



SINTEF



Rapport

Utslippsfrie anleggsplasser

Etablering av felles evalueringsmetodikk og evaluering av pilotprosjekter

Forfattere:

Lone-Eirin Lervåg, Maria Kollberg Thomassen, Terje Kristensen

Rapportnummer:

2022:01397 - Åpen

Oppdragsgivere:

Nye Veier, Statens vegvesen, Bane NOR



SINTEF Community
Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 40005100
info@sintef.no

Foretaksregister:
NO 919 303 808 MVA

Rapport

Utslippsfrie anleggsplasser

Etablering av felles evalueringsmetodikk og evaluering av pilotprosjekter

EMNEORD
Evaluering
Utslippsfrie
anleggsplasser
Infrastruktur
Elektrifisering

VERSJON

1.0

DATO

2022-12-09

FORFATTER(E)

Lone-Eirin Lervåg, Maria Kollberg Thomassen, Terje Kristensen

OPPDRAGSGIVER(E)

Nye Veier, Statens vegvesen, Bane NOR

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

Maarten Lohne van der Eynden

PROSJEKTNUMMER

102025784-2

ANTALL SIDER OG VEDLEGG

62

SAMMENDRAG

Prosjektets formål har vært å etablere en evalueringsmetodikk, samt bygge kunnskap og dokumentere erfaringer fra pågående pilotprosjekt for utslippsfrie anleggsplasser som gjennomføres i regi av transportvirksomhetene Nye Veier, Statens vegvesen og Bane NOR som del av arbeidet med Nasjonal transportplan. Evalueringsarbeidet har et læringsformål og omfatter 11 pilotprosjekt igangsatt i 2022 med tilskudd fra Samferdselsdepartementets støtteordning.

Resultatene fra arbeidet gir et verktøy for evaluering av pågående pilotprosjekter for utvikling av utslippsfrie anleggsplasser og dokumenterer resultater og kunnskap fra de pilotprosjektene som er igangsatt i 2022. Rapporten presenterer videre læringspunkter og anbefalinger for fremtidige søknadsrunder.

UTARBEIDET AV

Lone-Eirin Lervåg

SIGNATUR

KONTROLLERT AV

Lone Sletbak Ramstad

SIGNATUR

GODKJENT AV

Terje Reitaas

SIGNATUR

COMPANY WITH
MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001
ISO 45001

RAPPORT NR.

2022:01397

ISBN

978-82-14-07898-5

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Forord

Denne rapporten beskriver gjennomføring og resultater av et evalueringsarbeid som SINTEF har utført på oppdrag fra Nye Veier, Statens vegvesen og Bane NOR. Hensikten med vårt oppdrag har vært å etablere en anvendbar evalueringsmetodikk, samt samle erfaringer og systematisere kunnskap fra pågående pilotprosjekt for utslippsfrie anleggsplasser. Bakgrunnen for oppdraget er et initiativ fra Nye Veier, om å etablere et felles kunnskapsprogram for å samordne kunnskapsbygging og erfaringsdeling knyttet til utvikling av utslippsfrie anleggsplasser. Kunnskapsprogrammet har fått finansiell støtte fra Samferdselsdepartementet, og har blant annet gitt opphav til dette evalueringsarbeidet.

Evalueringsarbeidet og utforming av prosjektrapporten er utført av seniorforsker Lone-Eirin Lervåg (prosjektleder) ved avdeling Mobilitet, seniorforsker Maria Kollberg Thomassen ved avdeling Teknologiledelse og senior forretningsutvikler Terje Kristensen ved avdeling Infrastruktur. Arbeidet er kvalitetssikret av forskningsleder Lone Sletbakk Ramstad ved avdeling Teknologiledelse.

Vi vil rette en stor takk til representanter fra transportvirksomhetene, Samferdselsdepartementet og pilotprosjektene som velvillig har besvart våre spørsmål og delt sine erfaringer med oss gjennom intervjuer og kartleggingsundersøkelsen på epost. Vi vil særlig takke prosjektteamet hos oppdragsgiver ved Maarten Lohne van der Eynden (Nye Veier), Gina Ytteborg, Per Fjeldal og Tina Knudsen (Statens vegvesen) og Tord Berg Næss (Bane NOR) for bidrag og gode innspill underveis.

Trondheim, desember 2022



Terje Reitaas
Forskningsleder
SINTEF Mobilitet

Sammendrag

Denne rapporten dokumenterer resultatene fra et evalueringsarbeid knyttet til pilotering av utslippsfrie anleggsplasser. Bakgrunnen for evalueringsprosjektet er at transportvirksomhetene Nye Veier, Statens vegvesen og Bane NOR har igangsatt 11 pilotprosjekt med utvikling og uttesting av løsninger for utslippsfrie anleggsplasser, med finansiell støtte fra Samferdselsdepartementet. I tillegg har Nye Veier tatt initiativ til etablering av et kunnskapsprogram hvor transportvirksomhetene i fellesskap utforsker relevante problemstillinger i utviklingen av fremtidens utslippsfrie anleggsplasser. Gjennom etablering av en felles evalueringsmetodikk og underveisevaluering av de pågående pilotprosjektene, har hensikten vært å etablere en effektiv måte for kunnskapsinnhenting og deling av erfaringer og resultater mellom transportvirksomhetene og bransjen for øvrig. Arbeidet har ledet til en rekke læringspunkter og anbefalinger for fremtidige søknadsrunder og videre pilotering innenfor fagfeltet.

Tabellen viser en oversikt over pilotprosjektene innretning.

	Tiltak	Anleggsprosess	Prosjekt	Uttesting på anlegg i 2022
SVV1	Elektrifisering	Veibygging og riving	E18/E39 Gartnerløkka- Kolsdalen	Ja
SVV2	Elektrifisering	Steinknusing	E39 Betna- Stormyra	Nei
SVV3	Elektrifisering	Tunnelproduksjon	E39 Rogfast, undersjøisk tunnel	Nei
NV1	Elektrifisering	Bruarbeider	E18 Langangen – Rugtvedt	Ja
NV2	Slamforedling	Tunnelproduksjon	E39 Lyngdal øst-vest	Ja
BN1	Elektrifisering	Vedlikehold jernbane	Hamar	Nei
BN2	Elektrifisering	Omformerstasjon	Sande omformerstasjon	Ja
BN3	Elektrifisering	Jernbanestasjon	Narvik stasjon	Ikke oppgitt
BN4	Elektrifisering	Jernbanestasjon	Sandnes stasjon	Nei
BN5	Elektrifisering	Jernbanespor	Drammen-Kobbervikdalen	Nei
BN6	Datadrevet overvåking	Ikke relevant	Drammen-Kobbervikdalen	Ja

Evalueringsmetodikk

Det er etablert et felles rammeverk og beskrevet en trinnvis evalueringsprosess for vurdering av de pågående pilotprosjektene, som omfatter:

Trinn 1: Behovsanalyse, målformulering og programteori

Trinn 2: Evalueringskriterier

Trinn 3: Metodevalg og datainnsamling

Trinn 4: Analyser

Trinn 5: Presentasjon av evalueringsresultater

Evalueringsmetodikken har en teoribasert og metodenøytral tilnærming, som kan brukes i ulike faser av prosjektgjennomføringen (i forkant, underveis og etterpå). Evalueringen tar utgangspunkt i seks overordnede evalueringskriterier: *Prosjektgjennomføring, realisering av effekter, andre virkninger, relevans, levedyktighet og samfunnsøkonomisk effektivitet.*

Pilotprosjektene

Evalueringen av pilotprosjektene baserer seg i hovedsak på to datakilder: En gjennomgang av tilgjengelig prosjektdokumentasjon (i hovedsak prosjektbeskrivelser vedlagt søknad om tilskudd) og en kartlegging av pilotstudiene, med skriftlige besvarelser fra en eller flere representanter fra ni pilotprosjekter. I tillegg foreligger noe informasjon fra supplerende intervjuer. Under følger en oppsummering av en samlet vurdering av prosjektporteføljen.

Prosjektgjennomføring og resultater

Formålet med pilotprosjektene har vært å samle erfaringer og bygge kunnskap som kan fremskynde utviklingen av utslippsfrie anleggsplasser. Prosjektene resultatmål omfatter i hovedsak tre ulike prosesser i verdikjeden; teknologiutvikling, økt bestillerkompetanse hos byggherre, samt økt innsikt i hvordan arbeidsprosessene på anlegget påvirkes og/eller kan tilrettelegges for fossilfri drift. Ved evalueringstidspunktet (oktober 2022) var de fleste pilotene fortsatt i drift, så vurderinger i denne rapporten er i stor grad basert på foreløpige resultater. Tre av pilotene omhandler ulike former for teknologiutvikling (slamfordeling, ombygging av skinnegående vedlikeholdskjøretøy, samt utvikling av dashboard-løsning for mer effektiv maskinlogistikk). De øvrige pilotene omhandler elektrifisering av maskiner og utstyr på anleggsplassen. Så langt synes de fleste pilotene å fremskaffe erfaringer og kunnskap som bidrar til økt bestillerkompetanse hos byggherre. Selv om flere piloter er i gang med eller planlegger praktisk utprøving av maskiner på anleggsplassen, foreligger det i liten grad planer om målrettet uttesting av løsninger som bidrar til faktisk forbedring av arbeidsprosessene. Pilotprosjektene bidrar dermed (foreløpig) i større grad til å bekrefte kjente utfordringer med teknologien på anleggsplassen, heller enn å fremskaffe ny kunnskap på dette feltet.

Realisering av effekter

Prosjektene har formulert effektmål som skal bidra til oppfyllelse av et overordnet samfunns mål om å redusere klimagassutslipp fra anleggsvirksomhet i transportsektoren. Dette omfatter i hovedsak:

- Å fremskynde overgangen fra fossil drift til økt bruk av elektriske maskiner og utstyr på anleggsplassen
- Å redusere CO₂-utslipp gjennom redusert transport i tilknytning til anleggsplassen, eller med mer effektiv bruk av maskiner og utstyr på selve anlegget

De fleste pilotene forventer ikke å realisere faktiske effekter i løpet av prosjektperioden, og det er kun tre av pilotene som har planlagt konkrete effektmålinger som del av pilotprosjektet.

Andre virkninger

Pilotene har identifisert en rekke (positive eller negative) virkninger utover de planlagte effektene av pilotene, som omfatter:

- Økte kostnader
- Merarbeid og utfordringer med fremdrift
- Endringer i arbeidshverdag og rutiner for personell på anleggsplassen
- Forbedret arbeidsmiljø og redusert risiko for miljøutslipp som følge av elektrifisering
- Mindre belastning på trafikksystem og lokalmiljø som følge av redusert tungtransport til/fra anlegg
- Konkurranservedridning som belønner de som har økonomisk kapasitet til å investere tidlig, men som kan gjøre det vanskelig for små, lokale entreprenører med mindre tilgjengelige ressurser
- Positivt omdømme i bransjen

Relevans

Pilotene vurderes å være i tråd med støtteordningens prioriteringer og samfunnets behov. Likevel finnes det ikke tilstrekkelig datagrunnlag til å vurdere hvor godt hver enkelt pilot bidrar til å oppfylle det overordnede målet om å redusere CO₂-utslipp fra anleggsvirksomhet. Dette gjør at det heller ikke er mulig å vurdere hvorvidt andre type tiltak kunne gi en bedre effektrealisering.

Levedyktighet

Erfaringene fra pilotprosjektene bekrefter at det fortsatt er mange barrierer som må løses og forutsetninger som må på plass før elektrifisering av maskiner og utstyr kan bli konkurransedyktig i forhold

til dagens fossildrevne maskiner på anleggsplassene. Pilotene har identifisert en rekke betingelser for å oppnå levedyktighet og oppskalering, som er presentert i kapittel 4.5.

Samfunnsøkonomisk effektivitet

Pilotene har i liten grad gjennomført beregninger av kostnadseffektivitet eller samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Kun en pilot har foretatt vurderinger av ekstrakostnader i forhold utslippsreduksjon i forkant av prosjektet, og to av pilotene oppgir at de vil rapportere på kostnadseffektivitet i forhold til sparte utslipp i sluttrapporten. Ytterligere en pilot rapporterer at løsningen vil være økonomisk lønnsom, uten at dette er knyttet til effekter på utslipp.

Læringspunkter

De viktigste læringspunktene fra pilotprosjektene omfatter:

- Økt bestillerkompetanse
- Bekreftet kjente utfordringer med elektrifisering av anleggsplassen
- Det mangler fortsatt kunnskap om hvordan arbeidsoppgaver og produksjon på anlegget bedre kan tilpasses drift med elektriske maskiner
- Det er et betydelig potensial for mer effektiv drift av maskiner og utstyr på anleggsplassen. Kun et fåtall piloter har adressert denne problemstillingen
- Pilotene har uttrykt et mål om at pilotaktiviteten skal bidra til effekter i form av reduserte klimagassutslipp, men effektmålene er i svært liten grad konkretisert. Det er i liten grad gjort rede for hvor store effekter som forventes realisert i løpet av prosjektperioden eller på lengre sikt.
- Det er i dag lite systematikk rundt dokumentasjon av resultater, effekter og erfaringer hos pilotene. Tilrettelegging for mer målrettet kunnskapsutvikling og deling av erfaringer kan trolig styrke effekten av støtteordningen.

Tilskuddsordningen

Evalueringen viser at tilskuddsordningen i all hovedsak fungerer som tiltenkt og transportvirksomhetene er fornøyde med å ha fått midler til å gjennomføre pilotene. Det oppleves imidlertid som en begrensning at støtten bevilges til pilotene kun for ett kalenderår, mens anleggsprosjektene ofte løper over flere år. At transportvirksomhetene fikk beskjed om tildelingen relativt sent, i mars 2022, har forsterket denne utfordringen, samtidig som en del piloter også opplever forsinkelser. Utlysningen og søknadsprosessen bar preg av å skulle være konkurranse, men søknadenes totale søknadsbeløp samsvarte godt med den totale tilskuddsrammen, slik at alle søknader mottok bevilgning som var like stor som søknadsbeløpet (unntatt Slamforedlingspiloten som hadde uspesifisert fordeling av kostnader per år). Tildelingskriteriene er bredt formulert og åpner for mange muligheter for pilotering av et bredt spenn av teknologier og løsninger innen utslippsfrie anleggsplasser, også for teknologier som er mindre egnet for pilotering i løpet av et kalenderår. Pilotene etterspør tydeligere krav til rapportering. Ordningen mangler også spesifikke krav til innhenting og deling av kunnskap. Kunnskapsprogrammet har en viktig rolle for å bidra til erfaringsutveksling og raskere omstilling til utslippsfritt.

De viktigste læringspunktene fra søknadsprosessen og gjennomføring av tilskuddsordningen omfatter:

- Tilskuddsordningen oppleves som vellykket av de involverte aktørene, men det etterspørres tydeligere krav om rapportering og oppfølging av pilotprosjektene.
- Det har ikke vært en reell konkurranse om tildeling av midler, all den tid alle innsendte søknader fikk innvilget støtte i samsvar med søknadsbeløpet¹ for inneværende år.

¹ En av pilotene (Slamforedling) hadde ikke spesifisert kostnadene fordelt på år. Denne fikk tildelt det restbeløpet opp til total tilskuddsramme som gjensto når de øvrige søknadene hadde fått tildeling iht. søknadsbeløp.

- Tildelingskriteriene er svært åpne og lite egnet for å styre pilotprosjektene mot spesifikke tema eller problemstillinger som er særlig relevant for transportsektoren.
- Tidsrammen på ett år oppleves som en begrensning for anleggsprosjekter som vanligvis pågår over en lengre tidsperiode.
- Kunnskapsprogrammet er en viktig arena for samarbeid og erfaringsutveksling.

Anbefalinger

Med utgangspunkt i evalueringsresultatene er det i kapittel 6 presentert en rekke anbefalinger knyttet til:

- Opplegg for å skape gode pilotsøknader og konkurranse
- Opplegg for søknadsvurdering av større antall søknader
- Flere muligheter for å revidere tildelingskriterier
- Krav til vurdering av effektrealisering og kostnadseffektivitet i søknad
- Begrensninger ved ettårig støtte
- Rask oppstart av pilotprosjekter
- Overlappende og kompletterende pilotprosjekter
- Innretning mot effektiviseringsløsninger og teknologier egnet for pilotering
- Tydelige krav til rapportering
- Arena for oppbygging av kunnskap fra pilotene og raskere omstilling

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	9
1.1	Om evalueringsoppdraget	9
1.2	Rapportens struktur og avgrensning.....	9
2	Utvikling av evalueringsmetodikk	10
2.1	Evalueringsens formål og vitenskapelige tilnærming.....	10
2.2	Evalueringsprosessen.....	10
3	Evaluering av pilotene	18
3.1	Oversikt over piloter med tilskudd fra støtteordningen.....	18
3.2	Informasjonsinnhenting og datagrunnlag.....	19
3.3	Kartlegging og vurdering av ni pilotprosjekter	20
3.3.1	Pilot SVV1: Uttesting av nullutslippsmaskiner.....	20
3.3.2	Pilot SVV2: Elektrifisering av utstyr til steinknusing.....	22
3.3.3	Pilot SVV3: Fossilfri tunnelproduksjon	24
3.3.4	Pilot NV1: Elektrifisering av bruarbeider	26
3.3.5	Pilot NV2: Slamforedling.....	28
3.3.6	Pilot BN1: Mulighetsstudie ombygging av skinnegående kjøretøy til batteri	29
3.3.7	Pilot BN2: Elektrisk gravemaskin	31
3.3.8	Pilot BN4: Kartlegging av fossilfrie maskiner og tilgjengelighet i markedet.....	34
3.3.9	Pilot BN6: Dashboard for overvåking av maskiner og utstyrslogistikk.....	37
4	Samlet vurdering av prosjektporteføljen	39
4.1	Prosjektgjennomføring og resultater	39
4.1.1	Prosjektstatus	39
4.1.2	Hvilken kunnskap skal pilotene frembringe?	40
4.1.3	Foreløpige resultater	40
4.2	Realisering av effekter	44
4.3	Andre virkninger	45
4.4	Relevans	46
4.5	Levedyktighet.....	47
4.6	Samfunnsøkonomisk effektivitet	47
4.7	Sammenfatning av evalueringsresultatene	48
5	Vurdering av tilskuddsordningen	50
5.1	Søknadsprosessen.....	50
5.2	Vurderingskriterier og tildeling.....	51
5.3	Tematisk innretning	54
5.4	Gjennomføring, oppfølging og rapportering	55
5.5	Tidsramme	56

5.6	Kunnskapsdeling	57
6	Læringspunkter og anbefalinger	59
6.1	Oppsummering av de viktigste læringspunktene fra søknadsrunden	59
6.2	Oppsummering av de viktigste læringspunktene fra pilotprosjektene	59
6.3	Anbefalinger til fremtidige søknadsrunder og videre tema for pilotering	60

1 Bakgrunn

1.1 Om evalueringsoppdraget

SINTEF har fått i oppdrag fra Nye Veier, Statens vegvesen og Bane NOR å etablere en felles evalueringsmetodikk, samt gjennomføre evaluering av pågående pilotprosjekter for utslippsfrie anleggsplasser i regi av transportvirksomhetene.

Som del av oppfølgingen av Nasjonal transportplan (NTP) og klimaplan for 2021-2030 har Samferdselsdepartementet (SD) innvilget støtte til 11 pilotprosjekter (og et kunnskapsprogram) for utslippsfrie anleggsplasser i transportsektoren. Pilotprosjektene er igangsatt og skal fullføres i løpet av 2022, i regi av Nye Veier, Statens vegvesen og Bane NOR. Det foreligger også planer om å videreføre ordningen med flere pilotprosjekter i tiden fremover. Med såpass mange prosjekter som pågår samtidig og administreres av ulike byggherrer, er det en viss risiko for "dobbeltpilotering" og at erfaringene som fremkommer underveis ikke vil komme til nytte for resten av bransjen. Transportvirksomhetene ønsker derfor å få gjennomført evalueringer som på en effektiv måte kan bygge kunnskap og dokumentere erfaringer fra de pågående pilotene.

Oppdraget består i å lage et felles evalueringsrammeverk for alle pilotprosjektene som nylig er satt i gang under SDs nye støtteordning. Målet er å evaluere, systematisere og presentere kunnskap på en enhetlig måte på tvers av pilotprosjektene. Noen viktige elementer som ønsket beskrevet og vurdert er:

- Ordningens søknadskriterier og søknadsprosess
- Kort oppsummering av hvert enkelt pilotprosjekt, med beskrivelse av mål og forventede resultater
- Beskrivelse av pilotprosjektens oppnådde resultater, knyttet til bl.a. teknologiutvikling, fremdrift, utslippsreduksjoner og kostnadseffektivitet
- Viktige læringspunkter fra de enkelte pilotprosjektene.
- En oppsummering av de viktigste læringspunktene fra søknadsprosess og fra pilotprosjektene.
- Anbefalinger til fremtidige søknadsrunder og videre tema for pilotering.

1.2 Rapportens struktur og avgrensning

I **kapittel 2** presenterer vi et felles rammeverk for evaluering av de pågående pilotprosjektene. Med utgangspunkt i en generisk evalueringsmodell som SINTEF/NTNU nylig har utviklet for etterevaluering av prosjekter i Nye Veiers utbyggingsportefølje, har vi tilpasset og etablert en evalueringsmetodikk for undersevaluering av pilotprosjekter for utslippsfrie anleggsplasser.

Resultatene fra evalueringen av pilotprosjektene er presentert i **kapittel 3**, med korte beskrivelser, oppsummering og vurderinger av hvert enkelt pilotprosjekt, basert på foreliggende dokumentasjon og pilotenes egenrapportering. I **kapittel 4** gis en samlet vurdering av prosjektporteføljen, basert på seks overordnede evalueringskriterier; prosjektgjennomføring og resultater, realisering av effekter, andre virkninger, relevans, levedyktighet og samfunnsøkonomisk effektivitet. Vurdering av støtteordningen og dens tildelingskriterier er presentert i **kapittel 5**. Til slutt presenterer vi anbefalinger for fremtidige søknadsrunder og videre tema for pilotering i **kapittel 6**.

Gitt oppdragets omfang og rammer, er det ikke lagt opp til dyptgående empirisk datainnsamling eller analyser i hvert enkelt pilotprosjekt, utover det som er mulig å fremskaffe gjennom prosjektets foreliggende dokumentasjon, spørreundersøkelser og intervjuer. Hensikten med evalueringsarbeidet har vært å gi en overordnet vurdering av de ulike pilotprosjektene, samt en samlet oppsummering av læringspunkter og eventuelle kunnskapshull basert på pilotporteføljen i sin helhet. Det tas forbehold om at evalueringen av hvert enkelt pilotprosjekt i stor grad har vært basert på egenrapportering fra pilotene.

2 Utvikling av evalueringsmetodikk

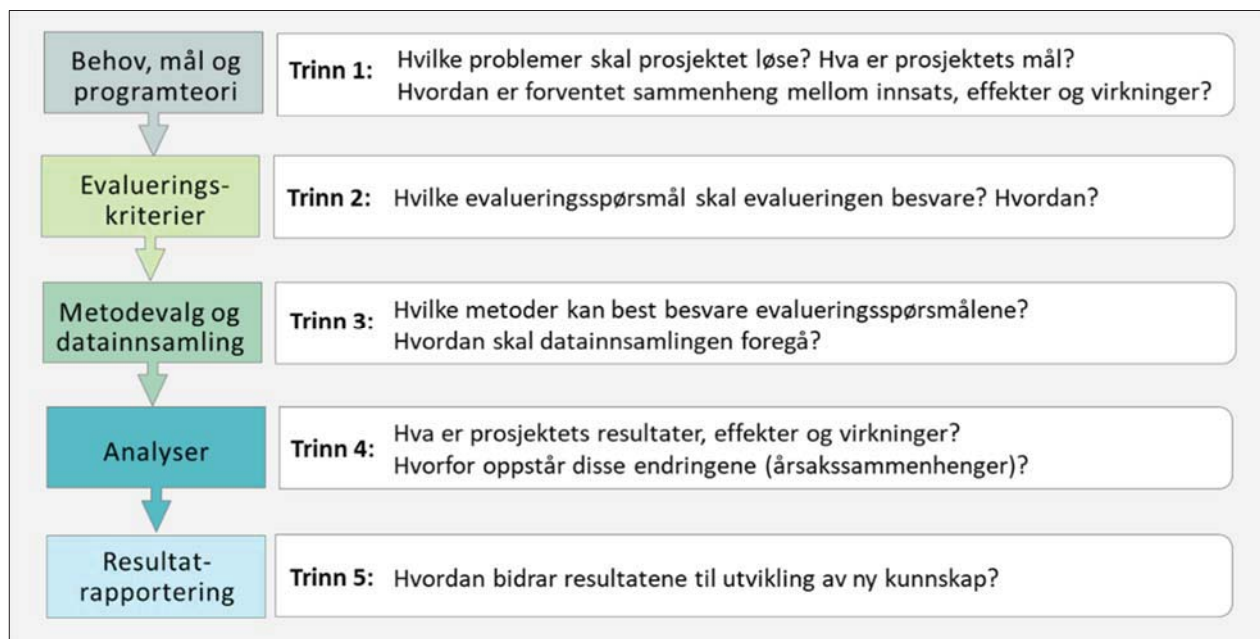
2.1 Evalueringens formål og vitenskapelige tilnærming

Formålet med dette evalueringsarbeidet er å etablere en felles evalueringsmetodikk, samt frembringe systematisk kunnskap basert på piloterfaringer i en tidlig fase. Arbeidet skal identifisere læringspunkter og utarbeide anbefalinger for fremtidige pilotaktiviteter på området. Evalueringen blir dermed en form for "underveisevaluering" der man tar en temperaturmåling på status og får mulighet til å gjøre eventuelle justeringer som kan forbedre den overordnede måloppnåelsen.

