Ministry of Transport and Communications. 2017. "Nasjonal Transportplan 2018-2029: Meld. St. 33 (2016 – 2017)."

Mirzanimadi, Raheb, Carl-eric Hagentoft, Pär Johansson, and Josef Johnsson. 2018. "Anti-Icing of Road Surfaces Using Hydronic Heating Pavement with Low Temperature." *Cold Regions Science and Technology* 145(June 2017):106–18.

Norsk Betongforening. 2014. "Karbonopptak i Betong." (4).

Norsk Stålforbund. 2017. "Sterkt-Robust-Nøyaktig 100% Gjenvinnbart." Retrieved (<https://no.grontstal.se/>).

Norske regjeringen. 2013. "Rammedirektivet for Avfall." Retrieved (<https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2006/apr/rammedirektivet-for-avfall/id2432014/>).

O'Born, Reyn. 2018. "Life Cycle Assessment of Large Scale Timber Bridges : A Case Study from the World ' s Longest Timber Bridge Design in Norway." *Transportation Research Part D* 59(February):301–12.

PEAB AS. 2020. "ECO-Asfalt." Peab AS, 3.

Pittau, Francesco and Enrico De Angelis. 2011. "Wood in Carbon Efficient Construction : Environmental Impacts Assessment for the Mitigation of Climatic Changes." in *Life Cycle Management Conference LCM*.

Regjeringen. 2019. "Granavolden Plattformen."

Rise, Torun, Lisbeth Alnæs, and Ida Rambæk. 2019. *Kortreist Stein (2016 – 2019)*. Trondheim.

Samferdsel & infrastruktur. 2019. "NCC Legger Green Asphalt Ved TINEs Nye Meieri i Bergene." Retrieved October 6, 2020 (<https://www.samferdselinfra.no/ncc-legger-green-asphalt-ved-tines-nye-meieri-i-bergen/>).

Samferdsel & Infrastruktur. 2020. "Skanska Lanserer Klimanøytral Asfalt." Retrieved October 6, 2020 (<https://www.samferdselinfra.no/skanska-lanserer-klimanoytral-asfalt/>).

Samferdselsdepartementet. 2017. *Muligheter Og Barrierer for Fossilfrie Anleggsplasser i Transportsektoren*.

SINTEF AS, NTNU, and NPRA. 2018. "Elingo: Electrification of Heavy Freight Transport." Retrieved May 11, 2020 (<https://www.sintef.no/projectweb/elingo>).

Skjeggerud, Kjell. 2020. "Norcem Brevik - Verdens Første Sementfabrikk Med Fullskala CO₂ Fangst."

Smeplass, Sverre, Tom Fredvik, Øyvind Sæther, Ragnar Skagen, Hallvard Magerøy, Ingrid Hegseth, Nina P. Borvik, Lars Hansson, Hedda Vikan, Sunniva Barnes, Kristin Holthe, Knut Ose Kjellsen, Margrethe Ollendorff, and Christoffer Moen. 2015. "Lavkarbonbetong." 33.

SSAB, LKAB, and Vattenfall. 2016. "HYBRIT - Toward Fossil-Free Steel - SSAB." Retrieved April 26, 2019 (<https://www.ssab.com/company/sustainability/sustainable-operations/hybrit>).

Statsbygg. 2020. "Miljøstrategi 2019–2020 1." 1–36.

Steel Recycling Institute. 2017. "Steel Is the World's Most Recycled Material." Retrieved (<https://www.steelsustainability.org/recycling>).

Strand, Sindre Sverdrup. 2017. "Skanska Satser På VDC - Dette Er Veien Fremover." *Byggindustrien*, Bygg.No. Retrieved February 15, 2020 (<http://www.bygg.no/article/1317971>).

Thyholdt, Petter, Knut O. Kjellsen, and Liv-Margrethe H. Bjerger. 2018. *Betong Og Miljø - En Artikkelsamling*.

Veidekke. 2015. "WAM Foam Gjør Asfalt Til et Miljø Produkt." 12–13.

Veier24. 2018. "Lavtemperatur-Asfalt Er Kommet for å Bli - Har Overtatt 20 Prosent Av Markedet - Veier24.No." Retrieved May 15, 2019 (<https://www.veier24.no/artikler/lavtemperatur-asfalt-er-kommet-for-a-bli-har-overtatt-20-prosent-av-markedet/450454>).

Velde. 2018. "Lavtemperaturesfalt." Retrieved July 9, 2019 (<https://www.veldeas.no/lavtemperaturesfalt>).

Walnum, Hans Jakob and Morten Simonsen. 2015. "Does Driving Behavior Matter? An Analysis of Fuel Consumption Data from Heavy-Duty Trucks." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 36:107–20.

Wit, Marc de, Laxmi Haigh, von Daniels Caspar, Alexander F. Christiansen, Alex Colloricchio, Jacco Verstraeten- Jochemsen, Simone Gager, Noah Baars, Esther Goodwin Brown, and Joke Dufourmont. 2020. *Closing the Circularity Gap Norway CIRCULARITY GAP REPORT*. Oslo.

Wondimu, Paulos Abebe, Ole Jonny Klakegg, and Ola Laedre. 2020. "Early Contractor Involvement (ECI): Ways to Do It in Public Projects."

Zavalko, Alexandr. 2018. "Applying Energy Approach in the Evaluation of Eco-Driving Skill and Eco-Driving Training of Truck Drivers." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 62(April):672–84.

Zero. 2020a. *Sjekkliste*.

Zero. 2020b. "Store Klimakutt Er Mulig i Veibyggning. En Ny Sjekkliste Fra Zero Og Nye Veier Viser Hvordan." Retrieved September 10, 2020 (<http://www.nyeveier.no/nyheter/nyheter/store-klimakutt-er-mulig-i-veibyggning-en-ny-sjekkliste-fra-zero-og-nye-veier-viser-hvordan/>).

Zero, Nye Veier, 2020. [Sjekkliste](#) – Klimatiltak i anleggsbransjen.

Øvrebø. (2020). *Norges klimagassutslipp*. Retrieved April 25, 2020, from <https://energiogklima.no/klimavakten/norges-utslipp/>

“

Dette veikartet er ment som en hjelp til aktører i anleggssektoren for å finne veien til et lavutslippssamfunn i 2050. Dokumentet skal kunne brukes av alle som jobber i anleggssektoren, både til inspirasjon og til å se tekniske muligheter og utfordringer som finnes i sektoren. Gjennom samarbeid i nettverket “Grønn Anleggssektor” presenterer veikartet konkrete tiltak som bør iverksettes før 2025 og 2030 for ulike områder i sektoren. En helhetlig visjon for sektoren mot 2050 skal lede vårt arbeid videre mot et lavutslippssamfunn.

”

SINTEF AS
Teknologi for et bedre samfunn
Veikart for Grønn Anleggssektor
Nettverk for Grønn Anleggssektor

© Hrefna Rún Vignisdóttir
ISBN 978-82-14-07675-2

SINTEF Rapport 2021:00552