Prosjektet har etablert og benyttet en teoribasert evalueringsmetodikk, hvor det enkelte pilotprosjektet vurderes analytisk med utgangspunkt i sin *programteori* og et sett med evalueringskriterier. Programteorien er en konseptuell modell som beskriver hvordan piloten/tiltaket logisk er bygd opp med et sett virkemidler for å utløse ønskede resultater, effekter og virkninger i en gitt kontekst. Fremgangsmåten har vist seg hensiktsmessig når formålet med evalueringen er kunnskapsbygging og økt forståelse av et tiltak (heller enn kontrollformål), fordi metoden gjør det mulig å forklare hvorfor et tiltak virker/ikke virker, istedenfor å kun fokusere på dokumentasjon av observerte effekter. Dette er spesielt nyttig i en tidlig fase av innovasjonsløpet, hvor tilgang på data og empiri kan være begrenset. Evalueringsarbeidet kan dermed frembringe relevant og anvendbar kunnskap gjennom hele prosjektets levetid, også i en tidlig fase mens prosjektet fortsatt er på planstadiet, eller etter kort tids driftserfaring. Fremgangsmåten er metodenøytral, og åpner for å kombinere både kvalitative og kvantitative metoder for datainnsamling og analyse.

2.2 Evalueringsprosessen

Evalueringsprosessen som er beskrevet i dette notatet gir en trinnvis veiledning for evaluering av de aktuelle pilotprosjektene. Hvert trinn i evalueringsprosessen bidrar til en systematisk oppbygging av evalueringen, med evalueringsmetoder og analyser som er egnet til å besvare kunnskapsbehovet og de faktiske problemstillingene som ligger til grunn for hver enkelt pilot. Dette bidrar til effektiv og målrettet bruk av evalueringsressurser og synliggjør hvilke sammenhenger som studeres – og eventuelt hvilke kunnskapshull som fortsatt eksisterer etter at evalueringen er gjennomført. Et sammendrag av evalueringsprosessen er gjengitt i Figur 1.



Figur 1: Sammendrag av evalueringsprosessen.

Evalueringsmetodikken er basert på rammeverk utviklet for evaluering av pilotprosjekter med intelligente transportsystemer (Lervåg, 2021), metodikk for evaluering av store statlige investeringsprosjekter (Concept, 2021) og metodikk for evaluering av prosjekter i Nye Veiers utbyggingsportefølje (Lervåg, Finne, Welde og Ramstad, 2022).

Fremgangsmåten i evalueringsarbeidet er nærmere beskrevet i avsnittene som følger. Beskrivelsen er i utgangspunktet generisk, slik at evalueringsprosessen også kan benyttes for fremtidige evalueringer av pilotprosjekter for utslippsfrie anleggsplasser. Alle eksempler og spesifikasjoner (f.eks. datainnsamlingsplanen) er imidlertid knyttet til dette konkrete evalueringsarbeidet.

Trinn 1: Behovsanalyse, målformuleringer og programteori

A: Behovsanalyse – hvilke problemer skal pilotprosjektet løse?

Som grunnlag for evalueringen må vi kartlegge hva man søker å oppnå med det enkelte pilotprosjektet; altså prosjektets hensikt og målsetting. Behovsanalysen skal gi svar på hvilke underliggende problemer prosjektet skal løse og/eller hvilke samfunnsmessige behov som skal dekkes, samt en oversikt over hvilke målgrupper som berøres av prosjektet.

Parisavtalen og forsterkede norske klimamål stiller krav om store kutt i utlipp av klimagasser innen 2030, og økt elektrifisering av samfunnet er identifisert som et sentralt virkemiddel for å oppnå disse målene (Klimakur, 2030). Transportvirksomhetene er store byggherrer som kan påvirke leverandørene ved å etterspørre fossilfrie og utslippsfrie løsninger. Det skjer etter hvert en stor innfasing av null- og lavutslippsløsninger i mange deler av transportsektoren, men det er behov for overgang til slike løsninger også på anleggsplasser. Bygge- og anleggsvirksomhet i transportsektoren medfører i dag betydelige klimagassutslipp, anslått til rundt 4-5 % av de totale utslippene fra sektoren (NTP 2022-2033). Regjeringen ønsker derfor å satse på pilotprosjekter som kan redusere utslippene fra anleggsplasser i transportsektoren. Markedet for nullutslippsmaskiner og -kjøretøy til bruk på slike anleggsplasser er fortsatt umodent, og investeringskostnaden kan være opp til tre ganger høyere enn for en tilsvarende dieselmaskin. Gjennom å stimulere til raskere utvikling og utprøving av nye løsninger i en tidlig fase, ønsker man å bidra til å ta ned den økonomiske og teknologiske risikoen for aktører som dermed kan akseptere en større usikkerhet i overgangen til fossilfrie og utslippsfrie løsninger.

En **fossilfri bygge- og anleggsplass** bruker ikke fossilt brensel som diesel eller propan i noen av aktivitetene innenfor den definerte systemgrensen. Fossilfrie bygge- og anleggsplasser erstatter ofte fossilt brensel med bioenergi og biodrivstoff eller alternative nullutslipps fornybare energiresurser som elektrisitet og hydrogen. En **utslippsfri bygge- og anleggsplass** har ikke direkte utslipp av klimagasser og NO_x, SO_x eller PM fra bygge- og anleggsvirksomheten. Noen eksempler på utslippsfrie alternativer er elektriske eller hydrogendrevne anleggsmaskiner, og bruk av elektriske eller hydrogendrevne kjøretøy for transport av maskiner og masser.

Erfaringer fra bygge- og anleggssektoren tyder på at utviklingen går framover og at utslippsfrie løsninger bidrar til flere positive effekter som blant annet mindre støy, mindre forurensning, bedre luftkvalitet og bedre arbeidsmiljø (se for eksempel Fufa et al., 2018, Wiik et al., 2021; 2022). Samtidig gjenstår en rekke utfordringer knyttet til strømforsyning og ladelogistikk på anleggsplassene, transporter over lange distanser, begrenset tilgang til og kapasitet ved elektriske maskiner og kjøretøy, begrensninger i tilgjengelig

nett, samt utfordringer knyttet til rammebetingelser som høye kostnader, kunnskap og kompetanse, støtteordninger og kravsetting i forbindelse med offentlige anskaffelser.

Behovsanalysen har i dette evalueringsarbeidet basert seg på prosjektbeskrivelser fra pilotprosjektene og andre styringsdokumenter, samt samtaler med transportvirksomhetene og egenrapportering fra deltakere i pilotprosjektene.

B: Målformulering – hva er pilotprosjektets mål?

Evalueringen skal videre identifisere pilotprosjektene individuelle målsettinger. Det tas sikte på å fange opp både formelle målformuleringer gjennom prosjektets styrende dokumentert, samt eventuelle sekundære mål som kommer frem gjennom samtaler med prosjektledelsen. Så langt det er mulig (avhengig av hvor presist målformuleringer er utarbeidet og dokumentert) vil det benyttes en målstruktur iht. statens prosjektmodell med inndeling i samfunns mål, effektmål og resultatmål, se *Tabell 1*. Eventuelle målkonflikter og/eller behov for prioriteringer mellom ulike mål vil bli påpekt.

Tabell 1: Målstruktur iht. statens prosjektmodell

Samfunns mål	Uttrykk for den nytten/verdiskapingen som investeringen skal føre til for samfunnet på lang sikt
Effektmål	Uttrykk for den direkte effekten pilotprosjektet vil gi for brukeren eller målgruppen
Resultatmål	Uttrykk for den konkrete leveransen som skal være oppnådd ved ferdigstilling av pilotprosjektet

C: Programteori – hva er forventet sammenheng mellom innsats, resultater og effekter?

Beskrivelse av pilotprosjektets *programteori* er en viktig oppgave som danner grunnlaget for datainnsamling og analyser i den påfølgende evalueringsprosessen. Programteorien beskriver sammenhengen mellom pilotprosjektets innsats og virkninger, inkludert de underliggende mekanismene som utløser effekter på kort og lang sikt. Dette representerer prosjektets underliggende logikk i form av transportvirksomhetens forventninger om hvordan det enkelte pilotprosjektet skal bidra til anleggsplasser med lavere direkte utslipp i transportsektoren.

Programteorien er basert på resultater fra behovsanalysen og prosjektets målformuleringer, samt tilgjengelig kunnskap om årsakssammenhenger mellom aktuell innsats, resultater og effekter. Den skal inkludere to sentrale elementer som har betydning for prosjektets endelige utfall:

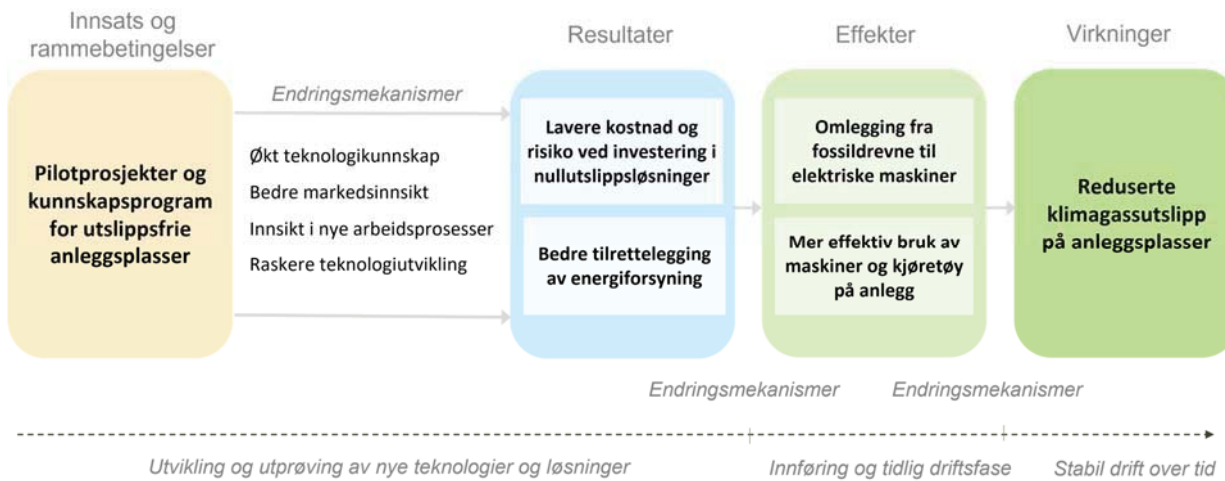
- (1) **Hvordan skal pilotprosjektet utformes og implementeres?** En beskrivelse av hvilke betingelser og resultater som bidrar til at prosjektet skal oppnå ønsket effekt og virkning.
- (2) **Hvorfor vil prosjektet forårsake en ønsket endring?** En beskrivelse av de underliggende årsaksmekanismene som gjør at prosjektet medfører en forandring i tråd med overordnede mål.

Figur 2 viser en skisse av en overordnet programteori for utvikling utslippsfrie anleggsplasser, med eksempler på endringsmekanismer og resultater som kan bidra til å utløse ønskede effekter og virkninger fra pilotprosjektene. Programteorien tar utgangspunkt i Samferdselsdepartementets beskrivelse av tilskuddsordningen², som legger vekt på kunnskaps- og teknologiutvikling i en tidlig fase av omstillingsprosessen, hvor nye teknologier og løsninger fortsatt er under utvikling og utprøving.

Pilotprosjektene omfatter ulike deler av programteorien, og vil dermed kunne frembringe komplementære resultater som til sammen gir et helhetlig bilde av hvordan støtteordningen bidrar til utviklingen av ny kunnskap på fagfeltet. Det forventes likevel at pilotprosjektene i hovedsak vil gi erfaringer knyttet til

² Stortingsproposisjon 1 (2021-2022)

resultater og endringsprosesser som oppstår i en tidlig fase av omstillingsprosessen (til venstre i figuren), siden måling av faktiske effekter og virkninger i form av varig reduserte klimagassutslipp på anleggsplassene forutsetter at den nye løsningen har stabil drift over en lengre tidsperiode.



Figur 2: Overordnet programteori for transportvirksomhetenes pågående pilotprosjekter for utvikling av utslippsfrie anleggsplasser i transportsektoren.

Programteorien er dynamisk rammeverk som kan oppdateres og detaljeres ytterligere, etter hvert som pilotprosjektene gir erfaringer med de ulike sammenhengene i modellen, og hvilke rammebetingelser og situasjonsavhengige faktorer (kontekst) som støtter eller hindrer måloppnåelsen. En oppdatert programteori basert på pilotenes faktiske resultater (per oktober 2022) er presentert i Figur 3 på side 49.

Dersom pilotprosjektet omfatter utprøving av nye teknologier bør det innledende evalueringsarbeidet også inkludere en vurdering av teknologisk modenhet. De ulike fasene av teknologiens livsløp gir grunnlag for å besvare ulike evaluerings spørsmål, og teknologiens funksjonalitet og modenhet har dermed avgjørende betydning for valg av evalueringsmetode og analyser. Vurdering av teknologisk modenhet har i denne evalueringen tatt utgangspunkt i TRL-nivå (Technology Readiness Levels) som brukes for vurdering av teknologistatus i EUs Horizon-program. TRL-konseptet adresserer hele innovasjonskjeden fra tidlig konseptutvikling til teknologien rulles ut på markedet. En teknologiløsning kan være sammensatt av flere enkeltstående teknologier og tjenester som hver for seg innehar ulik grad av modenhet.

Resultatene fra **trinn 1** gir grunnlag for å vurdere pilotprosjektene relevans og effektrealisering senere i evalueringsprosessen, samt gir struktur for etterfølgende analyser av de antakelser og forventninger som ligger til grunn for det enkelte prosjektet.

Trinn 2: Evalueringskriterier

Hvilke spørsmål skal evalueringen besvare?

Evalueringskriteriene gjenspeiler formålet med evalueringen (hva man ønsker å etablere kunnskap om) og hvordan nytten av prosjektet skal vurderes. Evalueringsarbeidet har tatt utgangspunkt i seks overordnede evalueringskriterier:

- (1) **Prosjektgjennomføring:** Hvor effektivt omsettes ressurser til resultatmål i form av kostnad, tid og kvalitet?
- (2) **Realisering av effekter:** I hvilken grad bidrar tiltaket/prosjektet til at man oppnår ønskede effekter og målsettinger?
- (3) **Andre virkninger:** I hvilken grad vil tiltaket/prosjektet forårsake utilsiktede effekter (positive og negative) for ulike aktører?
- (4) **Relevans:** I hvilken grad er tiltaket/prosjektet relevant i forhold til politiske prioriteringer, etterspørsel i markedet og interessegruppers behov?
- (5) **Levedyktighet:** I hvilken grad vil de positive effektene vedvare gjennom tiltakets/prosjektets livsløp?
- (6) **Samfunnsøkonomisk effektivitet:** I hvilken grad bidrar tiltaket/prosjektet til kostnadseffektivitet eller samfunnsøkonomisk lønnsomhet (sammenheng mellom realisering av effekter og ressursbruk)?

Siden pilotprosjektene fortsatt er under gjennomføring, forventes det ikke å kunne avdekkes endelige resultater knyttet til prosjektgjennomføringen (punkt 1). Evalueringen har derfor fokusert på å kartlegge status i fremdrift for de ulike pilotene. For samfunnsøkonomisk effektivitet (punkt 6) er evalueringen avgrenset til å kartlegge hvorvidt denne type analyser er gjennomført som del av pilotprosjektet. Det er utenfor dette prosjektets mandat å gjennomføre egne beregninger for pilotprosjektene³. Tilsvarende vil resultater knyttet til de øvrige evalueringskriteriene basere seg på de erfaringer som foreløpig er avdekket i prosjektene.

Evalueringskriteriene må uttrykkes i form av evalueringsspørsmål eller hypoteser, som videre brytes ned til et sett (målbare) indikatorer, eventuelt med tilhørende resultatkrav/standarder for sammenligning. Utforming av evalueringsspørsmål og prioritering mellom de ulike evalueringskriteriene må ta hensyn til formålet med evalueringen, faktisk datatilgang i det enkelte pilotprosjektet og tilgjengelige evalueringsressurser. Tabell 2 gir en oversikt over relevante evalueringsspørsmål og indikatorer for evaluering av pilotprosjekter for utslippsfrie anleggsplasser i dette evalueringsprosjektet.

Tabell 2: Eksempler på evalueringsspørsmål og indikatorer som kan inngå i evalueringsstudien

Evalueringskriterier	Evalueringssspørsmål	Eksempler på indikatorer
Gjennomføring av pilotprosjektet	Hva er pilotens status mht. fremdrift, resultater og teknologisk modenhet?	Fremdrift ift. tidsplan, milepæler og planlagte resultater/leveranser
Realisering av effekter	I hvilken grad har piloten oppnådd forventede effekter for målgruppen? Årsaker til hvorfor piloten har/ikke har oppnådd effekter?	Faktiske effekter Forklaringsfaktorer

³ Det gjennomføres et eget prosjekt knyttet til vurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet som del av kunnskapsprogrammet for utslippsfrie anleggsplasser.



Andre virkninger	I hvilken grad har piloten medført utilsiktede effekter (positive/negative)? For hvem og hvorfor?	Utilsiktede effekter og virkninger Forklaringsfaktorer
Relevans	Hva er det spesifikke problemet/behovet piloten skal løse, og hvordan løser piloten problemet? Kunne løsningen vært forbedret/optimalisert? Har kravene fra omgivelsene endret seg underveis?	Problembeskrivelse og prosjektlogikk Forbedringsforslag og alternative løsninger Endringer i samfunnets behov eller politiske prioriteringer
Levedyktighet	Vil positive effekter vedvare over tid? Forutsetninger for forventet/økt levetid?	Levetid og rammebetingelser, f.eks. livsløpskostnader, vedlikehold, fleksibilitet
Samfunnsøkonomisk effektivitet	Hvor kostnadseffektiv/lønnsom er løsningen? I hvilken grad bidrar den til å redusere klimagassutslipp?	Prosjektets beregninger/estimat av løsningens kostnader i forhold til forventet nytte (utslippsreduksjoner)

Resultatene fra **trinn 2** legger føringer for metodevalg og nødvendig datainnsamling senere i evalueringprosessen. Evalueringskriteriene synliggjør hvilken kunnskap evalueringen skal frembringe og eventuelt hvilke betingelser som legges til grunn for vurdering av pilotprosjektene.

Trinn 3: Metodevalg og datainnsamling

Evalueringarbeidet har benyttet et teoribasert metodeoppsett som anses å være egnet til å besvare de aktuelle evalueringsspørsmålene innenfor tilgjengelige ressurser og datatilgang. Denne framgangsmåten benyttes blant annet når det er begrenset tilgang til empiriske data, f.eks. fordi pilotprosjektet benytter umoden teknologi som fortsatt er under utvikling (lav technology readiness) eller fordi evalueringen gjennomføres underveis i prosjektgjennomføringen, før eventuelle effekter har satt seg. Et slikt ikke-eksperimentelt metodeoppsett er bedre egnet til å finne og forklare faktiske eller potensielle effekter, enn til å bevise at eventuelt observerte effekter har allmenn gyldighet. Den teoribaserte framgangsmåten kan typisk besvare evalueringsspørsmål som:

- Før innføring/underveis: *Hvordan kan pilotprosjektet bidra til å utløse ønskede effekter?*
- Før innføring: *Hva virker, for hvem, i hvilken kontekst, og på hvilken måte?*
- Etter innføring: *Har man oppnådd effekter og hvordan har de oppstått?*

Den teoribaserte evalueringen kan kombinere både kvalitative og kvantitative analyser gjennom systematisk testing av de ulike sammenhengene i programteorien. Metodeoppsettet har en mekanistisk tilnærming til kausalitet, som ivaretas gjennom følgende betingelser:

- (1) Programteorien fremstår som plausibel og konsistent
- (2) Prosjektets innsats og aktiviteter ble implementert iht. plan
- (3) Underliggende antakelser ble bekreftet, effekter og virkninger observert
- (4) Kontekst og eksterne faktorer ble identifisert og vurdert

Relevante datakilder er tilgjengelig prosjektdokumentasjon, kartlegging av pilotprosjektene basert på skriftlig egenrapportering, samt intervju med transportvirksomhetene og aktører i pilotprosjektene. Utarbeidelsen av kartleggingsskjema og intervjuguide har tatt utgangspunkt i indikatorene som ble definert i trinn 2 av evalueringprosessen. Hva som er praktisk mulig å innhente av data vil være nært knyttet til prosjektets modenhet (tidspunkt for evaluering) og evalueringens rammebetingelser i form av

tilgjengelige ressurser. I praksis er det sjelden mulig å innhente et komplett datagrunnlag med alle datatyper og av det omfanget som man ideelt ønsker seg. Det er derfor nødvendig å foreta en prioritering av de mest relevante datakilder som til sammen har kapasitet til å besvare de viktigste evalueringsspørsmålene. En oversikt over datainnsamlingsplanen er presentert i Tabell 3.

Tabell 3: Datainnsamlingsplan for evaluering av utslippsfrie anleggsplasser

Datainnsamling	Datakilder	Tidspunkt
Dokumentgjennomgang	Prosjektbeskrivelser og øvrig dokumentasjon fra kunnskapsprogrammet og pilotprosjektene	September/oktober 2022
Kartleggingsundersøkelse på e-post	Inntil tre aktuelle ressurspersoner fra hvert pilotprosjekt (inkl. prosjektleder). Transportvirksomhetene peker ut aktuelle kontaktpersoner.	Oktober 2022 (uke 40)
Intervju/gruppeintervju gjennomført på Teams	<ul style="list-style-type: none"> • 1-2 representanter fra Samferdselsdepartementet • 3 intervjuer med relevante kontaktpersoner hos transportvirksomhetene: <ul style="list-style-type: none"> ○ Nye Veier ○ Statens vegvesen ○ Bane Nor • Supplerende intervjuer med utvalgte pilotprosjekter 	November 2022

Resultatene i **trinn 3** er en konkret evalueringsplan med beskrivelse av fremgangsmåte og nødvendig datainnsamling.

Trinn 4: Analyser

Evalueringen i dette prosjektet er i hovedsak basert på **kvalitative analyser av de ulike evalueringskriteriene** som er definert i trinn 2. Dersom det foreligger resultater fra kvantitative analyser som del av det enkelte pilotprosjektet, er disse benyttet for å støtte eller supplere de kvalitative analysene. En oversikt over relevante analyser er presentert i Tabell 4.

Tabell 4: Analyser av de seks overordnede evalueringskriteriene

Evalueringskriterier	Analyser
Effektivitet i prosjektgjennomføring	Vurdering av pilotprosjektets status og hvorvidt resultatmålene er realisert.
Realisering av effekter	Vurdering av i hvilken grad effektmålene er realisert, og hvordan prosjektet har bidratt til dette.
Andre virkninger	Vurdering av hvorvidt tiltaket har andre virkninger utover effektmålene som er definert i prosjektet.
Relevans	Vurdering av hvorvidt prosjektets mål er i samsvar med brukernes og samfunnets mål og prioriteringer (over tid).
Levedyktighet	Vurdering av hvorvidt de positive effektene av tiltaket kan vedvare over hele tiltakets levetid. Dette forutsetter f.eks. at offentlige og sentrale interesser har evne og vilje til å videreføre prosessene, samt at løsningen er fleksibel mht teknologitrender eller endring i krav fra omgivelsene.
Samfunnsøkonomisk effektivitet	Vurdering av om det foreligger beregninger/estimater av tiltakets nytte i forhold til ressursbruken (f.eks. nyttekostnadsberegninger).

Resultatene fra de ulike pilotprosjektene er sammenstilt for å gi et helhetlig bilde av hvordan støtteordningen har bidratt til ny kunnskapsutvikling på fagfeltet.

Vi har i tillegg gjort en kvalitativ vurdering av støtteordningen, basert på innhentet dokumentasjon og erfaringer fra søknadsprosessen og pilotene.

Resultatene i **trinn 4** skal gi svar på evalueringsspørsmålene som ble definert i trinn 2.

Trinn 5: Resultater og læringspunkter

Resultatene fra evalueringsstudien bør forklares og presenteres i en form som beskriver hvordan pilotprosjektene har bidratt til utvikling av ny kunnskap om hvordan man kan oppnå utslippsfrie anleggsplasser. Videre er det i dette evalueringsarbeidet identifisert læringspunkter for fremtidige tildelingsrunder og pilotprosjekter.

Resultatrapporten (kapittel 3-6) inneholder:

- a) En kort prosjektbeskrivelse og oppsummering av resultatene for hvert enkelt pilotprosjekt.
- b) En sammenstilling av alle resultatene i form av en ny eller oppdatert programteori som synliggjør hvilke sammenhenger som har blitt styrket, hvilke antakelser som eventuelt ikke er blitt oppfylt, og hvilke kunnskapshull som krever videre oppfølging. Dette vil gi et helhetlig bilde på hvordan støtteordningen så langt har bidratt til utvikling av ny kunnskap på fagfeltet.
- c) En beskrivelse av støtteordningen, tildelingskriterier og søknadsprosessen.
- d) En liste over anbefalinger og læringspunkter for fremtidige tildelingsrunder.

3 Evaluering av pilotene

3.1 Oversikt over piloter med tilskudd fra støtteordningen

I forbindelse med Samferdselsdepartementets utlysning av tilskudd til pilotprosjekter for utslippsfrie anleggsplasser, ble det innvilget støtte til gjennomføring av totalt 11 pilotprosjekter⁴ i 2022.

Tildelingskriteriene som lå til grunn for behandling av søknadene omfattet følgende tre krav:

- Prosjektet bidrar til å utvikle kunnskap og/eller teknologi som kan bidra til varige reduksjoner i direkte klimagassutslipp
- Prosjektet bidrar til uttesting av nullutslippsløsninger⁵ på anleggsplasser i transportsektoren slik at risikoen og kostnadene ved å ta i bruk slike løsninger reduseres.
- Prosjektet fører til mer effektiv bruk av maskiner og kjøretøy på, eller i direkte tilknytning til anleggsplasser i transportsektoren, herunder mer effektive logistikk-løsninger.

Det er transportvirksomhetene, hhv. Statens vegvesen, Nye Veier og Bane NOR, som er tilskuddsmottaker og det ble i forbindelse med tildelingen lagt inn en anmodning om å legge til rette for erfaringsutveksling mellom de ulike pilotprosjektene. I tillegg fikk Nye Veier innvilget støtte til et kunnskapsprogram for effektiv og målrettet erfarings- og kunnskapsbygging i samarbeid mellom transportvirksomhetene. Det totale støttebeløpet var på 62 MNOK. En oversikt over pilotprosjektene som har mottatt støtte er presentert i Tabell 5.

Tabell 5: Oversikt over piloter som fikk tilskudd fra støtteordningen i 2022. TRL-nivå og prosjektstatus er rapportert fra det enkelte pilotprosjektet per oktober 2022.

Ansvar	Pilot	Støttebeløp (MNOK)	TRL	Type teknologi	Lokasjon/ anleggsprosjekt
SVV	SVV1 Uttesting av nullutslippsmaskiner	5	5	El-drift av gravemaskiner, lastebiler, rivemaskiner, personkjøretøy og lette varebiler	E18/E39 Gartnerløkka – Kolsdalen
	SVV2 Elektrifisering av utstyr til steinknusing	7,65	9	52-tonns hybrid gravemaskin; strøm fra nettet for knusing av stein	E39 Betna – Stormyra
	SVV3 Fossilfri tunnelproduksjon	21	9 og 8, og lavere	Elektriske maskiner og utstyr i div. prosesser for tunnelproduksjon	E39 Rogfast, undersjøisk tunnel
Nye Veier	NV1 Elektrifisering av bruarbeider	5,45	9 og 6	Elektrisk utstyr, tilkoblet nett	E18 Langangen – Rugtvedt
	NV2 Slamforedling	8,3	6	2 teknologier tørrstoffanlegg	E39 Lyngdal øst-vest
Bane NOR	BN1 Ombygging dieseldrevet skinnegående kjøretøy til batteridrift	5	6	LT15 lastetraktor, fra diesel til batteri	Hamar

⁴ Nye Veier fikk også støtte til et kunnskapsprogram for utslippsfrie anleggsplasser, som gjennomføres i samarbeid med Statens vegvesen og Bane NOR. Kunnskapsprogrammet omfattes ikke av denne evalueringen.

⁵ Det er spesifisert at bruk av biodrivstoff ikke anses å være en nullutslippsløsning, krever ikke uttesting, og omfattes ikke av tilskuddsordningen.

BN2 Ladbar elektrisk gravemaskin	3,2	8	Elektrisk gravemaskin	Sande omformerstasjon
BN3 Planlegging og utprøving av utslippsfrie løsninger	0,5	Ikke kjent	Elektriske maskiner, teknologier ikke avklart	Narvik Stasjon
BN4 Markeds-kartlegging tilgang fossilfrie maskiner	0,4	9 og 8	Elektriske maskiner og utstyr	Sandnes stasjon
BN5 Testing av ladecontainer	2,5	Ikke kjent	Elektriske maskiner og utstyr	Drammen-Kobbervikdalen
BN6 Dashboard for overvåking av maskiner og utstyrslogistikk	1	7	Datadrevet dashboardløsning, datafangst fra maskiner	Drammen-Kobbervikdalen

Pilotprosjektene handler i stor grad om elektrifisering av maskiner og utstyr i ulike anleggsprosesser. De er geografisk fordelt over store deler av landet, og omfatter anleggsplasser både i og utenfor byområder (tettbygde strøk). Det er fire piloter som positivt har bekreftet at de vil foreta fysisk uttesting av maskiner og utstyr på anleggsplass, mens andre beskriver at de vil foreta utvikling, studier, markedsvurderinger o.l. Se oversikt over noen utvalgte karakteristika i Tabell 6.

Tabell 6: Oversikt over pilotenes innretning

	Innretning	Anleggsprosess	I by/utenfor by	Uttesting på anleggsplass i 2022
SVV1	Elektrifisering	Veibygging og riving	I by	Ja
SVV2	Elektrifisering	Steinknusing	Utenfor by	Nei
SVV3	Elektrifisering	Tunnelproduksjon	Utenfor by	Nei
NV1	Elektrifisering	Bruarbeider	I og utenfor by	Ja
NV2	Slamforedling	Tunnelproduksjon	Ikke relevant	Ja
BN1	Elektrifisering	Vedlikehold jernbane	Ikke relevant	Nei
BN2	Elektrifisering	Omformerstasjon	Utenfor by	Ja
BN3	Elektrifisering	Jernbanestasjon	I by	Ikke oppgitt
BN4	Elektrifisering	Jernbanestasjon	Ikke relevant	Nei
BN5	Elektrifisering	Jernbanespor	I by	Nei
BN6	Datadrevet overvåking	Ikke relevant	Ikke relevant	Ja

En mer detaljert beskrivelse av hver enkelt pilot er presentert sammen med evalueringsresultatene i kapittel 3.3.

3.2 Informasjonsinnhenting og datagrunnlag

Det er gjennomført en datainnsamling basert på følgende datakilder:

- Prosjektdokumentasjon: I hovedsak prosjektbeskrivelser utarbeidet i forbindelse med søknader om støtte fra Samferdselsdepartementet. Det er etterspurt resultatrapporter o.l. fra de enkelte pilotprosjektene, men dette har i liten grad vært tilgjengelig
- Kartlegging av informasjon om de enkelte pilotprosjektene ved bruk av kartleggings skjema sendt på epost til utvalgte representanter fra hver pilot.
- Intervjuer med representanter fra Nye Veier, Statens vegvesen og Bane NOR
- Intervjuer med representant fra Samferdselsdepartementet

Det ble til sammen sendt ut 21 kartleggings skjema fordelt på 11 piloter. I noen tilfeller er et skjema fylt ut i fellesskap mellom flere prosjektdeltakere, og i andre tilfeller har vi mottatt flere separate skjema fra samme prosjekt. Etter to runder med påminnelser fra både SINTEF og transportvirksomhetene, mottok vi

svar (fra en eller flere representanter) fra til sammen ni av pilotprosjektene. Det er disse ni pilotene som danner hovedgrunnlaget for evalueringsresultatene som er presentert i denne rapporten.

Det tas forbehold om at evalueringsarbeidet i stor grad er basert på egenrapportering fra det enkelte pilotprosjektet. Det har ikke vært mulig for evalueringsteamet innenfor tilgjengelige tidsrammer og ressurser å ettergå disse opplysningene, utover det som eventuelt har fremkommet i intervjuer med transportvirksomhetene.

3.3 Kartlegging og vurdering av ni pilotprosjekter

I avsnittene som følger presenterer vi bakgrunnsinformasjon om hver enkelt pilot, samt vurderinger av de seks evalueringskriteriene:

- Prosjektgjennomføring:** Vurdering av prosjektstatus og hvorvidt resultatmålene er realisert.
- Realisering av effekter:** Vurdering av i hvilken grad effektmålene er (eller vil bli) realisert, og hvordan prosjektet bidrar til dette. Dette innebærer en redegjørelse av relevante endringsmekanismer.
- Andre virkninger:** Vurdering av hvorvidt tiltaket vil medføre andre virkninger utover effektmålene som er definert i prosjektet.
- Relevans:** Vurdering av hvorvidt prosjektets mål er i samsvar med brukernes og samfunnets mål og prioriteringer (over tid).
- Levedyktighet:** Vurdering av hvorvidt de positive effektene av tiltaket kan vedvare over hele tiltakets levetid. Dette forutsetter f.eks. at offentlige og sentrale interesser har evne og vilje til å videreføre prosessene, samt at løsningen er fleksibel mht. teknologitrender eller endring i krav fra omgivelsene.
- Samfunnsøkonomisk effektivitet:** Vurdering av om det foreligger beregninger/estimer av tiltakets nytte i forhold til ressursbruken (f.eks. nyttekostnadsberegninger).

Vurderingene er basert på innhentet datamateriale om hvert enkelt pilotprosjekt, hovedsakelig fra tilgjengelig prosjektdokumentasjon og egenrapportering ved hjelp av kartleggingsskjemaet. Vi har valgt å systematisere og presentere resultatene i tabellform for å øke lesbarheten og gi leseren mulighet til å sammenligne informasjon på tvers av pilotene. En samlet vurdering av prosjektporteføljen er presentert i kapittel 4.

3.3.1 Pilot SVV1: Uttesting av nullutslippsmaskiner

En kort prosjektbeskrivelse og informasjon om pilot SVV1 er presentert i Tabell 7, etterfulgt av en vurdering av de seks evalueringskriteriene i Tabell 8.

Tabell 7: Bakgrunnsinformasjon om pilot SVV1

SVV1	Uttesting av nullutslippsmaskiner
Lokasjon	E18/E39 Gartnerløkka - Kolsdalen
Hovedtema	Krav til nullutslippsmaskiner i kontrakter og uttesting i flere vegbyggingsentrepriser; elektrisk drift av gravemaskiner, lastebiler, rivemaskiner, personkjøretøy og lette varebiler.
Problemstilling og resultatmål	Undersøke om elektriske gravemaskiner og annet utstyr har lavere effektivitet pga behovet for opplading, og om dette påvirker fremdriften i prosjektet. Vurdere om endret bruk, effektive løsninger for ladetilgang, bedre logistikk m.m. kan oppveie den enkelte maskins begrensninger.
Teknologistatus	Prosjektet har oppgitt TRL-nivå 5.



Innsats og rammebetingelser	Innføring av nye kontraktkrav Innføring av nye elektriske maskiner, nye arbeidsprosesser Har tilrettelagt nettstasjoner for strømtilførsel til anleggsplassen (sikret god tilgang til strøm for entreprenørene)
Målformuleringer	Effekt mål: Økt bruk av utslippsfrie løsninger for anleggsmaskiner og -utstyr i bygge og anleggsbransjen. Samfunns mål: Reduksjon i klimagassutslipp.
Resultater	Oppnådde resultater: Kunnskap om konsekvenser for framdrift og kostnader; <ul style="list-style-type: none"> • Store forskjeller på batterikapasitet på store og små maskiner • Batterikapasitet vinterstid reduseres merkbart • El-motorer støysvake, men i praksis er det gravearbeidene i seg selv som generer støy – det er derfor ingen stor forskjell fra en ordinær graver. • Vanskelig å få til kabellading på mobile gravere som er i drift. • Faste ladepunkter på anlegget som må nås før batteristrømmen er brukt opp. Betingelser mer beltedrift enn for ordinære gravere som vil kunne få drivstoffet levert direkte stedet med tankbil eller flyttbare dieseltanker • Kostnadsøkning på gravemaskintimer i forhold til ordinær fossil drift på om lag 30%, samt økning i kontraktspris på 2,5%
Erfaring og læringspunkter (fra piloten selv)	<ul style="list-style-type: none"> • Utvikling av utslippsfrie løsninger er ikke kommet langt nok til å kunne utforme langsiktige krav i kontrakter (elektriske gravemaskiner, el-lastebiler, e-rivemaskiner, mm.) • Tilrettelegging for god tilgang på strøm på anleggsplass er en viktig premis fremover for å lykkes i bransjen Barrierer: <ul style="list-style-type: none"> • En langvarig kontrakt (6 år) som stiller krav til bruk av utstyr nå er vanskelig fordi vi ikke kjenner den teknologiske utviklingen fremover. F.eks. hvilket utstyr som vil være tilgjengelige i markedet ilt kontraktperioden og hvilke kontaktkrav vi skal stille nå mht andel utslippsfritt utstyr. • Usikkerhet i høye og varierende strømpriser

Tabell 8: Vurdering av pilotprosjekt SVV1

Evalueringskriterier	Vurdering
Prosjektgjennomføring	Uttesting i den første av to entrepriser er avsluttet, den andre entreprisen pågår og vil ferdigstilles i 2023. Prosjektets hovedkontrakt har varighet frem til 2028. Prosjektet har dokumentert foreløpige resultater.
Realisering av effekter	Prosjektet har formulert følgende effekt mål: <i>Økt bruk av utslippsfrie løsninger for anleggsmaskiner og -utstyr i bygge og anleggsbransjen.</i> Dette skal i hovedsak oppnås gjennom økt kunnskap hos byggherre og entreprenør, som igjen vil bidra til raskere utvikling og utprøving av ny teknologi. Byggherren (SVV) får erfaringer med kontraktkrav og kostnadsestimater som øker bestiller-kompetansen for fremtidige entrepriser. Entreprenøren får erfaring med nullutslippsutstyr og nye arbeidsprosesser. Det nevnes også at man gjennom praktisk utprøving i prosjektet forventer å skape bedre brukerksept for elektriske maskiner blant gravemaskinførere. Det er ikke planlagt konkrete effektmålinger som del av pilotprosjektet, men det forventes at piloten vil bidra til realisering av effektmålet på lengre sikt.
Andre virkninger	Prosjektets resultater antyder at elektrifisering av gravemaskiner ikke vil gi vesentlig reduksjon i støynivået på anleggsplassen, fordi støy i hovedsak er forbundet med selve gravingen heller enn maskindriften. Derimot pekes det på forbedret arbeidsmiljø (luftkvalitet) som en forventet positiv sideeffekt.

Relevans	Prosjektets samfunns mål (reduerte klimagassutslipp) og effektmål samsvarer godt med støtteordningens prioriteringer og samfunnets behov.
Levedyktighet	<p>Prosjektet forventer ikke å oppnå konkurransedyktige løsninger på kort sikt. Viktige forutsetninger for oppskalering inkluderer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Økt batterikapasitet og driftstid på el-maskiner - Tilgang på større maskiner (elektrifisering av gravemaskiner over 30 tonn) - Forutsigbarhet i strømpris - Strømforsyning på anleggsplass (tilrettelegging før arbeidet starter) <p>I tillegg pekes det på utfordringer med å spesifisere krav om utstyr/teknologi i langsiktige kontrakter, på grunn av rask og usikker teknologiutvikling.</p>
Samfunnsøkonomisk effektivitet	Pilotprosjektet har ikke gjennomført egne samfunnsøkonomiske analyser.

3.3.2 Pilot SVV2: Elektrifisering av utstyr til steinknusing

En kort prosjektbeskrivelse og informasjon om pilot SVV1 er presentert i Tabell 9 etterfulgt av en vurdering av de seks evalueringskriteriene i Tabell 10.

Tabell 9: Bakgrunnsinformasjon om pilot SVV2

SVV2	Elektrifisering av utstyr til steinknusing
Lokasjon	E39 Betna – Stormyra
Hovedtema	Teste om krav i kontrakt bidrar til at leverandørene satser på elektrifisering av utstyr og maskiner til knusing av sprengstein, samt om tilskudd fra byggherre motiverer leverandørene til å investere i fossilfri (uten bruk av drivstoff) mating av knuser og lasting av sprengstein.
Problemstilling og resultatmål	<p>Undersøke hva som må til for å fremskynde utvikling og investering i teknologier for å elektrifisere maskinparken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effekten av krav til elektrifisering i kontrakt <ul style="list-style-type: none"> ○ for lasting, mating og knusing av stein hos entreprenørene ○ for maskinleverandørene • Logistikk rundt kabling av maskiner og mobiliteten rundt dette • Strømforsyning inkl. samarbeid med strømleverandør og HMS • Leverandørens praksis ifm. «skal-krav» i kontrakt
Teknologistatus	TRL 9 - Teknologien er tilgjengelig og ikke ukjent ved oppstart
Innsats og rammebetingelser	Uttesting på anleggsplass Ny hybrid gravemaskin og strømforsyning (tett samarbeid med leverandør)
Målformuleringer	<p>Effektmål: Bidra til at bransjen/leverandørene blir mer positive og får økt interesse for å investere i teknologier for elektrifisering av maskinparken.</p> <p>Samfunns mål: Reduksjon i klimagassutslipp.</p>
Resultater	<p>Entreprenøren har valgt å benytte seg av tilskuddet fra byggherre ved å bruke en 52-tonns hybrid gravemaskin som går på diesel ved flytting og strøm fra nettet ved mating og lasting av sprengstein. Knusing av masser skal kun foregå med strøm og er et skal krav i kontrakten.</p> <p>Uttesting på anleggsplass er ikke startet opp.</p>
Erfaring og læringspunkter (fra piloten selv)	Samarbeid mellom partene er viktig. Så lenge byggherrene tar en del av kostnadene i en oppstartsfasen, vil bransjen bli med på å finne gode løsninger som bidrar til reduserte klimautslipp.

Tabell 10: Vurdering av pilotprosjekt SVV2

Evalueringskriterier	Vurdering
Prosjektgjennomføring	<p>Prosjektet pågår frem til høsten 2024 som er sluttfrist for parsellen E39 Betna-Hestnes. Kommer til å søke om pilotprosjekt på neste parsell også, med lignende krav i kontrakten. Prosjektet er noe forsinket ift. plan for fossilfri knusing og lasting. Sannsynlig oppstart rundt desember 2022 for dette. Prosjektet ellers er iht. plan. Denne forsinkelsen har ikke vesentlig innvirkning på fremdrift siden behovet for knusing av masser ikke er nødvendig ennå. Entreprenøren har valgt å benytte seg av tilskudd fra byggherre til bruk av en hybrid gravemaskin (52 tonn) som går på diesel ved flytting og strøm fra nettet ved mating og lasting av sprengstein. Siden uttesting på anleggsplass ikke er påbegynt, er det for tidlig å konkludere på øvrige resultater.</p>
Realisering av effekter	<p>Prosjektet har formulert følgende effektmål: <i>Bidra til at bransjen/leverandørene blir mer positive og får økt interesse for å investere i teknologier for elektrifisering av maskinparken.</i></p> <p>Prosjektet vil oppnå dette gjennom at byggherre stiller krav i kontrakt og gir tilskudd til entreprenør som dekker merkostnader i en oppstartsfasen. Videre pekes det på samarbeid om løsninger mellom byggherre og bransjen, uten at dette er konkretisert. Tilrettelegging for strømforsyning og samarbeid med strømlleverandør er lagt inn som sentral forutsetning.</p> <p>Det er ikke planlagt konkrete effektmålinger som del av pilotprosjektet, men det forventes at piloten vil bidra til realisering av effektmålet på lengre sikt.</p>
Andre virkninger	Lokal verdiskaping gjennom at lokale E-verk får mulighet til å levere utstyr og strøm til maskinparken.
Relevans	Prosjektets samfunns mål (reduerte klimagassutslipp) og effektmål samsvarer godt med støtteordningens prioriteringer og samfunnets behov.
Levedyktighet	<p>Løsningen er ikke levedyktig per i dag. Høye investeringskostnader for bransjen i tidlig fase med innføring av nye krav og teknologi, vil innebære økt investeringskostnad for byggherren. I tillegg har bransjen problemer med å anskaffe nok maskiner med el-teknologi. Det forventes at investeringskostnadene vil gå ned på sikt, og at el-maskinene da blir mer tilgjengelige.</p> <p>Prosjektet peker på følgende forutsetninger og rammebetingelser for å oppnå levedyktighet/oppskalering på sikt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Byggherren setter krav i sine kontrakter om elektrifisering og gir en form for kompensasjon/premiering. • Byggherren tar en del av kostnadene i en oppstartsfasen for å få med bransjen i å finne gode løsninger. Samarbeid mellom partene er viktig. • Lett tilgang på strøm: Veibygging i nærheten av strømmettet er mest egnet, fordi det der er forholdsvis lave kostnader med fremføring av strøm. • Utvikling i strømpris vs. drivstoffkostnad: Dagens situasjon (i Midt-Norge) kan gi rask inntjening pga høye drivstoffpriser og forholdsvis moderat strømpris.
Samfunnsøkonomisk effektivitet	Pilotprosjektet har ikke gjennomført egne samfunnsøkonomiske analyser.

3.3.3 Pilot SVV3: Fossilfri tunnelproduksjon

En kort prosjektbeskrivelse og informasjon om pilot SVV3 er presentert i Tabell 11 etterfulgt av en vurdering av de seks evalueringskriteriene i Tabell 12.

Tabell 11: Bakgrunnsinformasjon om pilot SVV3

SVV3	Fossilfri tunnelproduksjon
Lokasjon	E39 Rogfast
Hovedtema	Uttesting av funksjonskrav til elektriske løsninger i flere prosesser i tunnelproduksjon. I tunnel: ventilasjon, injeksjon, boring på stoff, opplasting av steinmasser på stoff (min. 90% av driftstid), Piggning på stoff (min. 90% av driftstid), betongsprøyting på stoff. I dagen: Oppvarming og tørk, inkl. tining/frostsikring av grunn, lasting av steinmasser på lekter for deponering i sjø, knuseverk og sikte/sorterings-verk, samt mating av disse, inkl. grovsortering av masser og utsortering av finstoff fra sålerensk. Risikovurdering av batterielektriske maskiner i tunnel, for kravstilling i framtiden.
Problemstilling og resultatmål	Fremskaffe kunnskap om hvordan man kan/bør stille funksjonskrav til fossilfri driving av tunnel, samt fossilfri lasting og utkjøring fra stoff, i anskaffelser. Dette skal skje gjennom uttesting av flere prosesser i praksis, samt risikovurdering av batterielektrisk produksjonsutstyr for bruk i underjordisk tunnel. Relevante problemstillinger inkluderer risiko for brann, slukkemuligheter og sikkerhet for arbeidere, samt eierskap og risiko/ansvarsfordeling mellom byggherre og entreprenør.
Teknologistatus	Mange av prosessene er tilnærmet TRL8/9 . De kostnadsdrivende prosessene som lasting på stoff og lasting av lekter/knuseverk (henholdsvis kabelelektrisk frontlaster og elektrisk gravemaskin) er relativt umodent på tunnelprosjekt: <ul style="list-style-type: none"> • Lasting på stoff (kabelelektrisk frontlaster): TRL7. Skanska har testet relevant maskin på mindre tunnelprosjekt. • Lasting på stoff (kabelelektrisk spesialmaskin): TRL5. Ikke kjent med at denne er testet ut i fullskala anlegg. • Lasting av lekter og knuse/sikte/sorteringsverk (elektrisk graver): TRL7/8. Det er primært ombygde dieselmaskiner som er store nok. For å opprettholde effektiviteten må maskinene være nærmere 40 tonn. Slike maskiner er enda ikke i serieproduksjon, men må bygges om fra vanlige 40 tonns dieselmaskiner.
Innsats og rammebetingelser	Uttesting krav til elektrisk tunnelproduksjon i kontrakter Uttesting elektriske maskiner og utstyr (f.eks. batteripakker) i prosesser i tunnel og i dagen
Målformuleringer	Effekt mål: Økt bruk av elektrisk utstyr, og kunnskap om tilrettelegging og bruk av slike i store infrastrukturprosjekter Samfunns mål: Reduksjon i klimagassutslipp
Resultater	Prosjektet har etablert inngående forståelse for hvordan man kan stille funksjonskrav til elektriske/fossilfrie løsninger, identifisert en rekke utfordringer, samt synliggjort behovet for at regelverket må henge med på den teknologiske utviklingen for bruk av batterier i tunnelproduksjon. Utfordringer knyttet til fossilfri tunnelproduksjon inkluderer: <ul style="list-style-type: none"> • Høye uforutsigbare kostnader; det vil ta lang tid før fossilfrie, større maskiner er konkurransedyktige (direkte merkostnad i tillegg til risiko, usikkerhet og indirekte kostnader). • Det er nødvendig med flere elektriske maskiner (sammenlignet med fossil) for å sikre framdrift, fordi det brukes tid til opplading. • Dersom ikke mulig med batterielektriske maskiner i tunnel, er det risiko for å måtte ha doble maskinpark, hvis det stilles krav om el-drift i dagen (økt usikkerhet). • Dagens regelverk forhindrer bruk av større batterier i tunnel (hybride maskiner med mindre batteripakker er ok, men ikke batterielektrisk).

	<ul style="list-style-type: none"> • Det er behov for større åpenhet om tilgjengelighet på maskiner (ulike svar fra maskinleverandøren eller ENT, varierer med 1 år) <p>Piloten har ikke kommet langt nok til å kunne vise resultater av praktisk uttesting, men det forventes at prosjektet videre vil bygge kunnskap om fossilfri driving av tunnel, samt fossilfri lasting og utkjøring fra stuff. Dette skjer gjennom å teste ut prosessene som er mulige å elektrifisere i dag, samt kartlegge muligheten for store batteripakker i tunnel.</p>
Erfaring og læringspunkter (fra piloten selv)	<p>Læringspunkter: Det er behov for å tydeliggjøre forventninger i anskaffelsen (dialog og kommunikasjon om forventninger ift. mandat og rapportering, sette krav på riktig nivå). I tillegg bør krafttilgangen kartlegges før utlysningen.</p> <p>Regelverk: Risikovurdering av batterielektriske maskiner i tunnel og andre energibærere: Hva skal til for at vi kan ha andre energibærere enn diesel i tunnel for mobile operasjoner? Byggherreforskriften m.m. setter en stopper for dette p.t. Bransjen må samarbeide om en løsning for å skape forutsigbarhet for våre entreprenører.</p>

Tabell 12: Vurdering av pilotprosjekt SVV2

Evalueringskriterier	Vurdering
Prosjektgjennomføring	Piloten er fremdeles i anskaffelsesfasen etter noen utsettelse. Oppstart blir ultimo 2022. Praktisk uttesting er ikke påbegynt. Kravene skal videreføres i hele prosjektperioden.
Realisering av effekter	<p>Prosjektet har formulert følgende effektmål: <i>Økt bruk av elektrisk utstyr.</i></p> <p>Dette skal oppnås gjennom innovasjon, tidlig utprøving av teknologi, uttesting av funksjonskrav og kunnskapsbygging som reduserer kostnad og risiko – og dermed bidrar til varig endring i markedet. Det pekes på at E39 Rogfast er såpass stort og langvarig prosjekt at det vil ha betydelig påvirkning av markedet, gjennom at prosjektet og fremtidige tunnelprosjekter stiller tilsvarende funksjonskrav som man tester ut i piloten. Det rapporteres om at prosjektet allerede har oppnådd effekter gjennom erfaringsdeling knyttet til kravsetting i kontrakt, som har resultert i lignende funksjonskrav i andre prosjekter.</p>
Andre virkninger	<ul style="list-style-type: none"> • Nye arbeidsprosesser forventes å påvirke maskinførernes arbeidshverdag, og det må tas høyde for oppfølging og tilrettelegging som sikrer nødvendig brukeraksept. • First movers maskinprodusenter vil få en fordel i fremtidige prosjekter, fordi de kan levere maskinene som etterspørres uten særlig konkurranse. • Negativt for små entreprenører som ikke har kapital til å ta risikoen med å anskaffe en slik maskinpark som vi etterspør. • Bedre luftkvalitet i tunnel (mindre fossile utslipp)
Relevans	Prosjektets samfunns mål (reduerte klimagassutslipp) og effektmål samsvarer godt med støtteordningens prioriteringer og samfunnets behov.
Levedyktighet	<p>Prosjektet har identifisert flere utfordringer knyttet til fossilfri tunnelproduksjon, og foreslår følgende rammebetingelser/tiltak for å oppnå levedyktighet og mulighet for oppskalering:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uttesting av løsninger i praksis • God ladeinfrastruktur på anlegget og lave energikostnader • Storskala serieproduksjon av fossilfrie maskiner • Langvarige prosjekter som stiller kravene om fossilfrie maskiner vil redusere risikoen for entreprenører (unngå å sitte igjen med en restverdi på en maskin som risikerer å bli utdatert) • Behov for risikomodeller/forretningsmodeller som gjør at SVV ikke sitter igjen med gårsdagens maskiner på langvarige anlegg

	<ul style="list-style-type: none"> • God opplæring for å sikre at systemet rundt maskinene fungerer; hvordan planlegge et slik anlegg, hvordan gi opplæring og oppfølging av maskinførere • Subsidieordning innledningsvis (slik som for private el-biler) • Forutsigbare kostnader og betingelser. Byggherre må stå for de kravene som er stilt, inkl. energikostnader • Ansvar og mandater må forankres for å ligge i forkant av regelverket (hydrogen og ammoniakk aktuelt, i tillegg til batteri) • Enova-støtte til hybride løsninger frem til at batteripakker er tillatt i tunnel
Samfunnsøkonomisk effektivitet	Pilotprosjektet har ikke gjennomført egne samfunnsøkonomiske analyser, men vil rapportere erfaringer knyttet til kostnader og beregnet CO ₂ -reduksjon.

3.3.4 Pilot NV1: Elektrifisering av bruarbeider

En kort prosjektbeskrivelse og informasjon om pilot NV1 er presentert i Tabell 13 etterfulgt av en vurdering av de seks evalueringskriteriene i Tabell 14.

Tabell 13: Bakgrunnsinformasjon om pilot NV1

NV1	Elektrifisering av bruarbeider
Lokasjon	E18 Langangen - Rugtvedt
Hovedtema	Midlertidig tilkobling av to anleggsplasser til strømmettet gjør det mulig å elektrifisere flere prosesser ifm. brukonstruksjon – og unngå bruk av fossilt brensel i byggeperioden (3 år). Bytter ut dieselaggregat med el for generatorer, luftkompressorer og varmeapparater.
Problemstilling og resultatmål	Byggeplassene er som regel ikke koblet til strømmettet, og bruk av dieselgeneratorer er vanlig. Overgangen fra dieselmotorer til elektriske motorer krever endringer i innkjøp, styring og kvalifiseringsprosessen. Piloten vil gi erfaring med overgangen fra diesel til elektrisk anleggsdrift. Hensikten er å etablere kunnskap om nettilkobling, innkjøp, kostnader, tilgang til utstyr, kontraktkrav, styring, kompetansekrav, bruk av elektrisk utstyr, effektivitet og styring av ladebelastning.
Teknologistatus	Teknologisk modenhet varierer. Noe elektrisk utstyr er svært vanlig - TRL9 . Andre teknologier er under utvikling (batterier) og krever utvikling for å møte konstruksjonsbehovet (f.eks. mate en tårnkran med batterier) - TRL6 .
Innsats og rammebetingelser	Nye krav i kontrakt Uttesting av ny teknologi/elektriske maskiner på to anleggsplasser Strømforsyning, tilkobling til nett
Målformuleringer	Effektmål: Fjerne fossilt drivstoff fra anleggsplasser. Forventede utslippsreduksjoner i prosjektet er beregnet til 3 064 tonn CO ₂ -ekv. Samfunns mål: Reduksjon i klimagassutslipp
Resultater	Prosjektet har (hittil) etablert kunnskap om tilkobling av anleggsplass og utstyr til strømmettet, innkjøp og nye kontraktkrav. Forventede resultater ila prosjektperioden omfatter også kunnskap om tilgang på utstyr, kostnader, kompetansebehov, styring og effektiv utnyttelse av maskiner og utstyr.
Erfaring og læringspunkter (fra piloten selv)	Strømforsyning: Det er nødvendig å sikre tilstrekkelig energi/tilkobling til nettet i anskaffelsesfasen. Barrierer: Kompetanse og innkjøp

Tabell 14: Vurdering av pilotprosjekt NV1

Evalueringskriterier	Vurdering
Prosjektgjennomføring	Prosjektet pågår. Noe utstyr er allerede elektrifisert, mens noe fortsatt venter på tilkobling til strømmettet. Innkjøpsprosesser pågår fortsatt. De to anleggsplassene skal være elektrifisert ila desember 2022. Prosjektet vil fortsette i 2023 med innkjøp av mer elektrisk utstyr. Byggevirkomheten vil foregå i 3 år.
Realisering av effekter	<p>Prosjektet har formulert et konkret effektmål: <i>Fjerne fossilt drivstoff fra anleggsplasser. Forventede utslippsreduksjoner i prosjektet er beregnet til 3064 tonn CO₂-ekv.</i></p> <p>Prosjektet vil oppnå dette gjennom følgende mekanismer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Omlegging fra fossil til elektrisk drift, bl.a. gjennom å etablere kunnskap og erfaring med midlertidig tilkobling til strømmettet på to anleggsplasser • Logistikkgevinst i form av redusert behov for transport av diesel på anlegget <p>Prosjektet har dokumentert resultater og effekter, men disse er foreløpig ikke tilgjengelige.</p>
Andre virkninger	<p>Prosjektet forventer å kunne utløse andre virkninger på anleggsplassen og for omgivelsene (grunneiere) i form av:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strømtilgang gir mulighet for oppskalering til andre maskinkategorier når energitilførsel først er etablert (avhengig av nettkapasitet) • Redusert risiko for lokal forurensing • Reduserte støynivå (fra dieselaggregat)
Relevans	Prosjektets samfunns mål (reduserte klimagassutslipp) og effektmål samsvarer godt med støtteordningens prioriteringer og samfunnets behov.
Levedyktighet	<p>Pilotprosjektet vil oppnå 100 % fossilfrie anleggsplasser (på pilotarenaen) i løpet av et par år. Dette innebærer imidlertid økte kostnader og behov for ny kompetanse. Følgende rammebetingelser og tiltak er viktig for å oppnå levedyktighet og mulighet for oppskalering:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tilkoblingen til nettet må bli raskere (det er 9 måneder forsinkelse for å få godkjenning) • Leverandørene (markedet) bør alltid foreslå et elektrisk alternativ til dieselmaskin • Utvikling av nødvendig kompetanse (høy og lav spenning) hos leverandører • Behov for bedre innsikt i livssyklus kostnader for elektrisk løsninger. Leverandører må angi livsløpsvurdering (CO₂-utslipp).
Samfunnsøkonomisk effektivitet	Pilotprosjektet har beregnet en forventet (ex ante) ekstrakostnad/utslippsreduksjon på kr 1792 per sparte CO ₂ -e. Kostnadseffektiviteten vil være avhengig av markedet og energiprisen.

3.3.5 Pilot NV2: Slamforedling

En kort prosjektbeskrivelse og informasjon om pilot NV2 er presentert i Tabell 15 etterfulgt av en vurdering av de seks evalueringskriteriene i Tabell 16.

Tabell 15: Bakgrunnsinformasjon om pilot NV2

NV2	Slamforedling
Lokasjon	E39 Lyngdal øst – Lyngdal vest
Hovedtema	Innovativ slambehandling fra tunneldrift som reduserer transport til godkjent deponi, gjennom testing av teknologi som reduserer volum og/eller muliggjør gjenbruk. Prosjektet skal se på løsninger for foredling og gjenbruk av tørrstoff i borslam.
Problemstilling og resultatmål	Frakt av tunnelslam av sugebiler til godkjente deponimottak, ofte over store avstander, gir store transportutslipp. Komprimering av slammet (presse ut og senke vanninnholdet), kan benyttes som fyllmasse innenfor prosjektområdet, redusere transportbehovet og utslippene. Utpresset vann kan renses for olje og pH-reguleres for å slippes ut i naturen. Prosjektet vil prøve ut og sammenligne to ulike tørrstoffteknologier.
Teknologistatus	TRL6
Innsats og rammebetingelser	Ny teknologi for slamforedling Investeringer i infrastruktur Behandling av tørrstoff Gjenbruk av slam på anleggsplassen
Målformuleringer	Effektmål: Redusere transportbehovet gjennom foredling og gjenbruk av tørrstoffmasser. Målet er å gjenbruke alle tørrstoffmassene som produseres i prosjektet, noe som forutsetter at massene når tilstandsklasse 1-3. Samfunns mål: Reduksjon i klimagassutslipp på grunn av mindre transportbehov
Resultater	Uttesting og etablering av de to tørrstoffteknologiene: Har produsert tørrstoff ved 1 lokasjon, med gjenbruk av 90% av produserte masser (tilstandsklasse 1-3). Prosjektet har ikke kommet langt nok til å kunne konkludere resultater. Det forventes at man i løpet av prosjektperioden bygger kunnskap om slamkomprimering, løsninger slamforedling, muligheter for bruk av slam, for byggherrer og entreprenører i tunnelbransjen.
Erfaring og læringspunkter (fra piloten selv)	Vil bli behandlet i prosjektets sluttrapport

Tabell 16: Vurdering av pilotprosjekt NV2

Evalueringskriterier	Vurdering
Prosjektgjennomføring	Prosjektet har etablert et tørrstoffanlegg som produserer tørrstoff. Denne teknologien prøves ut på 2 av 3 lokasjoner. Den siste lokasjonen prøver ut en annen teknologi. Her er tørrstoffanlegget akkurat koblet sammen og testing er nylig påbegynt. Prosjektet har dokumentert foreløpige resultater. Prosjektet vil løpe ut 2023.
Realisering av effekter	Prosjektets effektmål er å <i>redusere transportbehovet gjennom foredling og gjenbruk av tørrstoffmasser</i> . Målet er å gjenbruke alle tørrstoffmassene som produseres i prosjektet, noe som forutsetter at massene når tilstandsklasse 1-3. Hittil har man oppnådd 90 % gjenbruk av

	tørrstoff ved en lokasjon, men videre utprøving pågår og det er for tidlig å konkludere med endelige resultater og effekter.
Andre virkninger	Mer effektiv bruk av kjøretøy i tilknytning til anleggsplassen. Gjenbruk av slammassene på anleggsplassen vil f.eks. bidra til redusert transportbehov ifm. forsyning av nye masser.
Relevans	Prosjektets samfunns mål (reduserte klimagassutslipp) og effektmål samsvarer godt med støtteordningens prioriteringer og samfunnets behov.
Levedyktighet	Den nye løsningen oppgis å være kostnadseffektiv og konkurransedyktig allerede i dag. Utrulling og implementering i stor skala bør derfor kunne forventes på kort sikt. Oppskalering av løsningen forutsetter investeringer i infrastruktur og behandling av tørrstoff.
Samfunnsøkonomisk effektivitet	Entreprenøren oppgir at løsningen allerede er kostnadseffektiv og konkurransedyktig, og at øvrige analyser vil bli behandlet i prosjektets sluttrapport.

3.3.6 Pilot BN1: Mulighetsstudie ombygging av skinnegående kjøretøy til batteri

En kort prosjektbeskrivelse og informasjon om pilot BN1 er presentert i Tabell 17 etterfulgt av en vurdering av de seks evalueringskriteriene i Tabell 18.

Tabell 17: Bakgrunnsinformasjon om pilot BN1

BN1	Mulighetsstudie ombygging av skinnegående kjøretøy fra diesel til batteridrift
Lokasjon	Hamar
Hovedtema	Mulighetsstudie for ombygging av skinnegående vedlikeholdsmaskin for jernbaneinfrastruktur. Prosjektet skal bygge om en relativt ny lastetraktor (LT15) fra diesel til ren batteridrift.
Problemstilling og resultatmål	Prosjektet viser til at omtrent 1/3 av jernbanens direkte CO ₂ -utslipp kommer fra vedlikeholdsmaskiner (dieseldrevne arbeidsmaskiner). Prosjektet skal bidra til å fremskynde overgangen til elektrisk drift, gjennom teknologiutvikling og kunnskapsbygging med utgangspunkt i erfaringer fra andre sektorer (veg og sjø). Formålet er å kartlegge muligheter, utfordringer og begrensninger knyttet både til selve ombyggingen, samt til bruk av batteriteknologi ifm. drift og vedlikehold av jernbanen. Relevante problemstillinger vil være å se på hvorvidt en lastetraktor på ren batteridrift kan løse alle oppgaver som en ordinær lastetraktor utfører. Det er forventet at den største utfordringen vil være knyttet til oppgaver som krever høyt energibehov, f.eks. rydding av store snømengder på fjellet i høy hastighet.
Teknologistatus	TRL6 - Teknologien er moden for uttesting i et pilotprosjekt
Innsats og rammebetingelser	Ombygging av nyere kjøretøy Ladeinfrastruktur og muligheter for utskifting av batteri
Målformuleringer	Prosjektet har ikke formulert konkrete mål knyttet til effekter og virkninger, men ut ifra prosjektbeskrivelsen tolker vi som følger: Effektmål: Fremskynde elektrifisering av arbeidsmaskiner på jernbanen Samfunns mål: Bidra til å nå et overordnet mål om å redusere minst 50 % av direkte klimagassutslipp i jernbanesektoren innen 2030
Resultater	Prosjektet har per i dag inngått avtale med leverandør og startet mulighetsstudie, men har ikke kommet langt nok til å presentere resultater. Det forventes at man i løpet av prosjektperioden skal kunne kartlegge erfaringer knyttet til rekkevidde, ladehastighet, bruksmønster, samt hvordan bruk av batteri vil påvirke arbeidsskift og fremdrift. Videre vil det gjøres undersøkelser knyttet til opplading ved ladestasjoner, bytte av oppladbare batterier, bytting til nye batterier på sikt, lademulighet fra kjøreledning, samt plassering av batterier på maskinen mht. vekt og stabilitet.

Erfaring og læringspunkter (fra piloten selv)	Rask teknologiutvikling krever riktig kompetanse og ressurssterke aktører/leverandører i oppstartsfasen. Fordel å velge leverandør med relevant erfaring fra tilsvarende ombygginger.
---	---

Tabell 18: Vurdering av pilotprosjekt BN1

Evalueringskriterier	Vurdering
Prosjektgjennomføring	Prosjektet er i oppstartsfasen. Dokumentasjon som bekrefter muligheter for ombygging presenteres i desember 2022. Ombygging av den valgte arbeidsmaskinen (LT15) er planlagt i 2023. Prosjektet har foreløpig ikke dokumentert resultater.
Realisering av effekter	<p>Prosjektet ønsker å fremskynde omleggingen fra fossil til elektrisk drift av arbeidsmaskiner på jernbanen, gjennom praktisk teknologiutvikling (ombygging), utprøving og overføring av erfaringer mellom sektorer og innad i virksomheten. Spesielt antas erfaringer med bruk av batteri å være relevant for andre bransjer som gjennomfører arbeidsoppgaver og operasjoner med høyt energibehov.</p> <p>Prosjektresultatene skal gi innsikt til brukere, infrastruktureiere og kjøretøysleverandører i et marked hvor det i dag ikke finnes batteridrevne kjøretøy tilgjengelig. Hensikten er å stimulere bransjen til videre utvikling gjennom å redusere kostnad og risiko.</p> <p>Det forventes ikke at prosjektet vil realisere effekter ilt prosjektperioden, men prosjektresultatene forventes å bidra til oppfyllelse av effekt- og samfunns mål på sikt.</p>
Andre virkninger	Prosjektet forventes å bidra til positivt omdømme for jernbanesektoren.
Relevans	Prosjektets samfunns mål (reduerte klimagassutslipp) og effektmål samsvarer godt med støtteordningens prioriteringer og samfunnets behov. Prosjektet har også en tydelig forankring i et uløst behov (elektrifisering av arbeidsmaskiner på jernbanen), med stort potensiale (30 % av utslippene i jernbanesektoren) og overføringsverdi til andre sektorer.
Levedyktighet	<ul style="list-style-type: none"> • Avklare evt. begrensninger ift. oppgaver for en lastetraktor på ren batteridrift sammenlignet med en ordinær lastetraktor. Det er f.eks. pekt på utfordring med å rydde store snømengder på fjellet i større hastighet. • Prosjektet har valgt en nyere arbeidsmaskin for ombygging, for å sikre lang levetid framover. Levetiden kan forlenges ytterligere, dersom man kan bytte ut batteripakken etterhvert. • Kostnader for ombyggingen og drift må avklares. Kostnadene må være sammenlignbare med dagens utgifter for dieselbruk og verksted, samt ses ift. reduksjon i utslipp. Forventer kostnadseffektiv drift, siden strøm er billigere enn diesel. • Krever utvikling av dagens lademuligheter. Prosjektet ser f.eks. på muligheter for å lade fra kjøreledningen.
Samfunnsøkonomisk effektivitet	Pilotprosjektet har ikke gjennomført egne samfunnsøkonomiske analyser, men peker på at ombygging av kjøretøy må vurderes opp mot nyinvesteringer i et kost/nytte-perspektiv.

3.3.7 Pilot BN2: Elektrisk gravemaskin

En kort prosjektbeskrivelse og informasjon om pilot BN2 er presentert i Tabell 19, etterfulgt av en vurdering av de seks evalueringskriteriene i Tabell 20.

Tabell 19: Bakgrunnsinformasjon om pilot BN2

BN2	Elektrisk gravemaskin
Lokasjon	Sande omformerstasjon
Hovedtema	Testing av en elektrisk gravemaskin (batteridrift) utenfor sentrale strøk. Prosjektet vil benytte en Cat elektrisk gravemaskin (ca. 25 tonn) ifm. grunnarbeid. Hensikten er å kartlegge erfaringer med arbeidskapasitet (intensitet og varighet) og opplading av batteri. Anleggsplassen ligger utenfor byområde, så tilstrekkelig ladestrøm må etableres som del av piloten.
Problemstilling og resultatmål	Prosjektet omhandler utprøving av ny teknologi for å avdekke hvorvidt elektriske gravemaskiner kan erstatte dieselmaskiner i det daglige virket på anleggsplasser. Prosjektet skal undersøke brukererfaringer ved rigg, behov for tilrettelegging, maskinens rekkevidde og egnethet (spesielt for større oppgaver), kapasitet og ladetid, merkostnader ved bruk, samt øvrige fordeler og ulemper. Utprøvingen vil også avdekke hvordan bruk av elektrisk gravemaskin påvirker arbeidsskift og fremdriften i prosjektet. Eksempler på spørsmål som ønskes besvart omfatter: <ul style="list-style-type: none"> • Hva er arbeidskapasiteten til maskinen ved utførelse av forskjellige operasjoner? • Påvirkes arbeidskapasiteten av klimatiske forhold? • Må maskinen brukes på andre måter enn tradisjonelle maskiner for å fungere optimalt? • Hvilken type ladeutstyr er mest kostnadseffektivt mtp utnyttelse av maskin? • Hvordan skape en rasjonell og effektiv produksjon med bruk av denne type maskiner? • Forflytning av maskinen (belting) er kjent som en energikrevende øvelse. Hvordan påvirker dette planlegging og plassering av lademulighetene på et anleggsområde?
Teknologistatus	TRL8 - Teknologien er utprøvd mht. funksjonalitet, men det er stor usikkerhet i dagens batteriteknologi mht. arbeidskapasitet og brudd i produksjon knyttet til opplading
Innsats og rammebetingelser	Tilgang på elektrisk gravemaskin Tilgang på strømforsyning
Målformuleringer	Prosjektet har ikke formulert egne effekt- eller samfunns mål, utover å høste erfaringer og bygge kunnskap om bruk av elektrisk gravemaskin. Det forutsettes at støtteordningens overordnede mål om reduserte klimagassutslipp ligger til grunn. Ut fra prosjektbeskrivelsen kan vi lese at prosjektet vil bidra til utvikling av markedet, slik at man får bedre tilgang til elektriske maskiner på sikt. Videre pekes det på at erfaringer fra prosjektet kan bidra til å forenkle arbeidsprosesser for opplading og rigg i fremtiden.
Resultater	Uttestingen viser så langt at løsningen har dårlig kapasitet og for lang ladetid, i tillegg til høye kostnader for leie av mer effektiv lader og strømforsyning. Det forventes at prosjektet vil frembringe flere resultater knyttet til brukserfaringer, samt bidra til erfaringsdeling i egen organisasjon og med andre aktører.
Erfaring og læringspunkter (fra piloten selv)	Høye merkostnader: Merkostnader med elektrisk maskin må dekkes. Løsningen vil være konkurransedyktig kun på lang sikt, pga. lave priser og avgifter på dagens dieselmaskiner, dieselpris, strømpris, samt høye priser på elektriske maskiner. Kartlegging av kunnskaps- og erfaringsbehov: Det foregår mye utprøving og erfaringsinnhenting som ikke formidles godt nok. Bør kartlegge bransjens faktiske behov. Prioritering av teknologier: Det bør gjøres vurdering av hvilke type «lovende» teknologi som trenger støtte for å utvikles videre. Tilpasset produksjonsplanlegging: Vanlig produksjonsplanlegging forutsetter i dag at en maskinfører i dag kan benytte sin maskin så lenge vedkommende er på jobb. Mange

	<p>entreprenører parkerer også maskinene på en slik måte at drivstoff fylles når maskinfører har fri. Overgangen til at en må planlegge produksjonen etter maskinens behov kan da oppleves som mindre effektivt. Tiltak som reduserer brudd i produksjonen vil være viktig for å øke velviljen i bransjen. Kraftige hurtigladerer nær ved arbeidsstedet kan virke som et viktig tiltak.</p>
--	---

Tabell 20: Vurdering av pilotprosjekt BN2

Evalueringskriterier	Vurdering
Prosjektgjennomføring	<p>Ladeinfrastruktur er etablert på anlegg og utprøving av elektrisk gravemaskin har startet opp (pågått i omtrent 1 måned). Maskinen skal være i bruk fra september 2022 til juni 2023, med opsjon for utvidelse av prøvetiden. Hittil har man begrenset erfaring pga. lavere utnyttelse av maskinen enn forventet. Prosjektet skal nå inn i en periode hvor hovedproduksjonen er tyngre massehåndtering. Vurderer å oppgradere fra 60 til 150 KW hurtiglader for bedre utnyttelse av arbeidsdagen.</p> <p>Prosjektet har dokumentert foreløpige resultater.</p>
Realisering av effekter	<p>Prosjektet ønsker å oppnå effekter i form av et større marked og bedre tilgang på elektriske gravemaskiner. Dette skal oppnås gjennom teknologiutprøving og erfaringsdeling i egen organisasjon og med andre aktører. Pilotprosjektet tester en elektrisk gravemaskin med godt kjent funksjonalitet (TRL8), men med usikkerhet knyttet til arbeidskapasitet og ladebehov (med dagens batteriteknologi).</p> <p>Foreløpige resultater tyder på at dagens teknologi (Cat elektrisk gravemaskin 25 tonn) ikke er i stand til å møte prosjektets behov, og det rapporteres om utfordringer knyttet til arbeidskapasitet og ladetid, samt høye kostnader knyttet til strømforsyning.</p> <p>Det er ikke forventet at pilotprosjektet vil oppnå å realisere sitt effektmål eller støtte opp under tilskuddsordningens samfunns mål om reduserte klimagassutslipp i løpet av prosjektperioden.</p>
Andre virkninger	<ul style="list-style-type: none"> • Merkostnader knyttet til strømforsyning • Merarbeid inkl. administrasjon
Relevans	<p>Pilotens innretning er i tråd med støtteordningens prioriteringer, men erfaringer så langt, tyder på at tiltaket er mindre relevant med hensyn til å oppfylle samfunnets behov og den overordnede målsettingen om reduserte klimagassutslipp.</p> <p>Prosjektet peker selv på at det foregår en god del utprøving og erfaringsinnhenting knyttet til elektriske gravemaskiner, uten at dette formidles godt nok i bransjen. Videre utprøving bør forankres i bransjens faktiske behov og det bør gjøres en kvalifisert prioritering av hvilke typer "lovende" teknologier som trenger støtte for videre utvikling.</p> <p>Videre pekes det på viktigheten av å vurdere om bedre planlegging kan bidra til å redusere utslipp, heller enn å utvikle løsninger for å redusere utslipp fra maskiner.</p> <p>Forslag til alternativt tiltak: Det er et stort forbedringspotensial ved bedre planlegging av massehåndtering generelt knyttet til:</p> <ul style="list-style-type: none"> - For lite oppmerksomhet i planleggingen av prosjektene - Mangel på areal for mellomlager på prosjektene - For lite samhandling mellom store offentlige prosjekter som ligger i nærheten av hverandre. - For store avstander mellom anlegg for mottak/deponi/sortering av masser. - Mange aktører i bransjen ser seg tjent at vi fortsetter som før.



Levedyktighet	<p>Dagens kostnadsbilde og kapasitet på maskin innebærer at dette ikke er et kostnadseffektivt alternativ for entreprenøren, sett opp mot tradisjonelle løsninger. Det mangler fortsatt gode utslippsfrie alternativer til større og tynge oppgaver.</p> <p>Følgende rammebetingelser og tiltak er viktig for å oppnå levedyktighet og oppskalering:</p> <p>Strømforsyning og batteriteknologi</p> <ul style="list-style-type: none">• Fremføring av nok strøm og kraftig nok hurtiglader. Vurdere batteribanker som byttes og lades der det er strøm tilgjengelig og kapasitet i nettet.• Videreutvikling av batteriteknologi (større, kraftigere maskiner) eller hydrogen.• Fremføring av økt kapasitet på pro-strøm• Forbedret kapasitet på maskinen• Utfordring: Rask utvikling av batteriteknologien gjør at tidlige versjoner av maskinene vil falle i verdi.• Usikkerhet om det er lønnsomt å bytte batteri når disse blir redusert, mangler standarder for batteriformater og spenninger som går på tvers av produsenter <p>Kostnadsbilde</p> <ul style="list-style-type: none">• Kostnader for maskinleie og strømforsyning må reduseres• Usikkerhet i strømprisutvikling gir liten forutsigbarhet. Markedsprisene på elektrisitet har økt siden planlegging av pilotprosjektet og kontrakt ble inngått med entreprenør. <p>Arbeidsprosesser</p> <ul style="list-style-type: none">• Redusere risiko for forsinkelser (piloten kombinerer elektrisk maskin med andre dieseldrevne maskiner for å unngå at fremdriften i prosjektet svekkes)• Produksjonsplanlegging som tar hensyn til el-maskiners arbeidskapasitet og ladebehov.• Flytting av ladere på anlegget for å tilpasse til avstand ift. produksjonen. <p>Kontraktkrav og bestillerkompetanse</p> <ul style="list-style-type: none">• Krav i kontrakt fra offentlige byggherrer som pådriver for utvikling. Økt etterspørsel vil gi bedre produkter og lavere pris på sikt. Flere leverandører må komme på markedet for å redusere leiepriser.• Bedre tilpassede krav i kontrakter, basert på modenhet på teknologi og reduksjonsmengde, krever bedre operativ/teknisk kompetanse hos de som styrer virkemidlene.
Samfunnsøkonomisk effektivitet	Pilotprosjektet har ikke gjennomført egne samfunnsøkonomiske analyser. Samlede kostnader for å redusere utslipp fra en tradisjonell gravemaskin, må sees ift. bruk av midlene på andre utslippsreducerende tiltak.

3.3.8 Pilot BN4: Kartlegging av fossilfrie maskiner og tilgjengelighet i markedet

En kort prosjektbeskrivelse og informasjon om pilot BN4 er presentert i Tabell 21 etterfulgt av en vurdering av de seks evalueringskriteriene i

Tabell 22.

Tabell 21: Bakgrunnsinformasjon om pilot BN2

BN2	Kartlegging av fossilfrie maskiner og tilgjengelighet i markedet
Lokasjon	Sandnes stasjon
Hovedtema	Kartlegging av hvilke fossilfrie maskiner som er tilgjengelig i det lokale markedet (Rogaland), og hvordan disse kan utnyttes i et lite og kompakt anleggsområde med kort avstand til høyspenttrasé. Innebærer også en vurdering av tilgjengelighet på riktig type energi og infrastruktur i (tilknytning til) prosjektet.
Problemstilling og resultatmål	Prosjektet skal se på muligheter for å erstatte dieseldrevne maskiner med elektrisk drevne maskiner, i flest mulig kategorier, for å kunne kreve bruk av utslippsfrie maskiner i en utførelsesentreprise. Resultatene vil gi beslutningsgrunnlag for å stille bedre krav i kontrakter for alle som skal utføre anleggsarbeider i Rogaland.
Teknologistatus	De fleste maskiner er på TRL9 , men de mest energi-intensive maskinene er kun tilgjengelig i utlandet i begrenset utstrekning (TRL8).
Innsats og rammebetingelser	Kunnskapsbygging i samarbeid med lokal rådgiver
Målformuleringer	Effekt mål: Økt andel elektriske maskiner på anleggsarbeid i Rogaland (som erstatning for fossildrevne maskiner). Samfunns mål: Reduksjon i klimagassutslipp
Resultater	<p>Prosjektet har avdekket at det finnes mye tilgjengelig teknologi for utslippsfrie maskiner. Det pekes på behov for å sette strenge krav fra byggherrer til bransjen, slik at utstyret blir brukt i størst mulig grad.</p> <p>Resultatene omfatter en god oversikt over tilgjengelig utstyr for relevante arbeidsoperasjoner: Transport til og fra byggeplass, heising av tyngre objekter, fresing av påstøp på plattform, betong- og mørtelarbeider, stagforankringer, jetpeler og mikropeler, graving i bed, grunnen og utlegging av masser. Gir også oversikt over kraftforsyning i Sandnes sentrum: Byggestrøm og ladestrøm via batteribank. Videre gis det noen kostnads-/prisestimer. Notatet er offentlig tilgjengelig.</p> <p>Konklusjon: Mange større arbeidsoperasjoner kan erstattes av elektrisk drevne maskiner og utstyr som allerede er tilgjengelig i leiemarkedet; entreprenørers eget utstyr, leies lokalt eller med lang transport, evt. leies eller anskaffes fra utlandet. Det er også funnet eksempler på utstyr som ikke finnes i elektrisk utgave (f.eks. høytrykkspumpe). Bruk av elektriske maskiner vil innebære betydelig økte kostnader, avhengig av tilgjengelig utstyr hos den enkelte entreprenør og tilgjengelighet i leiemarkedet.</p>
Erfaring og læringspunkter (fra piloten selv)	Bestillingskompetansen hos byggherrer må økes. Det finnes mye tilgjengelig utstyr. Ved å stille strengere krav fra byggherrer til bransjen kan teknologiutviklingen fremskyndes og spres til flere bransjer.

Tabell 22: Vurdering av pilotprosjekt BN2

Evalueringskriterier	Vurdering
Prosjektgjennomføring	Pilotprosjektet er fullført innenfor definerte rammer for kostnad, fremdrift og leveranse (resultater). Prosjektet vurderer å søke om ny pilot for å kunne ta i bruk den største tilgjengelige maskinen (som trenger ny transformator).
Realisering av effekter	<p>Prosjektet har formulert følgende effektmål: <i>Økt andel elektriske maskiner på anleggsarbeid i Rogaland (som erstatning for fossildrevne maskiner)</i>. Dette skal oppnås som følge av at byggherrer stiller mer realistiske krav til entreprenører i kontraheringsfasen.</p> <p>Prosjektet har oppnådd planlagte resultater i form av en oversikt over tilgjengelige elektriske maskiner lokalt/regionalt. Dette er oppsummert i et åpent tilgjengelig notat. Videre er det foretatt formidlingsaktiviteter for å bidra til kunnskapsoverføring og deling av erfaringer i relevante faglige fora.</p> <p>Det er ikke rapportert om konkrete effektmålinger, men det uttales en forventning om at prosjektet vil bidra til å realisere effekt- og samfunns mål på sikt.</p>
Andre virkninger	Prosjektet forventer å utløse andre positive virkninger gjennom å påvirke andre aktører i Rogaland. Dette skal oppnås gjennom aktiv formidling av resultatene, slik at markedstilgangen på elektriske maskiner blir bedre kjent i bransjen.
Relevans	Prosjektets samfunns mål (reduerte klimagassutslipp) og effektmål samsvarer godt med støtteordningens prioriteringer og samfunnets behov.
Levedyktighet	<p>Teknologien anses å være konkurransedyktig allerede, siden mange aktører i markedet i Rogaland har investert i nye utslippsfrie maskiner. Viktige forutsetninger for å sikre levedyktighet og oppskalering inkluderer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tilgang til elektrisk kraft • Økonomiske rammebetingelser, energikostnader • Elektriske maskiner vurderes å være relevant på lang sikt, krav til elektriske maskiner medfører en merkostnad som byggherre må være villig å betale • Avhengighet mellom strømkostnad og pris på fossilt brensel; både strømkostnader og pris på fossilt brensel er høye, så timebaserte driftskostnader for elektrisk utstyr er fort halvparten av fossilt drevet utstyr
Samfunnsøkonomisk effektivitet	Pilotprosjektet har ikke gjennomført egne samfunnsøkonomiske analyser.

3.3.9 Pilot BN6: Dashboard for overvåking av maskiner og utstyslogistikk

En kort prosjektbeskrivelse og informasjon om pilot BN6 er presentert i Tabell 23, etterfulgt av en vurdering av de seks evalueringskriteriene i Tabell 24.

Tabell 23: Bakgrunnsinformasjon om pilot BN6

BN6	Dashboard for overvåking av maskiner og utstyslogistikk
Lokasjon	Drammen - Kobbervikdalen
Hovedtema	Utvikling og testing av teknologi (dashboardløsning) for automatisk innhenting og deling av maskindata (eksempelvis lokasjon, driftstimer, tomgangstimer og drivstofforbruk) for alle aktører i et byggeprosjekt.
Problemstilling og resultatmål	<p>Anleggsbransjen har lav digitaliseringsgrad. Ved å knytte verdikjeden sammen, med automatisk innsamling og deling av data i prosjekter, vil alle aktører kunne få bedre oversikt. Det er krav om miljørapportering og systemet forenkler denne manuelle prosessen vesentlig. Rask tilgang til data gjør at man kan ta tidligere grep ved uønsket utvikling. Entreprenøren får et verktøy for å drive prosjektet mer effektivt og redusere utslipp. Byggherre får et verktøy for å følge opp sine miljøkrav i prosjektet, og ved implementering i en prosjektportefølje får man samme oversikt aggregert.</p> <p>Prosjektets resultatmål er å etablere nødvendig kunnskapsgrunnlag, samt utvikle dashboard-løsning for datadreven oppfølging av maskinbruk og utstyr:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Kartlegging av maskin- og utstyslogistikk på anleggsplass som grunnlag for å vurdere hvilke arbeidsprosesser som best kan tilrettelegges for utslippsfri anleggsdrift. F.eks. arbeidsoperasjoner som ikke krever forflytning, overvåking av energibruk til utstyr som i dag er utslippsfritt (kartlegge totalt behov for fremtidig utslippsfri anleggsplass). 2) Design, utvikle og teste dashboard for overvåking av maskiner og utstyr. Sammenstilte data vil gi grunnlag for å redusere direkteutslipp gjennom mer effektiv bruk av maskiner og utstyr, f.eks. riktige kapasiteter/nok maskiner, riktig størrelse, riktig anvendelse og svingninger i energibehov.
Teknologistatus	TRL7 – Dashboard-løsningen benytter eksisterende plattform for datainnhenting, hvor man har erfaring fra bruk for enkeltaktør. Nyhetsverdien i dette prosjektet ligger i utvidet anvendelse av teknologien, med inkludering av flere aktører og datadeling i web-applikasjon.
Innsats og rammebetingelser	Tilgang til eksisterende plattform for datainnhenting for enkeltaktører (Fremby) Tilgang til historiske prosjektdata Utnytte eksisterende data/datafangst i eksisterende maskiner
Målformuleringer	<p>Effektmål: Økonomiske besparelser og utslippsreduksjon gjennom mer effektiv prosjekt drift:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Optimalisering av ressursbruk på anlegg (bedre oversikt over arbeidsprosesser) – Mindre behov for rapportering og oppfølging på anleggsplass – Bedre kompetanse hos byggherre på utforming av gode kontraktkrav, samt mer effektiv oppfølging av miljøkrav <p>Samfunns mål: Reduksjon i klimagassutslipp</p>
Resultater	Prosjektet har per i dag verifisert delingsmekanisme mellom aktører. Det forventes at man i løpet av prosjektperioden vil oppnå et nytt validert verktøy (dashboard-løsning) som kan vise KPIer for prosjektet.
Erfaring og læringspunkter (fra piloten selv)	Ikke oppgitt

Tabell 24: Vurdering av pilotprosjekt BN6

Evalueringskriterier	Vurdering
Prosjektgjennomføring	<p>Prosjektet pågår. Maskiner er koblet opp og data hentet inn. Løsning for deling og rapportering av data mellom aktører i verdikjeden er igangsatt.</p> <p>Planer for utvidelse av verktøyet (videreføring i ev. nytt pilotprosjekt): Inkludere utslipp til og fra byggeplass, fokusere mer på operatør for å få til energieffektiv kjøring, fokusere på effektivitet på anleggsplassen (for å tidlig kunne identifisere avvik fra forventet produksjon), samt utvikle en løsning som viser status for alle prosjekter i en portefølje (portefølje-view).</p>
Realisering av effekter	<p>Prosjektet har formulert konkrete effektmål i form av <i>økonomiske besparelser og utslippsreduksjon gjennom mer effektiv prosjektdrift</i>. Dette skal oppnås gjennom:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informasjonsinnhenting som gir byggherre og leverandører bedre grunnlag for å optimalisere ressursbruk på anlegget. • Automatisering som bidrar til mindre ressursbruk i rapportering og oppfølging på anleggsplassen. • Bedre bestiller-kompetanse hos byggherre mht å stille gode kontraktkrav. <p>Prosjektet adresserer store deler av verdikjeden, med utvikling av ny kunnskap for både byggherre, entreprenør og rådgiver. Dataflyten skjer på tvers av aktører og binder sammen verdikjeden digitalt. Det er ikke forventet realisering av nytteverdi i løpet av prosjektperioden, men det antas at løsningen vil være kostnadseffektiv og dermed kan bli kommersielt tilgjengelig i løpet av 1-3 år.</p>
Andre virkninger	<p>Dashboard-løsningen vil kunne gi økt innsikt til mange flere aktører når data fra flere prosjekter samles i en portefølje.</p>
Relevans	<p>Prosjektets samfunns mål (reduerte klimagassutslipp) og effektmål samsvarer godt med støtteordningens prioriteringer og samfunnets behov. Prosjektbeskrivelsen gir en tydelig forankring av pilotens aktiviteter og planlagte resultater i relevante problemstillinger og konkrete behov hos ulike aktører.</p>
Levedyktighet	<p>Sentrale aktører uttrykker evne og vilje til å videreføre prosessene som er utløst av pilotprosjektet. Løsningen vurderes å være konkurransedyktig ila. 1-3 år og det planlegges videreutvikling i form av å inkludere flere typer data fra flere ulike kilder. Siden løsningen erstatter en manuell prosess for miljørapportering, til en lavere kostnad, vil den allerede være kostnadseffektiv når den blir tilgjengelig som kommersiell produkt. Løsningen utnytter data som allerede finnes, og kan enkelt oppskaleres uten bruk av nye fysiske komponenter. Det er ikke registrert andre forutsetninger for å oppnå levedyktighet eller oppskalering.</p>
Samfunnsøkonomisk effektivitet	<p>Pilotprosjektet har ikke gjennomført egne samfunnsøkonomiske analyser. Løsningen vurderes å være kostnadseffektiv når den blir kommersielt tilgjengelig.</p>

4 Samlet vurdering av prosjektporteføljen

4.1 Prosjektgjennomføring og resultater

4.1.1 Prosjektstatus

Alle pilotene har startet opp i løpet av inneværende år (2022), og har i ulik grad kommet i gang med planlagt utprøving. Det rapporteres om noen forsinkelser, men alle prosjektene har oppgitt at de forventer å kunne gjennomføre planlagte aktiviteter, selv om noen vil fortsette til 2023/2024 før det foreligger dokumenterte resultater. Ved tidspunktet for datainnsamling (oktober 2022) var det kun en pilot (BN4 Kartlegging av fossilfrie maskiner i Rogaland) som var ferdigstilt. De aller fleste pilotene har likevel vært i stand til å rapportere om foreløpige resultater, kanskje spesielt for de deler av arbeidsprosessen som omhandler kravsetting om fossilfri anleggsvirksomhet i kontrakten og kontrahering av entreprenører. Når det gjelder teknologiutvikling og praktisk utprøving av fossilfri anleggsdrift, er det større variasjon mellom fremdriften hos de enkelte pilotene.

En oversikt over prosjektstatus og resultatrapportering for hver enkelt pilot er presentert i Tabell 25. Vi har i denne evalueringen ikke hatt grunnlag for å vurdere pilotenes fremdrift med hensyn til kostnader og budsjett.

Tabell 25: Prosjektstatus (per oktober 2022)

Pilot	Prosjektstatus	Arbeidsprosess som studeres i piloten	Dokumenterte resultater (okt. 2022)
SVV1 Uttesting av nullutslippsmaskiner	Pågår (ferdig 2023). Noe uttesting er avsluttet.	Kontraktkrav og praktisk utprøving på anlegg	Foreløpige resultater dokumentert
SVV2 Elektrifisering av utstyr til steinkusing	Pågår (ferdig 2024). Uttesting på anlegg ikke startet opp.	Anskaffelse og praktisk utprøving på anlegg	Kravsetting og innkjøp
SVV3 Fossilfri tunnelproduksjon	Pågår. Anskaffelser noe forsinket. Uttesting starter desember 2022.	Anskaffelse og praktisk utprøving på anlegg	Funksjonskrav i kontrakt
NV1 Elektrifisering av bruarbeider	Anskaffelse og implementering pågår. 2 av 3 anlegg vil være elektrifisert ila. Desember 2022.	Anskaffelse og praktisk utprøving på anlegg	Noe resultater dokumentert
NV2 Slamforedling	Pågår (ferdig 2023). Har etablert teknologi og startet utprøving på 2 av 3 lokasjoner.	Teknologiuttesting	Foreløpige resultater dokumentert (ikke konkludert)
BN1 Mulighetsstudie skinnegående kjøretøy	Oppstartsfasen, mulighetsstudie planlagt ferdig desember 2022. Ombygging i 2023.	Teknologiuttesting (mulighetsstudie + ombygging av eksisterende kjøretøy)	Nei
BN2 Elektrisk gravemaskin	Praktisk utprøving påbegynt (ferdig juni 2023).	Praktisk utprøving på anlegg	Foreløpige resultater dokumentert
BN4 Kartlegging av fossilfrie maskiner	Fullført	Tilgang på maskiner	Prosjektnotat levert
BN6 Dashboard for overvåking av utstyr	Pågår	Softwareutvikling og praktisk utprøving (datainnsamling og deling mellom aktører)	Datainnsamling og løsning for deling av data er verifisert

4.1.2 Hvilken kunnskap skal pilotene frembringe?

Formålet med pilotprosjektene er å samle erfaringer og bygge kunnskap som kan fremskynde utviklingen av utslippsfrie anleggsplasser. Prosjektene resultatmål omfatter i hovedsak tre ulike prosesser i verdikjeden; teknologiutvikling, økt bestillerkompetanse hos byggherre, og økt innsikt i hvordan arbeidsprosessene på anlegget påvirkes og/eller kan tilrettelegges for fossilfri drift. Tabell 26 gir en samlet oversikt over hva slags kunnskapsresultater pilotene forventes å kunne frembringe i løpet av prosjektperioden.

Tabell 26: Forventet kunnskapsbygging i pilotprosjektene

Teknologiutvikling	Bestillerkompetanse	Anleggsdrift
<ul style="list-style-type: none"> • Innovativ slambehandling for komprimering og gjenbruk av tørrstoff • Ombygging av dieseldrevet skinnegående kjøretøy til batteridrift • Automatisk datainnsamling og deling av data mellom prosjekter og aktører i verdikjeden 	<ul style="list-style-type: none"> • Kvalifiseringsprosess og kompetansekrav • Utforming av funksjonskrav i kontrakt • Erfaringer med hvordan elektriske maskiner påvirker kostnader og fremdrift i prosjekt • Miljørapportering og oppfølging av krav basert på automatisk datainnsamling • Tilgang til elektriske maskiner og utstyr (case-studie Rogaland) • Risikovurdering av batteri-elektrisk produksjonsutstyr i undersjøisk tunnel 	<ul style="list-style-type: none"> • Maskinenes arbeidskapaistet og rekkevidde, inkl. hvordan dette påvirkes av klimatiske forhold • Håndtering av oppgaver som krever høy energi (f.eks. snørydding) • Bruksmønster og logistikk av maskiner og utstyr • Tilrettelegging av arbeidsskift • Brukeraksept maskinførere • Ladeløsninger og mulighet for batteribytte • Strømforsyning, nettilkobling og styring av ladebelastning

4.1.3 Foreløpige resultater

Så langt har pilotene i stor grad dokumentert erfaringer knyttet til innkjøp og anskaffelsesprosessen, samt i noen grad også knyttet til arbeidsprosessene på anleggsplassen. Det er forventet at pilotene i større grad vil være i stand til å presentere resultater og konklusjoner i løpet av 2023. De viktigste erfaringene og resultatene per i dag er presentert i avsnittene som følger.

Teknologiutvikling

Tre av pilotene omhandler ulike former for teknologiutvikling:

- Innovativ slambehandling fra tunneldrift med testing av teknologier som reduserer volum og/eller muliggjør gjenbruk av tørrstoffet (NV2)
- Ombygging av et skinnegående arbeidskjøretøy fra diesel til batteridrift (BN1)
- Dashboard for overvåking av maskiner og utstyr (BN6)

Innovativ slamfordeling

Når det gjelder uttesting og etablering av de to tørrstoffteknologiene (NV2), har man per i dag etablert et tørrstoffanlegg og produsert tørrstoff ved én lokasjon (av totalt tre planlagte). Prosjektet har hittil produsert ca. 200 m³ med tørrstoff. Omtrent 90% av massene har oppnådd tilstandsklasse 1-3 og er gjenbrukt i prosjektet. De resterende 10 % er i tilstandsklasse 4 og levert på godkjent deponi. Prosjektet fortsetter ut 2023 og skal etter hvert teste og sammenligne to ulike teknologier for slamfordeling. Piloten har derfor ikke kommet langt nok til å kunne presentere konklusjoner.

Ombygging av skinnegående kjøretøy

Det finnes foreløpig ingen resultater fra piloten med ombygging av skinnegående kjøretøy (BN1). Det pågår imidlertid en mulighetsstudie, og tilbakemeldingen fra prosjektet er at rask teknologiutvikling krever riktig kompetanse og ressurssterke aktører/leverandører i oppstartsfasen, og at det derfor er en fordel å velge leverandør med relevant erfaring fra tilsvarende ombygginger.

Dashboard for maskin- og utstyslogistikk

Utvikling og uttesting av dashboard for overvåking av maskiner og utstyr (BN6) er en relativt moden løsning som benytter eksisterende plattform for datainnhenting, hvor man allerede har erfaringer fra bruk for en enkeltaktør. Tidligere prototyp har vist at den grunnleggende teknologien fungerer. Nyhetsverdien i denne piloten ligger i utvidet anvendelse, med utvikling av en web-applikasjon (dashboard) og datadeling mellom flere aktører. Per i dag har man verifisert en ny delingsløsning mellom flere aktører, og det forventes at man i løpet av prosjektperioden vil kunne etablere et validert verktøy som kan vise flere relevante KPIer for kravoppfølging og miljørapportering i prosjektet. Siden løsningen erstatter en manuell prosess for miljørapportering (til en lavere kostnad) forventes det at den allerede vil være kostnadseffektiv når den blir tilgjengelig som kommersielt produkt. Løsningen utnytter data som allerede finnes, og kan enkelt oppskaleres uten bruk av nye fysiske komponenter.

Bestillerkompetanse

De fleste pilotene adresserer en eller flere problemstillinger knyttet til innkjøp og anskaffelser, med hensikt å øke byggherrens bestillingskompetanse med hensyn til blant annet utforming av kontraktkrav, kostnadsestimering og prosjektoppfølgning. Foreløpige erfaringer og resultater fra pilotprosjektene omfatter:

Kravsetting i kontrakter

Funksjonskrav fra offentlige byggherrer løftes generelt frem som et viktig virkemiddel for å påskynde utviklingen og omleggingen til utslippsfri anleggsdrift. Når etterspørselen etter elektriske maskiner og utstyr øker, forventer man en positiv utvikling av leverandørmarkedet, med flere leverandører, større tilgang på maskiner og reduserte leiepriser. Nye forretningsmodeller vil også dukke opp. Samtidig pekes det på utfordringer med langvarige kontrakter som stiller krav til bruk av fossilfritt utstyr, fordi rask teknologiutvikling gjør det vanskelig å vite hvilke maskiner som vil være tilgjengelige i markedet i løpet av prosjektperioden. Det er dermed vanskelig å vite hvilke krav til andel utslippsfritt utstyr som vil være realistisk å stille. Forutsigbarhet på kravsidene i alle nye kontrakter er helt avgjørende for at små og medium entreprenører kan ta en slik merkostnad denne type investeringer vil medføre.

Kunnskap om leverandørmarkedet

Pilotene har utelukkende erfart at målrettet bruk av funksjonskrav i kontrakten har gitt tilgang til elektriske maskiner hos entreprenør. Dette er ikke nødvendigvis representativt for alle anleggsprosjekter, da disse pilotene i utgangspunktet er valgt ut med tanke på egnethet for utprøving av utslippsfrie løsninger. En av pilotene (BN4) har gjennomført en kartlegging av tilgangen på elektriske maskiner i Rogaland, og konkluderer med at det er mange større arbeidsoperasjoner som kan erstattes av elektrisk drevne maskiner og utstyr som allerede er tilgjengelig hos entreprenør eller i leiemarkedet. Dette gjelder f.eks. transport til og fra byggeplass, heising av tynge objekter, fresing av påstøp på plattform, betong- og mørtelarbeider, stagforankringer, jetpeler og mikropeler, graving i bed, grunnen og utlegging av masser. Det er også funnet eksempler på utstyr som ikke finnes i elektrisk utgave (f.eks. høytrykkspumpe), og flere piloter etterspør fortsatt gode utslippsfrie alternativer til større og tynge oppgaver. Når det gjelder fossilfri tunnelproduksjon (SVV3) etterspørres større åpenhet omkring faktisk tilgjengelighet på maskiner, da man har erfart å få ulik informasjon avhengig av hvem man spør (entreprenør eller maskinleverandør).

Konsekvenser for prosjektkostnader

Kartleggingen av markedstilgang på fossilfrie maskiner i Rogaland (BN4) viste at bruk av elektriske maskiner vil innebære betydelig økte kostnader, avhengig av tilgjengelig utstyr hos den enkelte entreprenør og tilgjengelighet i leiemarkedet. Dette er en erfaring som deles av flere av pilotene. Uttesting av nullutslippsmaskiner på E18/E39 Gartnerløkka-Kolsdalen (SVV1) har beregnet en kostnadsøkning på gravemaskintimer på omtrent 30 % i forhold til ordinær fossil drift. I dette prosjektet utgjør dette en økning i kontraktspris på 2,5 %. Uttesting av elektrisk gravemaskin på Sande omformerstasjon (BN1) melder også om høye merkostnader (uten at dette er tallfestet), særlig knyttet til strømforsyning og leie av mer effektiv lader (booster). Det samme gjelder erfaringer med fossilfri tunneldrift (SVV3), hvor det også trekkes frem at kostnadsbildet er uforutsigbart, på grunn av høy risiko og usikkerhet knyttet til direkte og indirekte utgifter. I verste fall må man sette inn flere maskiner for å sikre fremdriften (sammenlignet med fossil drift), på grunn av tapt tid i forbindelse med opplading. Dagens kostnadsbilde og kapasitet på elektriske maskiner gjør at dette ikke er et kostnadseffektivt alternativ for entreprenøren, sett opp mot tradisjonelle løsninger. Kostnadene for maskinleie og strømforsyning må altså reduseres for at disse løsningene skal bli konkurransedyktige i fremtiden, og det forventes at byggherren dekker merkostnadene knyttet til bruk av elektriske maskiner og utstyr i en oppstartsfasen. Det pekes videre på at samarbeidet mellom byggherre og entreprenører er viktig for å finne gode løsninger som bidrar til reduserte klimagassutslipp. En viktig forutsetning er for eksempel at byggherren legger til rette for strømforsyning på anleggsplassen allerede i anskaffelsesfasen. Andre relevante problemstillinger innebærer f.eks. deling av risiko knyttet til usikkerhet i utviklingen av strømpriser.

Reguleringer

I piloten som skal teste ut bruk av batterielektriske maskiner i tunnel (SVV3), er det rapportert om at dagens regelverk er en barriere for videre utvikling. Per i dag er det kun tillatt å benytte hybride maskiner med mindre batteripakker, men ikke full batterielektrisk drift i tunnelproduksjon. Dersom kontraktene stiller krav om bruk av elektrisk drift i arbeid som foregår i dagen, medfører dette stor usikkerhet for entreprenøren som risikerer og måtte ha doble maskinparker.

Anleggsdriften

Det er per i dag kun to av pilotene som har kommet ordentlig i gang med praktisk utprøving av elektriske maskiner på anlegg (SVV1 og BN2). Foreløpige resultater tyder på at dagens teknologi ikke er fullt ut i stand til å møte prosjektenes behov og det er nødvendig med en produksjonsplanlegging som tar hensyn til el-maskiners arbeidskapasitet og ladebehov. De viktigste erfaringene omfatter:

Batteriteknologi

Det oppleves å være store forskjeller i batterikapasitet på store og små maskiner, og det er et særlig behov for videreutvikling av batteriteknologien for større, kraftigere maskiner. Det pekes også på muligheten for å se på andre energikilder (f.eks. hydrogen) for oppgaver som krever mye energi. Videre erfarer man at batterikapasiteten reduseres merkbart på vinterstid. Et av tiltakene som foreslås, er å vurdere batteribankene som kan byttes og lades der det er tilgjengelig strøm og nok kapasitet i nettet. Det er foreløpig usikkert hvorvidt det er lønnsomt å bytte batteri når disse blir redusert, blant annet fordi det mangler standarder for batteriformater og spenninger som går på tvers av produsentene.

Tilpasset produksjonsplanlegging

Pilotene har identifisert flere utfordringer knyttet til el-maskinenes arbeidskapasitet og ladebehov. Det oppleves vanskelig å få til kabellading på mobile gravere som er i drift. Det er derfor behov for (faste eller mobile) ladepunkter på anlegget, som kan nås før batteristrømmen er brukt opp. Så langt har man erfart at dette medfører mer beltedrift enn for ordinære fossile maskiner som kan få drivstoffet levert direkte på stedet med tankbil eller flyttbare dieseltanker. I tillegg meldes det om at i hvert fall en av pilotene har vært

nødt til å kombinere elektriske maskiner med ordinære fossile maskiner for å sikre fremdriften i prosjektet. Vanlig produksjonsplanlegging forutsetter i dag at en maskinfører kan benytte sin maskin så lenge vedkommende er på jobb. Mange entreprenører parkerer også maskinene på en slik måte at drivstoff fylles når maskinfører har fri. Overgangen til å måtte planlegge produksjonen etter maskinens behov kan da oppleves som mindre effektivt. Fremføring av pro-strøm med nok kapasitet og kraftige hurtigladere nær arbeidsstedet kan være viktige tiltak, men erfaringer så langt er at slike løsninger er forbundet med høye merkostnader.

Strømforsyning på anleggsplassen

Tilrettelegging for god tilgang på strøm på anleggsplassen er en avgjørende for å lykkes med utviklingen av fossilfrie anleggsplasser. Flere av pilotene har utført eller planlegger tilkobling av anleggsplassen og utstyr til strømmettet for å sikre tilstrekkelig energi. De viktigste erfaringene så langt, er at dette bør sikres tidlig i prosjektplanleggingen/anskaffelsesprosessen for å sikre forutsigbarhet for entreprenøren. Flere aktører melder om at usikkerhet i markedsprisen på elektrisitet gir dårlig forutsigbarhet med hensyn til kostnadsplanlegging. I prosjektperioden har man opplevd til dels høye og varierende strømpriser etter at kontrakter med entreprenøren ble inngått. Dette medfører en risiko for entreprenøren som må håndteres i kontraheringsfasen.

Vurdering av resultatene

De resultatene vi så langt har fått tilgang til fra pilotene, er i all hovedsak kjent fra tidligere. Over de siste 5-6 årene har det blitt gjennomført en lang rekke forskningsaktiviteter, piloter og prosjekter på elektriske maskiner, samt medfølgende ladeinfrastruktur på bygg- og anleggsplasser. Dette er kunnskap som finnes hos teknologileverandører, hos de fleste større entreprenører, hos en rekke byggherrer, og i rapportform. Likevel kan utfordringene være av en ny karakter for det spesifikke pilotprosjektet, og det er viktig å øke kompetansen rundt sentrale problemstillinger for bransjen generelt. Noe ny kunnskap og erfaringer vil alltid følge bruk av ny teknologi, og det er viktig at denne detaljeres og rapporteres åpent slik at man sikrer læring både internt og på tvers av organisasjoner.

Selv om for eksempel andelen elektriske maskiner fortsatt er lav, er markedet nå forholdsvis godt kjent med produktet og dets utfordringer. Til tross for en betydelig merkostnad ved innkjøp, samt lengre leveringstid, eier alle de største entreprenører i dag elektriske gravemaskiner i forskjellige størrelser. Det er sannsynligvis regionale forskjeller, men tilgangen på slike maskiner er nok god i de fleste regioner, noe som støttes av funn i BN4. Det største hinderet for en elektrifisering av anleggsplassen synes å være spørsmål knyttet til opplading og ladelogistikk, ikke selve maskinen. For å sikre at en anleggsplass lar seg elektrifisere til et nivå som er ønskelig, må dette planlegges allerede tidlig i anskaffelsesprosessen, for å skape en nødvendig forutsigbarhet og rom for tilpasset produksjonsplanlegging hos utførende part. Man ser også at det regulatoriske kan være begrensende på enkelte elementer (SVV3), og dette ligger i en viss grad hos etatene selv å revidere.

Dashboard-løsningen som piloteres i BN6 vurderer vi som et viktig tidlig steg i en digitaliseringsprosess. Løsningen har gitt ny innsikt i det operative, noe som kan danne et grunnlag for en effektivisering av arbeidsprosessene og økt detaljgrad i senere rapportering. Potensialet for videreutvikling av en slik løsning og medfølgende positive effekter er sannsynligvis stor. En mer effektiv slambehandling er også et effektiviseringstiltak med betydelig potensiale. Om man kan få ned transportbehovet, og samtidig øker graden av gjenbruk vil dette ha stor innvirkning på prosjektenes klimagassavtrykk og ressursbruk. Potensialet her er stort, og en sluttrapport med detaljerte resultater vil være et viktig kunnskapsbidrag på feltet.

Det må tas forbehold om at denne evalueringen er basert på pilotenes prosjektplaner og foreløpige resultater per oktober 2022. Med dette bakteppet kan det synes som om pilotene som er gjennomført med støtte fra tilskuddsordningen i liten grad har bidratt med ny kompetanse om elektrifisering på et overordnet nivå. Pilotene har heller bygd opp under og bekreftet allerede eksisterende kunnskap om utfordringer knyttet til utslippsfrie anleggsplasser. Denne type piloteringer gir likevel et bredt fundament av kunnskap og erfaringer fra flere aktører i bransjen, som er nødvendig for å utvikle realistiske og treffsikre krav, reguleringer og målsettinger i bransjen. Resultatene så langt gir grunn til å tro at bestillerkompetansen har blitt noe bedre på prosjektnivå og også i en viss grad på etatsnivå.

4.2 Realisering av effekter

De fleste pilotene har formulert eller beskrevet en form for effektmål, samt gjort rede for hvordan prosjektaktivitetene og kunnskapen som etableres bidrar til oppfyllelse av disse målene. Hele seks av de ni pilotene som har besvart kartleggingen, har formulert effektmål som handler direkte om **å fremskynde overgangen fra fossil drift til økt bruk av elektriske maskiner og utstyr på anleggsplassen** (SVV1, SVV3, NV1, BN1, BN2 og BN6). Dertil kommer pilot SVV2 som beskriver at tilsvarende effekter skal realiseres gjennom å oppnå økt interesse hos leverandørene for å investere i teknologier for elektrifisering av maskinparken. Kun tre av pilotene beskriver effekter som bidrar til **å redusere CO₂-utslipp gjennom redusert transport i tilknytning til anleggsplassen, eller med mer effektiv bruk av maskiner og utstyr på selve anlegget** (NV1, NV2 og BN6). Pilot BN6 har i tillegg formulert effekter i form av **økonomiske besparelser som følge av mer effektiv prosjektdrift og forenklet rapportering og oppfølging av miljøkrav**.

Bortsett fra pilot NV1 som presenterer konkrete mål for utslippsreduksjoner, har de øvrige pilotene ikke konkretisert effektmålene, utover generelle beskrivelser av kvalitative forbedringer (*økt andel fossilfrie maskiner, fremskyndet overgang til fossilfrie anleggsplasser o.l.*).

Pilotprosjektene effektmål er forventet realisert gjennom følgende endringsmekanismer:

- *Innovasjon, teknologiutprøving og kunnskapsbygging stimulerer til raskere utvikling gjennom å redusere kostnad og risiko*
- *Erfaringer med funksjonskrav i kontrakt og kostnadsestimater øker byggherrens bestillerkompetanse og medfører mer realistiske krav til entreprenører i kontraheringsfasen*
- *Redusert kostnad og risiko ved at byggherre stiller kontraktkrav og gir tilskudd som dekker entreprenørens merkostnader i en oppstartsperiode*
- *Praktisk utprøving skaper økt brukeraksept for elektriske maskiner hos gravemaskinførere*
- *Tilrettelegging, kunnskap og erfaring med midlertidig tilkobling til strømnettet fremskynder omleggingen fra fossil til elektrisk anleggsdrift*
- *Mer effektiv logistikk som følge av redusert behov for transport av diesel på anlegget*
- *Redusert behov for massetransport som følge foredling og gjenbruk av tørrstoffmasser*
- *Teknologiutvikling (ombygging av arbeidsmaskin), utprøving og overføring av erfaringer mellom sektorer og innad i virksomheten som vil påskynde overgangen til fossilfri anleggsvirksomhet*
- *Teknologiutprøving og erfaringsdeling (innad i virksomheten og mellom aktører) skal åpne et større marked og bedre tilgang på elektriske maskiner*
- *Data- og informasjonsinnhenting gir byggherre og entreprenør bedre innsikt i arbeidsprosesser og mer optimal ressursbruk på anlegget*
- *Automatisering bidrar til mindre ressursbruk i rapportering og oppfølging på anleggsplassen*

De fleste pilotene forventer ikke å realisere faktiske effekter i løpet av prosjektperioden, og har heller ikke planlagt konkrete effektmålinger som del av pilotprosjektet. Det er imidlertid tre unntak:

- Pilot SVV3 rapporterer om at erfaringsdeling rundt bruk av funksjonskrav i kontrakter allerede har medført at det er stilt lignende krav om bruk av elektriske maskiner i andre prosjekter.
- Pilot NV1 har beregnet forventede utslippsreduksjoner i størrelsesorden 3064 CO₂-ekvivalenter. Det rapporteres om at prosjektet fortløpende har dokumentert resultater og effekter, som vil bli gjort tilgjengelig i prosjektets sluttrapport.
- Pilot NV2 har rapportert foreløpige resultater på 90 % gjenbruk av tørrstoffmasser, men det gjenstår fortsatt en god del uttesting før endelige resultater kan konkluderes.

Bortsett fra pilot BN4 som har rapportert om aktiv kunnskapsspredning av resultatene fra sin kartlegging av markedstilgang på fossilfrie maskiner i Rogaland, synes de fleste pilotene å mangle konkrete mål eller planer for hvordan de ønsker å dele ny kunnskap og erfaringer utenfor eget prosjekt. Her kan det pågående kunnskapsprogrammet spille en viktig rolle for å systematisere kunnskap og deling av erfaringer mellom transportvirksomhetene og mot bransjen for øvrig.

4.3 Andre virkninger

Evalueringskriteriet *andre virkninger* handler om i hvilket grad pilotene har medført positive eller negative virkninger utover de planlagte effektene av prosjektet. Dette inkluderer både virkninger for målgruppen og for andre aktører eller samfunnet for øvrig. Siden pilotprosjektene i liten grad har startet praktisk utprøving på anlegg, foreligger det i beskjeden grad erfaringer med andre virkninger per i dag. Følgende innspill er likevel delt fra pilotene:

- Flere av pilotene peker på at fossilfrie anleggsplasser medfører økte kostnader, merarbeid og delvis også utfordringer med fremdrift, som følge av at maskinene har lavere arbeidskapasitet (begrenset batteri), det er kostbart å legge til rette for strømforsyning, og det er behov for mer administrasjon knyttet til blant annet oppfølging av krav i kontrakten. Dette er konsekvenser som var forventet å opptre i en overgangsfase, men det er foreløpig i liten grad gjort rede for hvorvidt dette er forventet å vedvare, og hvordan dette eventuelt kan løses på en bedre måte.
- Flere piloter har forventninger om at fossilfri anleggsdrift (elektriske maskiner) skal bidra til forbedret arbeidsmiljø i form av bedre luftkvalitet og mindre støy på anleggsplassen. Resultatene fra pilot SVV1 tyder imidlertid på at dette ikke nødvendigvis er tilfelle for alle gravearbeider. I dette prosjektet erfarer man at støy på anleggsplassen i hovedsak er forbundet med selve gravearbeidet, og bruk av el-graver gir derfor ikke gi en vesentlig reduksjon av støynivået. Dette vil trolig avhenge av situasjonsavhengige betingelser, som for eksempel massene som graves (stein eller jord), transport til/fra og tomgangskjøring. Derimot pekes det på forbedret arbeidsmiljø (luftkvalitet) som en forventet positiv sideeffekt. Bedre luftkvalitet og mindre utslipp i tunnel er også pekt på som positiv effekt av fossilfri tunnelproduksjon (SVV3).
- Flere piloter peker på at omlegging til fossilfri anleggsdrift også vil medføre endring i produksjonsprosesser og arbeidsrutiner på anleggsplassen. Dette vil f.eks. påvirke maskinførernes arbeidshverdag. Det er ikke gitt hvorvidt disse endringene er positive eller negative, men det bør tas høyde for involvering, oppfølging og tilrettelegging som sikrer gode løsninger og brukeraksept.
- En positiv virkning av at man reduserer bruk av fossile driftsmaskiner, er at man også reduserer risiko for lokal forurensing og miljøutslipp både på anleggsplassen og for grunneierne i nærheten.

- Piloter som fører til redusert transport til og fra anleggsområdene (f.eks. mindre tungtransport med tunnelslam på offentlig veg) vil gi en positiv virkning for det trafikksystemet og lokalmiljøet i området.
- Endringer i kontraktkrav og tilskudd/premiering av tilbydere med elektriske maskiner skal styre markedet i mer bærekraftig retning, men vil også ha en konkurransevridende effekt (dette er nettopp argumentet for å innføre miljøkrav i offentlige anskaffelser). Store aktører og såkalte first movers får en fordel fordi de kan levere maskiner som etterspørres uten særlig konkurranse. Dette vil være tilsvarende negativt for små entreprenører som ikke har kapital til å ta risikoen med å anskaffe en slik maskinpark. Tydelig dialog med markedet i forkant og god forutsigbarhet er viktig for å motvirke uheldige konsekvenser for mindre aktører.
- Andre virkninger som nevnes av pilotene er positivt omdømme som følge av mer miljø- og klimavennlig anleggsdrift, samt mulighet for lokal verdiskaping gjennom samarbeid med lokale energiverk som får mulighet til å levere utstyr og strøm til maskinparken. Videre pekes det på at løsningene som testes ut i pilotene også har overføringsverdi til andre prosjekter/bransjer.

4.4 Relevans

Med utgangspunkt i prosjektbeskrivelsene fremstår alle pilotene å omhandle teknologier og løsninger som faller inn under kriteriene i Samferdselsdepartementets tilskuddsordning for utslippsfrie anleggsplasser. De fleste pilotene har også gjort rede for hvordan kunnskapsbygging og teknologiutvikling i prosjektet adresserer relevante problemstillinger for byggherre eller entreprenør. Pilotene vurderes dermed å være i tråd med støtteordningens prioriteringer og samfunnets behov.

Likevel finnes det ikke tilstrekkelig datagrunnlag til å vurdere hvor godt hver enkelt pilot bidrar til å oppfylle det overordnede målet om å redusere CO₂-utslipp fra anleggsvirksomhet. Det er heller ikke gjort noen vurderinger av hvorvidt andre type tiltak kunne gi en bedre effektrealisering. En stor andel av pilotene omhandler direkte utprøving av elektriske maskiner og utstyr som kan erstatte fossil drift av anleggsmaskiner, uten vesentlig omlegging eller målrettet tilpasning av selve produksjonsprosessene. En av pilotene som tester elektrisk gravemaskin (BN2) har selv kommentert at alternative tiltak kunne vært mer relevant:

Det er flott om vi finner løsninger som reduserer utslipp fra maskiner. Men det er meningsløst å ha utslipp knyttet til aktiviteter som kunne vært unngått med bedre planlegging (på flere nivåer).

Eksemplet som trekkes frem er at det i dag foregår mye unødvendig massetransport som kunne vært unngått ved bedre planlegging av massehåndtering (gjenbruk) i BAE-næringen. Utfordringene er knyttet til for lite oppmerksomhet i planleggingsfasen, mangel på areal for mellomlagring, for lite samhandling mellom store offentlige prosjekter som pågår i nærheten av hverandre, for store avstander mellom anlegg for mottak/deponi/sortering av masser – samt at mange aktører ser seg tjent med at man fortsetter som før. Det er imidlertid kun ett av pilotprosjektene (NV2) som adresserer denne type problemstillinger knyttet til bedre massehåndtering; i form av slamforedling og gjenbruk av tørrstoff på anleggsområdet.

Dersom pilotene ble utfordret på å utarbeide en prosjektbeskrivelse som konkretiserer effektmålene og gir estimater for effektrealisering (på kort og lang sikt), ville dette gi et bedre grunnlag for å prioritere mellom pilotene. Dette ville gjort det mulig å i større grad velge ut de pilotene som er mest treffsikker med hensyn til oppfyllelse av det langsiktige samfunns målet om reduserte klimagassutslipp.

4.5 Levedyktighet

Vurdering av levedyktighet handler om hvorvidt eventuelle positive effekter av løsningene som testes i pilotprosjektene vil kunne vedvare over tid. Erfaringene fra pilotprosjektene bekrefter imidlertid at det fortsatt er mange barrierer som må løses og forutsetninger som må på plass før elektrifisering av maskiner og utstyr kan bli konkurransedyktig i forhold til dagens fossildrevne maskiner på anleggsplassene. Følgende betingelser for å oppnå levedyktighet og oppskalering er identifisert:

- Videre teknologiutvikling som bidrar til økt batterikapasitet og driftstid på elektriske maskiner, samt mulighet for å forlenge levetiden gjennom utskifting av batteripakker
- Tilgang på større maskiner (f.eks. elektrifisering av gravemaskiner over 30 tonn) og maskiner som kan utføre operasjoner som krever høy energi (f.eks. snørydding på fjellet)
- Praktisk utprøving av nye teknologier og andre energiformer (f.eks. hydrogen)
- Storskala serieproduksjon av fossilfrie maskiner
- Kompensasjon/subsidiering av merutgifter til entreprenører i overgangsfasen
- Forutsigbarhet i energikostnader (f.eks. ved varierende strømpris)
- Tilrettelegging av strømforsyning på anleggsplass (før arbeidet starter)
- God ladeinfrastruktur på anlegget, bl.a. gjennom utvikling av nye ladeløsninger (f.eks. mulighet til å lade fra kjøreledning på jernbane)
- Fleksibilitet med hensyn til utforming av krav om utstyr/teknologi og håndtering av risiko i langvarige kontrakter. Entreprenøren vil unngå å sitte igjen med restverdi på maskiner som blir utdatert, byggherre vil unngå å sitte igjen med gårsdagens maskiner på langvarige anlegg.
- Bedre produksjonsplanlegging og tilpasning av arbeidsprosesser, samt god opplæring for alle involverte aktører
- Utvikling av regelverk, risikovurdering og ansvarsfordeling med hensyn til utvikling og utprøving av nye teknologier
- Kompetanseutvikling hos byggherre og leverandører
- Bedre innsikt i livssyklus-kostnader for elektriske løsninger (også sett ift. utslippsreduksjoner)

Når det gjelder teknologiutviklingsprosjektene, oppgir både pilot NV2 (Slamforedling) og pilot BN6 (Dashboard) at løsningen forventes å kunne være kostnadseffektiv og konkurransedyktig allerede i dag, og at utrulling og implementering kan forventes på kort sikt. Begge pilotene rapporterer om positive effekter i form av redusert transport og mer effektiv ressursbruk på anleggsplasser som kan realiseres umiddelbart, og som forventes å kunne vedvare gjennom hele tiltakets levetid. Oppskalering av løsningen for slamforedling forutsetter imidlertid at det investeres i infrastruktur og behandling av tørrstoff på anleggsplassene. Dashboard-løsningen kan enkelt oppskaleres uten investering i fysisk infrastruktur.

4.6 Samfunnsøkonomisk effektivitet

Kun en av pilotene (NV1 Elektrifisering av bruarbeider) oppgir at de har gjennomført en analyse av samfunnsøkonomisk effektivitet i forkant av pilotprosjektet. Ved å erstatte dieseldrevne generatorer med elektrisitet fra strømmettet, forventes en ekstrakostnad på omtrent 5,5 MNOK og en utslippsreduksjon på omtrent 3400 tonn CO_{2-e}. Dette utgjør et resultat på 1792 kr per sparte tonn CO_{2-e}. I tillegg oppgir ytterligere to piloter (SVV3 Fossilfri tunnelproduksjon og NV1 Slamforedling) at de vil rapportere erfaringer knyttet til kostnadseffektivitet i forhold til beregnet CO₂-reduksjon som del av pilotprosjektet. Når det gjelder dashboard for overvåking av maskiner og utstyr (pilot BN6) er det forventet at denne vil være kostnadseffektiv fra den tas i bruk, fordi den automatiserer og erstatter en manuell (og mer ressurskrevende) prosess for oppfølging av miljøkrav.

De øvrige pilotene har ikke vist til estimater eller beregninger av kostnadseffektivitet eller samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

4.7 Sammenfatning av evalueringsresultatene

Formålet med støtteordningen for pilotprosjektene har vært å stimulere til raskere utvikling og utprøving av nye løsninger som kan redusere utslippene fra anleggsplasser i transportsektoren. Hensikten har vært å redusere den økonomiske og teknologiske risikoen for aktører i overgangen til utslippsfrie løsninger.

Hovedinnsatsen i pilotprosjektene har så langt vært å samle erfaringer fra anskaffelse og innkjøp for utprøving av elektriske maskiner og utstyr på anleggsplasser. Kunnskapsbyggingen har i hovedsak vært rettet mot utforming av funksjonskrav, tilgang til elektriske maskiner i leverandørmarkedet og tilrettelegging for midlertidig strømforsyning fra energinettet på anleggsplassene. Flere piloter har planer om praktisk uttesting av el-maskinene på anleggene i løpet av prosjektperioden, men foreløpig foreligger det i begrenset grad erfaringer med hvordan anleggsdriften faktisk kan løses for å optimalisere produksjonsprosessen. Videre uttesting av el-drift bør i større grad fokusere på å løse de utfordringene man opplever på anleggsplassen med tanke på batteriteknologi, arbeidskapasitet og ladebehov.

Utvikling av *ny teknologi* i prosjektene har først og fremst vært knyttet til innovativ slambehandling, ombygging av en skinnegående vedlikeholdsmaskin og videreutvikling av en dashboardløsning for maskinlogistikk på anleggsplassen. Ombygging av vedlikeholdsmaskinen er fortsatt i planleggingsfasen, mens de to andre teknologiene fremstår mer modne og er i gang med praktisk uttesting på anlegg. Både innovativ slambehandling og dashboard-løsningen skiller seg fra de øvrige pilotene ved at de først og fremst retter seg mot realisering av effekter i form av mer effektiv bruk av maskiner og kjøretøy på eller i tilknytning til arbeidsplassen – som reduserer klimagassutslipp gjennom et redusert transportbehov. Resten av pilotene er i større grad innrettet mot å redusere CO₂-utslipp gjennom elektrifisering som erstatter dieseldrevne maskiner og utstyr.

I kapittel 2.2 (Figur 2) presenterte vi støtteordningens innledende programteori, altså programmets forventning om hvordan pilotprosjektene ville gi resultater som bidrar til å oppfylle ønskede effekter og virkninger over tid. I Figur 3 presenterer vi en oppdatert programteori; som også viser hva pilotene har produsert av faktiske resultater og effekter (markert med gul ramme) per i dag. Når det gjelder effekten *økt bruk av elektriske maskiner og utstyr på anlegg* er dette foreløpig begrenset til de anleggene som inngår i pilotene. For endringsmekanismen *tilrettelagt anleggsdrift* og effekten *mer effektiv bruk av maskiner og utstyr* (begge markert med gul stiplet linje) foreligger det i liten grad konkrete resultater ennå, men det forventes at dette til en viss grad blir frembragt før pilotene avsluttes. Vi har ikke grunnlag for å konkludere med hvorvidt pilotprosjektene faktisk har oppnådd å redusere kostnad og risiko ved investering i nullutslippsløsninger, utover situasjonen i de konkrete pilotprosjektene.



Figur 3: Samlet programteori for pilotprosjektene, som viser hvordan pilotene forventer å oppfylle det langsiktige målet om å redusere klimagassutslipp på anleggsplasser. Faktiske resultater (per oktober 2022) er markert med gul ramme.

Evalueringen viser at ny kunnskapsbygging som følge av pilotprosjektene i hovedsak har vært rettet mot økt bestillerkompetanse og utvikling av spesifikke teknologier. Når det gjelder elektrifisering av maskinparken, har pilotene stort sett bekreftet tidligere erfaringer knyttet til merknadener og problemer med å opprettholde fremdrift på grunn av for dårlig batterikapasitet og behov for å lade maskinene i løpet av arbeidsdagen. Pilotene har i tillegg identifisert en rekke faktorer og forutsetninger som har betydning for levedyktighet, videre utrulling og oppskalering (se kapittel 4.5).

Vår samlede vurdering er at pilotene som er gjennomført er i tråd med støtteordningens formål og kriterier, men vi savner en grundigere beskrivelse (estimat og/eller dokumentasjon) av effektene av den enkelte løsningen eller tiltaket. Kun en pilot har gjort konkrete vurderinger av kostnadseffektivitet/størrelse på utslippsreduksjon i forkant, og to piloter har sagt at de vil foreta beregninger e.l. som del av prosjektet. Manglende vurdering av effektrealisering (på kort eller lang sikt) gjør det også vanskelig å vurdere hvorvidt det finnes alternative løsninger eller andre pilotprosjekter som ville hatt større treffsikkerhet med hensyn til å redusere klimagassutslippene.

5 Vurdering av tilskuddsordningen

Dette kapittel er basert på søknader til pilotprosjektene, tildelingsbrev fra Samferdselsdepartementet, og intervjuene. Vurderingen av tilskuddsordningen tar utgangspunkt i tilbakemeldinger fra intervjuene om hva som har fungert bra og hva som kan bli bedre.

5.1 Søknadsprosessen

Tilskuddsordning rettet mot transportvirksomhetene

Samferdselsdepartementet hadde en innspillrunde i 2021 med transportvirksomhetene, som i tillegg til Nye Veier, Statens vegvesen og Bane NOR også inkluderte Kystverket og Avinor. Ordningen var tenkt for anleggsplasser innen transportsektoren, samt særegne prosjekter innen transportinfrastruktur (lange distanser, lange prosjekter, ikke bynære, ikke bygg, etc.). Kystverket og Avinor manglet relevante prosjekter for tilskuddsordningen. Samferdselsdepartementet har heller ikke lenger ansvar for Kystverket. Utlysningen ble derfor rettet direkte til Nye Veier, Statens vegvesen og Bane NOR. For Samferdselsdepartementet har det vært viktig å koordinere med Enova som tilbyr lignende støtteordninger, men hvor denne utlysningen er rettet mot mer særegne prosjekter innen transportinfrastruktur.

Noen transportvirksomheter ønsker at tilskuddsordningen plasseres inn i et større sammenheng, der pilotene støtter opp under noen tydelige mål som for eksempel defineres i NTP. Pilotprogrammet kunne sannsynligvis fått enda større effekt hvis hensikten med pilotene hadde vært tydeligere definert.

Frister, milepæler og behandlingstid

Pilotene ble varslet i NTP våren 2021, hvor det ble gitt en indikasjon på at tilskuddsordningen skulle komme, forutsatt bevilgning i statsbudsjettet. Transportvirksomhetene fikk en del informasjon fra Samferdselsdepartementet underveis, før statsbudsjettet ble vedtatt i desember 2021. Samferdselsdepartementet inviterte til å sende inn søknader rett før jul i 2021, med søknadsfrist 1. februar 2022. Tidsrammen for tilskuddsordningen er avhengig av når man når politisk enighet om den årlige budsjettprosessen, i og med at statsbudsjettet vedtas i Stortinget. At støtteordningen er avhengig av årlige vedtak av statsbudsjettet, innebærer at transportvirksomhetene har begrenset forutsigbarhet. Startskuddet for støtteordningen var omtrent en måned før søknadsfristen. Virksomhetene fikk svar på søknadene fra Samferdselsdepartementet 30. mars. Behandlingstiden var altså to måneder.

Transportvirksomhetene oppfatter at søknadsprosessen var lite byråkratisk og at de har brukt få ressurser på administrasjon rundt søknadene. De opplever at de har fått mye igjen for arbeidsinnsatsen de la ned i søknadsprosessen. Samferdselsdepartementets vurdering var at søknadene de fikk inn var gode og til dels også bedre enn hva som var forventet.

Det er mulig at behandlingstiden kunne ha vært kortere, siden det totale søknadsbeløpet samsvarer med den totale tilgjengelige støtterammen og søknadene i hovedsak har gjennomgått en enkel vurderingsprosess basert på tre kriterier. For å sikre rask igangsetting av pilotene, er en mulighet å ha en kortere søknadsbehandling dersom behandlingstiden er innen samme kalenderår som støtten som skal utbetales.

Eventuell videreføring av pilotprosjektene etter 2022 vil være avhengig av Stortingets bevilgning over statsbudsjettet. Det forventes at tilskuddsordningen vil videreføres også i 2023; det er enighet om dette i statsbudsjettet, men budsjettet er foreløpig enda ikke behandlet i Stortinget. Samferdselsdepartementet må vente på klarsignal for neste års budsjett, før man kan lyse ut nye midler til 2023. I forslag til nytt

statsbudsjett for 2023 er det foreslått at pilotordningen skal fortsette med lik ramme. Statsbudsjettet blir endelig vedtatt før årsskiftet. Ved en eventuell ny utlysning av midler, forventes at de fleste pilotprosjektene fra 2022 kan videreføres og at man kommer i gang tidligere enn i 2022.

Utvalg av piloter i transportvirksomhetene

Den interne utvalgsprosessen av pilotkandidater har vært ulik i transportvirksomhetene.

Nye Veier tok direkte kontakt med entreprenører på anleggsprosjekter der man så at det fantes fleksibilitet i kontraktene til å starte piloter, for å få opp forslag til pilotaktiviteter. Nye Veier lagde også et internt søknadsskjema som gikk ut til entreprenørene. Nye Veier fikk god respons på kort tid, og fikk inn flere forslag. hadde Nye Veier ti søknadskandidater. Ledergruppen i Nye Veier vedtok hvilke søknader man skulle sende til Samferdselsdepartementet og de prioriterte prosjekter der alle formaliteter var avklart, og som man vurderte som best treffende for tilskuddsordningens tildelingskriterier. Totalt ble fire søknader valgt ut, hvorav en (hydrogenpiloten) ble utsatt til senere. De som ikke ble valgt var prosjekter der kontrakter ikke var signert eller man ventet på vedtak av reguleringsplaner. Nye Veier har nå etablert en struktur for en ny prosess internt for søknader og oppfølging av pilotene.

Gjennom søknadsprosessen har Nye Veier skaffet kunnskap om kravutforming (hva man kan legge til og ikke) i pågående kontrakter. Jurister og økonomer har vært involvert i denne prosessen, og man har erfart at det i mange tilfeller er mulig å etablere pilotprosjekter innenfor rammene av eksisterende totalentrepriser. Det ville imidlertid ikke vært like enkelt dersom et helt anlegg skulle gjøres helt utslippsfritt etter kontraktsinngåelse, da dette ville ha endret premissene for hele konkurransen.

Statens vegvesen identifiserte fem relevante anleggsprosjekter, der man til slutt valgte ut tre av disse for søknader. Dette var piloter som Statens vegvesen uansett ønsket å gå videre med, slik at man uten støtte ville vært nødt til å finne finansiering internt. For Statens vegvesen var det nødvendig å ha pilotene forankret i prosjektene i god tid i forkant, noe som gjorde at dette allerede var besluttet før mulighetene om å søke midler fra tilskuddsordningen kom opp.

I Bane NOR oppfordret man de to virksomhetsområdene som har anleggsvirksomhet, Utbygging og Drift, samt Teknologi, om å sende søknader.

5.2 Vurderingskriterier og tildeling

Vurdering av søknader

Ved behandling av søknadene har Samferdselsdepartementet (Miljøseksjonen) foretatt en vurdering av i hvilken grad prosjektene oppfyller følgende kriterier;

- Prosjektet bidrar til å utvikle kunnskap og/eller teknologi som kan bidra til varige reduksjoner i direkte klimagassutslipp.
- Prosjektet bidrar til uttesting av nullutslippsløsninger på anleggsplasser i transportsektoren slik at risikoen og kostnadene ved å ta i bruk slike løsninger reduseres. Bruk av biodrivstoff anses ikke for å være en nullutslippsløsning, krever ikke uttesting og omfattes ikke av tilskuddsordningen.
- Prosjektet fører til mer effektiv bruk av maskiner og kjøretøy på, eller i direkte tilknytning til, anleggsplasser i transportsektoren, herunder mer effektive logistikk-løsninger.

Søknadene er vurdert rent faglig med vekt på gjennomførbarhet. Samferdselsdepartementet sjekket også at pilotene ikke allerede hadde fått støtte av Enova.

Utforming av kriterier

Transportvirksomhetene har hatt mulighet til å kommentere på utforming av kriteriene. Kriteriene fremstår som at de dekker godt tematikken og hensikten med støtteordningen. Samtidig er kriteriene forholdsvis bredt formulert og åpner for mange muligheter. En mulighet videre er å spisse kriteriene i større grad for å bedre skille mellom piloter og ulike måter de bidrar til utslippsreduksjon på. En annen mulighet er å innrette kriteriene i større grad mot spesifikke utfordringer knyttet til nullutslippsløsninger. Samferdselsdepartementet har vært opptatt av å ta utgangspunkt i spesielle særtrekk for transportvirksomhetenes anleggsplasser for selve tilskuddsordningen. Disse kunne imidlertid vært tydeligere gjenspeilet i tildelingskriteriene.

Oppfyllelse av kriterier

En oversikt over hvordan prosjektene som har fått bevilget støtte møter kriteriene vises i Tabell 27. I tilsagnsbrevene framgår at prosjektene er vurdert i hovedsak basert på om de oppfyller et eller flere kriterier, heller enn i hvilken grad de møter de tre kriteriene. Alle pilotene møter det første kriteriet om å bidra til å utvikle kunnskap og/eller teknologi, og alle unntatt tre piloter møter det andre kriteriet om uttesting av nullutslippsløsninger. Samtidig er det kun tre av pilotene som møter kriteriet om mer effektiv bruk av maskiner og kjøretøy. Effektivisering kan være et godt tiltak for å redusere utslipp, og kan også være enklere å gjennomføre, med lavere kostnader, enn for eksempel utvikling, innkjøp og uttesting av nullutslippsteknologi. Det kan derfor være naturlig å vurdere om man i en fremtidig utlysning bør ha større fokus på effektiviseringstiltak i pilotporteføljen.

Tabell 27 Oppfyllelse av kriterier per pilotprosjekt (basert på Samferdselsdepartementets vurdering)

Pilot	Kriterium	bidrar til uttesting av nullutslipps-løsninger	fører til mer effektiv bruk av maskiner og kjøretøy
SVV E18 Gartnerløkka Elektrifisering maskiner utstyr ⁶	x	x	
SVV E39 Betna - Stormyra Elektrifisering steinknusing	x	x	
SVV E39 Rogfast Elektrifisering tunnelproduksjon	x	x	
NV E18 Rugtvedt-Langangen Grenlandsbrua Elektrifisering bruarbeider	x		x
NV E39 Lyngdal øst-Lyngdal vest - Slamforedling	x		x
NV Kunnskapsprogram kostnadseffektiv fossilfri fremtid	x	x	
BN Ombygging av skinnegående kjøretøy til batteri	x	x	
BN Sande omformerstasjon - Ladbar elektrisk gravemaskin	x	x	
BN Narvik stasjon - Elektriske maskiner og utstyr	x	x	
BN Sandnes stasjon Rogaland - Fossilfrie maskiner tilgjengelighet	x	x	

⁶ I tilsagnsbrevet fra Samferdselsdepartementet mangler informasjon om hvordan denne piloten er blitt vurdert i henhold til de tre kriteriene. Det er derfor gjort en antakelse om at piloten svarer på kriteriene 1 og 2.

BN Drammen - Testing ladecontainer	x	x	
BN Drammen - Utvikling dashboard for overvåking maskiner og utstyrslogistikk	x		x

Støttebevilgning

Totalt 13 pilotprosjekter søkte støtte, og 12 fikk tildelt midler (Tabell 28). Både Statens vegvesen og Bane NOR fikk støtte for alle sine foreslåtte pilotprosjekter (hhv. tre og seks piloter). Nye Veier søkte om støtte for piloter både for 2022 og 2023 og fikk bevilgning for støtte til aktiviteter som skulle gjennomføres i 2022. Nye Veier søkte også støtte til ytterligere et prosjekt med planlagt oppstart i 2023. Dette prosjektet skulle skalere opp et pågående prosjekt i regi av entreprenør som har mottatt Enova-støtte, og det ble derfor besluttet å avvente eventuell søknad til 2023 for å avklare grensesnittene til Enova-støtten. Slamforedlingspiloten søkte støtte for både 2022 og 2023, men fikk kun bevilgning for 2022.

Tabell 28 Søkt og tildelt støttebeløp per søknad

Søknad om pilotprosjekt	Søkt beløp (mill. kr)	Tildelt beløp (mill. kr)
SVV E18 Gartnerløkka Elektrifisering maskiner utstyr	5	5
SVV E39 Betna - Stormyra Elektrifisering steinknusing	7,65	7,65
SVV E39 Rogfast Elektrifisering tunnelproduksjon	21	21
NV E18 Rugtvedt-Langangen Grenlandsbrua Elektrifisering bruarbeider	5,45	5,45
NV Hydrogenpilot E39 Lyngdal	15	0
NV E39 Lyngdal øst-Lyngdal vest - Slamforedling	15	8,3
NV Kunnskapsprogram kostnadseffektiv fossilfri fremtid	2	2
BN Ombygging av skinnegående kjøretøy til batteri	5	5
BN Sande omformerstasjon - Ladbar elektrisk gravemaskin	3,2	3,2
BN Narvik stasjon - Elektriske maskiner og utstyr	0,5	0,5
BN Sandnes stasjon Rogaland - Fossilfrie maskiner tilgjengelighet	0,4	0,4
BN Drammen - Testing ladecontainer	2,5	2,5
BN Drammen - Utvikling dashboard for overvåking maskiner og utstyrslogistikk	1	1
Totalt	83,7	62

Oversikten viser en høy tilslagsprosent på søknadene. Alle piloter som søkte om støtte for aktiviteter i 2022 fikk bevilget midler i samsvar med søknadsbeløpet for samme år. To piloter søkte om støtte for (hele eller deler av) prosjektaktiviteter i 2023. Slamforedlingspiloten søkte om totalt 15 mill. kr i støtte for to år (2022 og 2023), uten at det i søknaden var spesifisert fordeling av innsats mellom årene. Piloten ble derfor tildelt 8,3 mill. kr for 2022, noe som tilsvarer restbeløpet mellom øvrige søknader og total ramme. Transportvirksomhetenes totale søknadsbeløp for 2022 samsvarte altså godt med utlysningens totale ramme. Utvalgsprosessen preges derfor kun i liten grad av konkurranse mellom søknader. Det har i søknadsløpet ikke vært koordinert innsats mellom transportvirksomhetene, og de har heller ikke fått noen retningslinjer med hensyn til søknadsbeløp fra Samferdselsdepartementet (utover kjennskap til total ramme).

Fordeling av støtte mellom transportvirksomhetene

Fordelingen av støtten mellom transportvirksomhetene viser at Statens vegvesen fikk størst andel av støtten til sine prosjekter (Tabell 29). Bane NOR har flest antall pilotprosjekter, men disse har et mindre omfang. Nye Veier har tre piloter, hvorav Kunnskapsprogrammet er tilknyttet alle de andre pilotprosjektene som har fått støtte i de tre transportvirksomhetene. Det har vært noe dialog men ikke

noen spesiell koordinering på tvers av virksomhetene rundt selve søknadene. Virksomhetene hadde ingen innsyn i konkurransen og var usikre på om de traff kriteriene godt nok. Virksomhetene var mer trygge på å få støtte til pilotene som gikk på uttesting i felt, enn på andre (som for eksempel kunnskapsprogrammet).

Tabell 29 Bevilget støtte og antall pilotprosjekter per transportvirksomhet

	Bevilget støtte (mill. kr)	Antall pilotprosjekter
Statens vegvesen	33,65	3
Nye Veier	15,75	3
Bane NOR	12,6	6
Totalt	62	12

Antall søknader og vurdering

I transportvirksomhetene oppfattes ordningen som raus, uten krav til egeninnsats, med få søkere og med mulighet for fullfinansiering. Dersom man ønsker at støtteprogrammet skal innebære noen form for konkurranse, der de beste ideene og pilotprosjektene blir prioritert og valgt ut for støtte, bør det i større grad legges opp til en søknadsprosess i transportvirksomhetene som åpner for et større antall søknader.

Transportvirksomhetene ble bedt om å rangere sine respektive piloter i søknadene, men i 2022 fikk alle søknadene tildelt midler i størrelsesorden søknadsbeløpet for inneværende år (unntatt nevnte pilot uten kostnadsspesifisering og fikk tilpasset sin støtte til den totale rammen). Det antas derfor at søknadsvurderingen og beslutning om støtte har vært forholdsvis enkel, og at det ikke var nødvendig for Samferdselsdepartementet å gjennomføre en detaljert evaluering av søknadene som grunnlag for prioritering. Dersom Samferdselsdepartementet i fremtiden får inn flere søknader med et totalbeløp som er større enn hva som er budsjettert i utlysninger, vil det være et større behov for evaluering og prioritering, og behov for å sammenligne søknader. Da kan det blant annet være aktuelt å vurdere gjennomføringsevne, at leveranser og resultater er ferdigstilt innen inneværende kalenderår, samt potensiell effektrealisering på kort og på lang sikt.

Samferdselsdepartementet gjennomførte søknadsvurderingen og tok beslutning om tildeling. Dersom man i fremtiden får tilsendt et større antall søknader, der det totale søknadsbeløpet overstiger budsjettrammen, er det også mulig å involvere eksterne fagpersoner eller fagekspertter i vurdering og utvelgelse av de beste søknadene.

5.3 Tematisk innretning

Teknologisk modenhet og tiltak for effektivisering

Pilotprosjektene representerer ulike tematiske innretninger, og noen teknologier fremstår som mer modne enn andre. For eksempel pekes det på at mindre elektriske gravemaskiner er forholdsvis modne, siden de allerede finnes kommersielt tilgjengelige. Dette betyr kanskje at de ikke bør prioriteres for teknologiutprøving i denne type piloter. Effektiviseringstiltak er kun i liten grad representert blant dagens piloter. Transportvirksomhetene peker imidlertid på at effektiviseringsmuligheter kan gi viktige utslippseffekter, i tillegg til elektrifisering av maskinparken. Det kan derfor være aktuelt å innrette pilotprosjektene i større grad mot mindre modne teknologier og andre typer effektiviseringstiltak.

Overlappende eller kompletterende tematikk

Flere piloter omhandler elektrifisering og har noe overlappende tematikk. For å oppnå god representasjon, kan man vurdere å koordinere flere piloter med uttesting på tvers av flere anleggsprosjekter. En spesifikk løsning/pilotprosjekt kan for eksempel gjennomføres på flere anleggsplasser i regi av ulike

transportvirksomheter. Pilotene innen elektrifisering kan også med fordel velges ut slik at de kompletterer hverandre, med en større bredde av funksjoner eller applikasjonsområder.

Samferdselsdepartementet bør vurdere hensikten med porteføljen av pilotprosjektene, og hva man ønsker å oppnå på tvers av piloter og transportvirksomheter. Enten det er å få til overlappende tematikk, eller en bredde med flere kompletterende piloter.

Pilotenes omfang

Det oppleves som en utfordring at støtteordningen ikke er egnet for langvarige aktiviteter som kan kutte utslipp i stort omfang. For de store prosjektene er det en stor begrensning at støtteordningen er ettårig. Hvis det er et ønske om å kutte utslipp på de store anleggsprosjektene, må disse merkostnadene dekkes, enten gjennom en slik tilskuddsordning eller på andre måter.

Samtidig synes ordningen å være bedre egnet for mindre og mer konkrete problemstillinger, utredninger og FoU, der man for eksempel setter ut et avgrenset prosjekt til eksterne aktører. Dette kan adressere spesifikke problemstillinger av generell interesse, for eksempel risikovurderinger for bruk av batterielektriske maskiner i tunnel.

5.4 Gjennomføring, oppfølging og rapportering

Gjennomføringsperiode og forankring

Transportvirksomhetene opplever at framdriften i pilotprosjektene har fungert som forventet. Tilsagnsbrevet ble sendt ut til pilotene først 30. mars 2022, slik at oppstart var tidligst i andre kvartal. Dette innebærer at pilotene har hatt en kortere gjennomføringsperiode enn et helt kalenderår. Noen piloter har også opplevd forsinkelser av ulike grunner, både i forbindelse med oppstart og gjennomføring av aktivitetene.

For noen piloter har det vært en utfordring at nøkkelpersoner har sluttet, noe som har ført til forsinket fremdrift. En lærdom er at det derfor er viktig å ha en bred forankring hos anleggsprosjektene for gjennomføring av pilotene, med et tydelig eierskap hos prosjektleder og prosjekteier.

Uttesting av selve tilskuddsordningen

Selve tilskuddsordningen er ny i seg selv og kan fremstå som en pilot der opplegget for å få tilskudd er under uttesting. Samferdselsdepartementet har vært lite involvert i selve gjennomføringen av pilotene. Ordningen har også vært ny for transportvirksomhetene. Alle transportvirksomhetene har gjennomført møter med pilotene for intern oppfølging. De har ulike meninger om hvordan den interne oppfølgingen av pilotprosjektene har fungert. Noen opplever utfordringer med at de må finne ut underveis hva som fungerer, mens andre mener at den interne oppfølgingen har fungert godt og krevd lite administrasjon. Gitt en situasjon som er ny for alle involverte, er det ulike opplevelser av den pragmatiske tilnærmingen fra departementet, hvor noen oppfatter den som hjelpsom og effektiv og andre som en litt større utfordring. Spesielt Bane NOR opplever forholdsvis mye administrasjon knyttet til oppfølging av deres seks pilotprosjekter. Man vil derfor i neste runde vurdere å gjennomføre et mindre antall piloter (eventuelt med større omfang), for å redusere behovet for oppfølging og styring internt.

Tydeliggjøring av krav til rapportering

Transportvirksomhetene plikter å rapportere om pilotprosjektene fremdrift og resultater både ved utbetaling av tilskudd, samt ved utløpet av det året tilskuddet ytes for (i første omgang ved utgangen av 2022). Samferdselsdepartementet stiller også krav om å inkludere en vurdering av kostnader og

klimaeffekter, samt at klimaeffekten skal måles opp mot NTP-indikatoren. Transportvirksomhetene må rapportere på hvordan midlene er brukt og dokumentere utgifter.

Nye Veier har hatt mye dialog med sine prosjekter, spesielt hva gjelder krav til dokumentasjon ved rapportering. Transportvirksomhetene har avlevert en løypemelding om fremdrift i pilotene til Samferdselsdepartementet i forbindelse med neste års statsbudsjett. Samferdselsdepartementet er opptatt av at rapporteringen må være enkel. Man er klar over at pilotene ikke har kommet så langt og forventer ikke at pilotene vil kunne rapportere eksakte effekter i og med at de er på et forholdsvis tidlig stadium av gjennomføring.

Flere transportvirksomheter har vært i kontakt med Samferdselsdepartementet for å få mer informasjon om kravene til rapportering. Det er et overordnet behov for større tydelighet og forutsigbarhet med hensyn til rapportering, krav til oppfølging og milepæler. Samferdselsdepartementet forventer at alle pilotene leverer en sluttrapport ved utgangen av 2022.

5.5 Tidsramme

Begrensninger med en ettårig støtteordning

Transportvirksomhetene opplever at det er en stor ulempe og begrensning at tilskuddsordningen kun gjelder for ett år av gangen, siden de fleste anleggsprosjekter er flerårige. Det er et ønske om en ordning som kan gi stabil og forutsigbar finansiering over flere år. Flere av pilotprosjektene som har fått støtte i 2022 vil fortsette i 2023, og håper derfor på å få tildelt støttemidler for videreføring. Det er altså et tydelig ønske om at tilskuddsordningen er flerårig. Noen pilotprosjekter opplever forsinkelser av ulike grunner, og har utfordringer med å gjennomføre pilotene og bruke midlene som planlagt. Per oktober ser det ut som at det er mye arbeid som gjenstår i flere piloter mot slutten av året. En mulighet kan være at det stilles krav om å sette i gang pilotene i løpet av det første året, men at det er mulig å få tildelt støtte over flere år (uten behov for ny søknad). Transportvirksomhetene ser at man i noen tilfeller hadde fått bedre resultater med en flerårig løsning.

Siden det har tatt tid for noen av pilotprosjektene å komme i gang, og det er uvisst om alle tilskudd vil bli utbetalt i 2022, har Samferdselsdepartementet foreslått i nysalderingen av statsbudsjettet for 2022 en overføringsadgang for tilskuddsordningen. Dette åpner for at pilotprosjektene eventuelt kan overføre ubrukte midler fra 2022 til 2023.

Tilpasning av omfang

Dersom hensikten er å gjennomføre pilotene i løpet av et kalenderår, er det mulig at noen pilotprosjekter som krever lenger tid for å gjennomføres og levere resultater, ikke er så godt egnet til å få støtte gjennom denne tilskuddsordningen. En mulighet er at transportvirksomhetene i større grad legger til rette for å tilpasse innhold og omfang på prosjektene slik at de er mulig å fullføre i løpet av inneværende budsjettår. Dashboard-piloten (BN6) er et eksempel på pilot som egner seg godt for et kortere løp på ett år.

Siden det haster med å redusere klimagassutslippene i transportvirksomhetene, og hensikten med tilskuddsordning er å påskynde omstilling til nullutslipp, kan det likevel være et poeng at pilotene faktisk forventes å levere resultater på kort sikt. For flerårige teknologiutviklingsløp kan det eventuelt være andre støtteordninger som er mer relevante. Man kan derfor vurdere om ordningen i større grad bør prioritere piloter som er egnet for å få fram resultater i løpet av støtteperioden. Samtidig vil en flerårig støtteordning kunne innebære større og mer omfattende pilotprosjekter, med større potensial for utslippsreduksjoner på lenger sikt. Dette er en avveining som må gjøres av Samferdselsdepartementet.

5.6 Kunnskapsdeling

Kartleggingen og evalueringen av pilotprosjektene omfatter ikke kunnskapsprogrammet til Nye Veier, som er gjennomført sammen med Bane NOR og Statens vegvesen. Noen utfordringer og muligheter knyttet til kunnskapsdeling fra pilotene er likevel identifisert i vurderingen av tilskuddsordningen.

Behov for systematisk innhenting og spredning av kunnskap

Det stilles ingen spesifikke krav til kunnskapsinnhenting i tilskuddsordningen, men tildelingsbrevene anmoder at det legges til rette for erfaringsutveksling mellom pilotprosjektene. De fleste pilotene antas å være relevante for alle transportvirksomhetene, og det er flere piloter som adresserer generelle temaer og teknologier som angår flere.

Initiativet med å søke om midler til et spesifikt kunnskapsprogram i Nye Veier, var basert på at man forutså et behov for å bidra til koordinert pilotering og kunnskapsinnhenting fra pilotene. Nye Veier inviterte de andre transportvirksomhetene inn for å generere mest mulig nytte av et slikt program. Gjennom programmet har transportvirksomhetene sammen bidratt til å opprette strukturert og systematisk kunnskapsinnhenting og evaluering. En rekke aktiviteter er planlagt basert på samarbeid mellom transportvirksomhetene, blant annet evalueringen, analyser på tverrgående temaer som er relevante for alle transportvirksomhetene (og bransjen for øvrig), tiltak for ekstern kommunikasjon, formidling på fagsamlinger og frokostmøter. I tillegg er en mulighet å etablere en aktivitet for følgeforskning i tett samarbeid med pilotene som kan bidra til innsamling av erfaringer og innsikt, samt evaluering, i løpet av gjennomføringen av pilotene.

Overordnet har tilskuddsordningen ført til at transportvirksomhetene har hatt mer kontakt med hverandre, og kunnskapsprogrammet oppleves å ha bidratt positivt til samarbeidet. Det er videre et behov for å etablere et felles kunnskapsgrunnlag, noe som et felles opplegg for kunnskapsinnhenting og deling av erfaringer vil kunne bidra til.

Det synes generelt å ha vært begrenset intern kommunikasjon rundt pilotene i organisasjonene, med få spesifikke tiltak for informasjonsspredning. Pilotene bidrar til større bevissthet rundt utvikling av innovative løsninger, noe som er viktig for at transportvirksomhetene skal nå målene om utslippsreduksjon. Pilotene kan også bidra til å skape entusiasme i organisasjonene. Flere tiltak på ekstern kommunikasjon rundt pilotene er blitt gjennomført, blant annet pressemeldinger, innlegg på sosiale media, og en artikkel i Jernbanemagasinet⁷. Som del av kunnskapsprogrammet har man planlagt ytterligere tiltak for ekstern kommunikasjon.

For å drive på kunnskapsutviklingen ytterligere, kan Samferdselsdepartementet vurdere muligheter for å stille formelle krav til kunnskapsinnhenting og formidling i pilotene. En annen mulighet er å stille krav til å etablere piloter der flere transportvirksomheter samarbeider om gjennomføringen. Et forslag til en felles pilot kan være å gjennomføre en kartlegging av krafttilgang og muligheter for kraftproduksjon for utbyggingsporteføljene for alle de tre transportvirksomhetene. Gjennom bred involvering i pilotene, både innad i transportvirksomheten og i anleggsprosjektene, vil man legge til rette for økt oppbygging av kompetanse.

Raskere omstilling til nullutslipp

Et felles kunnskapsgrunnlag vil være nyttig for videre arbeid med omstillingen til utslippsfrie anleggsplasser i sektoren. For eksempel planlegger Samferdselsdepartementet å bruke erfaringene fra pilotprosjektene i

⁷ <https://jernbanemagasinet.no/artikler/ser-pa-muligheter-for-gronnere-drift/>

arbeidet med utforming av krav og målsettinger for utslippsfrie anleggsplasser i NTP (ref. at slike krav og mål er varslet i Klimaplan for 2021-2030 (Meld. St. 13, 2020-2021)).

Kunnskapsprogrammet forventes å bidra til å skape en felles struktur og system for å høste kunnskap fra pilotene. Programmet kan videre legge til rette for effektiv erfaringsutveksling og kunnskapsoppbygging blant flere aktører i transportsektoren, utover de tre transportvirksomhetene, noe som kan bidra til å ytterligere påskynde omstillingen til utslippsfrie anleggsplasser.

6 Læringspunkter og anbefalinger

6.1 Oppsummering av de viktigste læringspunktene fra søknadsrunden

Med utgangspunkt i vurderingen av tilskuddsordningen som er presentert i kapittel 5, kan de viktigste læringspunktene fra søknadsrunden oppsummeres som følger:

Tilskuddsordningen oppleves som vellykket

Tilskuddsordningen oppleves i hovedsak som svært vellykket av involverte aktører.

Samferdselsdepartementet er fornøyd med innkomne prosjektforslag, og transportvirksomhetene opplever støtteordningen som god og effektiv (lite byråkrati og administrasjon). Det etterspørres imidlertid tydeligere krav til oppfølging og rapportering fra pilotene.

Liten grad av reell konkurranse

Det har i praksis kun vært en liten grad av reell konkurranse mellom pilotprosjektene. Alle som søkte har fått støtte, og det var stort samsvar mellom søknadsbeløp og tildeling. Slamfordlingspiloten var den eneste piloten som fikk tildelt et mindre støttebeløp enn søknadsbeløp (som var for to år). Det har derfor ikke vært grunnlag for prioritering mellom de ulike søknadene, og det er uvisst om det finnes alternative løsninger eller piloter som kunne gitt bedre måloppnåelse. Fordelen er imidlertid at det heller ikke er brukt unødvendige ressurser på utforming av søknader som ikke ble innvilget.

Mulighet til å styre problemstillinger

Tildelingskriteriene gir et stort mulighetsrom for ulike piloter og innretninger på prosjekter. Dette kan være positivt med tanke på uttesting av ulike virkemidler. Erfaringer fra den første søknadsrunden er imidlertid at de fleste pilotprosjektene har omhandlet elektrifisering av maskiner og utstyr basert på forholdsvis kjent og moden teknologi. Ved å spisse tildelingskriteriene mot noen sentrale problemstillinger kan man i større grad styre piloteringen mot eksisterende kunnskapshull eller spesifikke utfordringer som skiller transportsektoren fra øvrig anleggsvirksomhet.

Begrenset tidsramme

Tidsrammen oppleves å være en begrensende faktor, i og med at pilotprosjektene kun mottar støtte for ett år, mens selve anleggsprosjektet løper over flere år. Flere av pilotene har opplevd noe forsinkelser, spesielt i oppstartsfasen, og har derfor utfordringer med å kunne levere resultater og konklusjoner i løpet av kalenderåret.

Kunnskapsprogrammet har vært en viktig arena for samarbeid og erfaringsutveksling

Nye veiers kunnskapsprogram har vært svært viktig for å etablere godt samarbeid og erfaringsutveksling mellom transportvirksomhetene. Kunnskapsprogrammet planlegger flere aktiviteter for å møte behovet om oppbygging av felles kunnskapsgrunnlag fra pilotprosjektene.

6.2 Oppsummering av de viktigste læringspunktene fra pilotprosjektene

Med utgangspunkt i evalueringsresultatene som er presentert i kapittel 3 og 4, kan de viktigste læringspunktene fra pilotprosjektene oppsummeres som følger:

Pilotprosjektene har bekreftet kjent kunnskap om utfordringer med elektrifisering av anleggsplassen

Erfaringene i pilotprosjektene bekrefter at det fortsatt er mange barrierer som må løses og forutsetninger som må på plass før elektrifisering av maskiner og utstyr kan bli konkurransedyktig med dagens fossildrevne maskiner på anleggsplassene. Flere typer elektriske maskiner og utstyr er i dag kommersielt

tilgjengelige (om ikke nødvendigvis i serieproduksjon) og aktørene synes å være godt kjent med produktenes utfordringer og begrensninger. Utprøving av maskiner med forholdsvis moden teknologi, har i liten grad fremskaffet helt ny kunnskap, men bekrefter tidligere erfaringer knyttet til økte kostnader og dårligere fremdrift på anleggsplassen som følge av begrenset batterikapasitet og behov for å lade maskinene i løpet av arbeidsdagen. Pilotene spiller likevel en viktig rolle i å øke den generelle kompetansen rundt sentrale problemstillinger blant flere aktører i bransjen.

Det mangler fortsatt kunnskap om hvordan arbeidsoppgaver og produksjon på anlegget bedre kan tilpasses drift med elektriske maskiner

Pilotprosjektene har identifisert og pekt på en rekke utfordringer knyttet til energibruk, arbeidskapasitet og ladelogistikk på anleggsplassen, men det foreligger i liten grad målrettet utprøving eller konkrete erfaringer med hvordan anleggsdriften kan løses i praksis for å optimalisere produksjonsprosessen.

Det er et betydelig potensial for mer effektiv drift av maskiner og utstyr på anleggsplassen

Pilotprosjektene har samlet sett hatt større fokus på elektrifisering av anleggsplassen, enn på å redusere transportbehovet som følge av mer effektiv drift av maskiner og utstyr. Uten at det foreligger konkrete beregninger som grunnlag for sammenligning, fremstår det imidlertid som at de pilotene som har hatt fokus på teknologiutvikling som reduserer transporten på eller i tilknytning til anleggsplassen, har hatt et større potensial for å oppnå konkrete effekter i form av reduserte klimagassutslipp.

Manglende vurdering av effektrealisering

Nesten alle pilotene har uttrykt et mål om at pilotaktiviteten skal bidra til effekter i form av reduserte klimagassutslipp, men effektmålene er i svært liten grad konkretisert. Med få unntak, er det ikke gjort rede for hvor store effekter som forventes realisert i løpet av prosjektperioden eller på lengre sikt. Dette gjør det vanskelig å prioritere mellom ulike teknologier, eller plukke ut de løsningene som fremstår mest lovende med tanke på å oppfylle overordnede målsettinger om utslippsfrie anleggsplasser.

Tilrettelegging for mer målrettet kunnskapsutvikling og deling av erfaringer

Evalueringen er foretatt på et tidspunkt hvor de fleste pilotene fortsatt pågår (oktober 2022). Det fremstår imidlertid som svært variabelt i hvilken grad og på hvilken måte resultater dokumenteres underveis i prosjektene, og det foregår i liten grad systematisk erfaringsdeling mellom de ulike pilotene. Dokumentasjon av (faktiske/potensielle) effekter, kostnadseffektivitet og viktige læringspunkter fra hver enkelt pilot bør inngå i en sluttrapport for å sikre at pilotaktivitetene bidrar til målrettet kunnskapsutvikling.

6.3 Anbefalinger til fremtidige søknadsrunder og videre tema for pilotering

Anbefalingene som følger retter seg samlet mot Samferdselsdepartementet og transportvirksomhetene og gir forslag til forbedringer knyttet til tilskuddsordningen og tematisk innretning av fremtidige piloter.

Opplagg for å skape gode pilotsøknader og konkurranse

Søknadsprosessene som gjennomføres internt i transportvirksomhetene kan med fordel åpne for et større antall gode forslag om pilotprosjekter som kan være kandidater for søknader om tilskudd. Det bør i større grad legges opp til konkurranse der søknader fra transportvirksomhetene sammenlignes, slik at man har mulighet til å velge ut de beste ideene og pilotene for tildeling av støttebidrag. Prosessen for å skrive og vurdere pilotforslag bør utformes så at den ikke innebærer altfor stor administrativ arbeidsinnsats.

Opplagg for søknadsvurdering av større antall søknader

Dersom transportvirksomhetene velger å sende inn et større antall søknader (enn i 2022) til Samferdselsdepartementet i kommende utlysninger, vil det være økt behov for vurdering og prioritering av

søknader. Vurdering av gjennomføring med hensyn til leveranser og resultater i piloteringsperioden bør gis større vekt, samt realisering av effekter på kort og på lang sikt. Det er mulig å involvere eksterne fagpersoner i vurdering av søknader.

Flere muligheter for å revidere tildelingskriterier

Kriteriene fremstår som overordnede og bredt formulert, og de åpner for mange muligheter. Dette legger til rette for et større antall søknader. En risiko ved å spisse kriteriene kan være at man får færre søknader til tilskuddsordningen. Kriteriene kan imidlertid med fordel revideres for å bedre kunne prioritere på omfang og tematikk mellom piloter. Flere av utfordringene ved elektrifisering generelt (merkostnad, maskintilgang, strømforsyning, etc.) er kjent i noen bransjer (f.eks. byggenæringen) samtidig som det er begrenset overføring av erfaringer til andre områder (anleggssektoren i dette tilfellet). Kriteriene kan derfor i større grad spisses mot å finne løsninger på spesifikke utfordringer og barrierer knyttet til omstillingen til nullutslipp, samt legge større vekt på problemstillinger knyttet til særtrekk ved transportvirksomhetenes anleggsplasser.

Krav til vurdering av effektrealisering og kostnadseffektivitet i søknad

Det kan med fordel stilles krav om at pilotprosjektene i søknadsfasen bør gjøre rede for forventet effektrealisering med en beskrivelse av hvordan løsningen forventes å bidra til måloppnåelse, med et estimat på forventede effekter og kostnadseffektivitet. Dette vil gi et bedre grunnlag for å prioritere mellom piloter, og eventuelt vurdere om det finnes andre tiltak som kunne hatt større effekt med hensyn til å redusere klimagassutslipp. En mal for prosjektbeskrivelsen som skal følge søknaden, kan forenkle arbeidet både for den som søker og den som skal vurdere søknadene.

Begrensninger ved ettårig støtte

Det er en utfordring at støtten er begrenset til ett kalenderår sett i lys av at de store anleggsprosjektene ofte løper over flere år. Dersom ordningen skal støtte piloter som er planlagt å gjennomføres i et flerårig anleggsprosjekt, bør ordningen tilby mulighet for flerårig støtte. Dersom man vil fortsette å støtte ettårige piloter, bør pilotenes omfang tilpasses til avgrensede, spesifikke og konkrete problemstillinger slik at de er godt egnet å ferdigstilles på et år. Man bør øke bevisstheten om hva som kan forventes med hensyn til resultater på kort sikt, samt langsiktige effekter av piloter som gjennomføres i større prosjekter. Uansett om støtten er ettårig eller flerårig, bør pilotene planlegges og utformes slik at de kan vise til konkrete resultater i løpet av støtteperioden.

Rask oppstart

Dersom tildelingen gjelder for inneværende kalenderår er det viktig at pilotprosjektene starter opp uten forsinkelser. For å sikre rask igangsetting etter tildeling av midler, bør søknadsbehandlingen i Samferdselsdepartementet bli gjennomført så raskt som mulig. I tillegg bør transportvirksomhetene og pilotprosjektene være godt forberedt, pilotene være godt forankret i anleggsprosjektene med et tydelig eierskap hos prosjektleder og prosjekteier. I de piloter der det er mulig, bør man legge opp til å starte aktivitetene så snart man har fått beskjed om bevilgning.

Overlappende og kompletterende pilotprosjekter

Flere av prosjektene har overlappende tematikk, spesielt innen elektrifisering. Man bør vurdere muligheter for å etablere prosjekter på tvers av transportvirksomhetene, der uttesting av løsninger kan foregå på flere lokasjoner. Piloter som bygger på samarbeid kan bidra til få til bedre synergieffekter ved overlappende temaer og/eller større erfaringsutveksling med flere kompletterende tematikker.

Innretning mot effektiviseringsløsninger og teknologier egnet for pilotering

Det fremstår som at det ligger et uutnyttet potensiale for utslippsreduksjoner i tiltak og løsninger for økt effektivisering på anleggsplassene. Videre pilotering bør derfor legges større vekt på å finne gode løsninger på effektivisering som reduserer transportbehovet på eller i tilknytning til anleggsplassene. Det finnes allerede flere velfungerende nullutslippsteknologier kommersielt tilgjengelig spesielt innen mindre maskinsegmenter, men det mangler fortsatt gode løsninger for større maskiner. Det er derfor et begrenset behov for pilotering av selve teknologien til mange mindre nullutslippsmaskiner. Pilotering av allerede moden teknologi bør i større grad legges vekt på å løse spesifikke utfordringer knyttet til hvordan nullutslippsmaskinene best mulig kan utnyttes i arbeidsprosessene på anleggsplassen. I tillegg bør man i større grad prioritere pilotering av maskinteknologier som fortsatt trenger videre utvikling, for eksempel innen større maskinsegmenter.

Tydelige krav til rapportering

Pilotene opplever usikkerhet hva gjelder oppfølging og rapportering underveis, og etterspør tydeligere krav. Det bør derfor etableres et godt opplegg for effektiv rapportering (frister og milepæler, rapporteringsmaler m.m.) som skaper forutsigbarhet i gjennomføring av pilotene. Tydelige krav til innhold i sluttrapport og til detaljnivå på rapportering av klimaeffekter kan bidra til å sikre at pilotene oppfyller forventningene til tilskuddsordningen og leverer resultater i henhold til søknaden.

Arena for kunnskapsbygging fra pilotene og raskere omstilling

Det ligger et uutnyttet potensial i mer strukturert innhenting og deling av informasjon og kunnskap fra pilotene, samt spredning og formidling av resultater. Tilskuddsordningen bør omfatte formelle krav til pilotene for systematisk kunnskapsinnhenting, deling og formidling. Kunnskapsprogrammet fyller en viktig funksjon i tilskuddsordningen, og vil bidra til erfaringsutveksling og kunnskapsdeling fra pilotene, samt etablering av et felles kunnskapsgrunnlag. En bred involvering innad i transportvirksomhetene, på tvers av virksomhetene, innad og på tvers av anleggsprosjektene, vil bidra til økt kompetanse. I tillegg, ved å involvere mange aktører i bransjen, vil programmet trolig gi et viktig bidrag til en raskere omstilling til utslippsfrie anleggsplasser i transportsektoren.

Referanser

Concept (2021) Ettorevaluering av statlige investeringsprosjekter. Retningslinjer for evaluator. NTNU Concept.

Fufa, S. M., Mellegård, S. E., Wiik, M. R. K., Flyen, C., Hasle, G., Bach, L., ... & Idsøe, F. (2018). Utslippsfrie byggeplasser. State of the art. Veileder for innovative anskaffelsesprosesser. SINTEF Fag rapport nr. 49. ISBN:978-82-536-1589-9.

Lervåg (2021) Evaluering av intelligente transportsystemer. Utvikling av evalueringsmetodikk basert på tiltakets programteori. PhD 2021:103, NTNU

Lervåg, L.E., Finne, H., Welde, M. & Ramstad, L.S. (2022) Veileder for evalueringer i Nye Veier. Case utbyggingsprosjekter. SINTEF Rapport 2022:01208, ISBN 978-82-14-07904-3

Wiik, M. R. K., Fjellheim, K., & Gjersvik, R. (2022). Utslippsfrie bygge- og anleggsplasser. Veikart. SINTEF Notat 44. ISBN 978-82-536-1755-8.

Wiik, M. R. K., Fjellheim, K., & Gjersvik, R. (2022). Erfaringskartlegging av krav til utslippsfrie bygge- og anleggsplasser. SINTEF Fag rapport nr. 86. ISBN 978-82-536-1731-2.