



RAPPORT

# Effekter av transportforskning

Delrapport 1 av 2



Foto: iStock/coldsnowstorm

# Forord

På oppdrag for Norges forskningsråd har Menon Economics og Multiconsult utarbeidet en studie av effekter av transportforskning. Formålet med arbeidet er å dokumentere effekter av transportforskning finansiert av Forskningsrådet gjennom satsingene Pilot-T og programmet Transport 2025. Studien tar utgangspunkt i transportforskning i perioden 2011–2024.

Studien presenteres i to delrapporter. Dette er delrapport 1 som presenterer effekter av utvalgte forskningsprosjekter finansiert av Forskningsrådet innen transportforskning i perioden 2011–2024. Delrapport 2 er en kartlegging og vurdering av resultater fra Pilot T-ordningen i perioden 2018 til 2024.

Annegrete Bruvoll (administrativt ansvarlig, faglig ansvarlig del 1) og Leo Grünfeld (faglig ansvarlig del 2) har vært ansvarlige for prosjektet. Peter Aalen har vært prosjektleder. Inger Nielsen Hole har hatt særlig operativt ansvar for Del 1 og Sigrid Hernes for del 2, mens Mikael Storhaug Amari har bistått på begge deler. Maren Louise Salte har ledet teamet med fageksperter fra Multiconsult, med Tugba Arsava, Sam Pawar, Kaj Halvorsen, Paal Aaserud og Rune Nordli.

Vi takker Norges forskningsråd for et spennende oppdrag og alle forskningsaktører og representanter fra deltakerbedrifter for verdifulle innspill underveis i prosessen.

Mai 2026

Annegrete Bruvoll  
Prosjektansvarlig Del 1  
Menon Economics

Mai 2026

Leo Grünfeld  
Prosjektansvarlig Del 2  
Menon Economics

## Om Menon Economics

Menon Economics analyserer økonomiske problemstillinger og gir råd til bedrifter, organisasjoner og myndigheter. Vi er et konsultantselskap som opererer i grenseflatene mellom økonomi, politikk og marked.

Menon kombinerer samfunns- og bedriftsøkonomisk kompetanse innenfor fagfelt som samfunnsøkonomisk lønnsomhet, verdsetting, nærings- og konkurranseøkonomi, strategi, finans og organisasjonsdesign. Vi benytter forskningsbaserte metoder i våre analyser og jobber tett med ledende akademiske miljøer innenfor de fleste fagfelt.

Les mer om vårt arbeid på [menon.no](http://menon.no).

## Om Multiconsult

Multiconsult ASA er et ledende norsk ingeniør- og arkitekturselskap. Med nærmere 3000 høyt kompetente medarbeidere fordelt på sterke fagområder kan Multiconsult påta seg de mest komplekse prosjektene markedet har å tilby. Multiconsult har lang erfaring med prosjekter for offentlige og private kunder innen bygg og eiendom, energi og industri og anlegg. Multiconsults rådgivning dekker et bredt spekter av fagområder, blant annet energiledelse og energieffektivisering, fornybar energiproduksjon, transport og klimagassutslipp og klimagassreduksjon med kjent og ny teknologi...

## Om Forskningsrådet

Forskningsrådet skal sikre at de beste forsknings- og innovasjonsprosjektene blir finansiert og deler ut ca. 11 mrd. kroner hvert år på vegne av alle departementene. Forskningsrådet er forvaltningens og regjeringens rådgiver innen forskning og innovasjon og gir råd om på hvilke områder samfunnet trenger mer kunnskap og nye løsninger. Forskningsrådet har også ansvar for ulike arenaer for dialog mellom forskere, næringsliv, offentlig sektor og andre brukere av forskning og innovasjon og kobler sektorene slik at de kan lære av hverandre og samfunnet får tatt ny kunnskap raskere i bruk. I tillegg utfører Forskningsrådet ulike eksternt finansierte oppdrag, satsinger og strategiprosesser, på vegne av departementene og andre offentlige organ.

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Executive summary</b>	<b>8</b>
<b>1 Introduksjon</b>	<b>10</b>
1.1 Formålet med rapporten er å belyse effekter av transportforskningen	10
1.2 Mellom 2011 og 2024 har Forskningsrådet bevilget en mrd. kroner til transportforskning	10
1.3 Leseveiledning	12
<b>2 Metodisk tilnærming</b>	<b>13</b>
2.1 Metodisk tilnærming følger en effekttrakt	13
2.2 Effektberegninger bygger på eksplisitte forutsetninger	15
2.3 Addisjonalitet tilsvare Forskningsrådets betydning i å utløse forskningen	16
<b>3 Effekter fra transportforskningen</b>	<b>17</b>
3.1 Transportforskningen gir positive samfunns effekter, og uforløste potensialer	17
3.2 Reduserte klimagassutslipp	20
3.3 Redusert miljøpåvirkning	21
3.4 Redusert reisetid	22
3.5 Økt verdiskaping	23
3.6 Økt trafikk sikkerhet	24
3.7 Reduserte kostnader	26
3.8 Økt robusthet	28
<b>4 Tallfestede effekter fra utvalgte forskningsprosjekter</b>	<b>30</b>
4.1 De fire analyserte prosjektene viser store samfunnsøkonomiske gevinster	30
4.2 Ny app reduserer antall klager i vareleveringstjenester	31
4.3 Optimalisert vedlikehold gir reduserte livsløpskostnader for stålbroer	37
4.4 Mer målrettet trafikkstyring med teknologi for veiprising for personbiler	43
4.5 Dronebruk gir mer effektiv skredovervåking	49
<b>PROSJEKTKATALOG</b>	<b>55</b>
<b>1 Trygg trafikk</b>	<b>58</b>
1.1 Geofarer vurdert fra lufta – instrumenterte droner i skredfarevurdering	59
1.2 National Ship Risk Model	59
1.3 CriSp - Finding a CRITICAL SPeed function ahead of a road section for vehicles in motion	60
1.4 Fritidsbåtplattformen	60
1.5 Måling og prediksjon av vei- og værforhold	61
<b>2 By- og kollektivtransport</b>	<b>62</b>
2.1 Persontransport i by - etterspørselseffekter på tvers av transportmidlene	63
2.2 Arbeidsreiser i storby - identifisering av akseptable og effektive virkemidler	63
2.3 RAPP - Realisering av en Autonom og Prediktiv Passasjerferge	64
2.4 Be-Insight - plattform for automatisk billettering	64
2.5 Universell selvkjørende transport	65
2.6 Tjeneste for datadrevet optimalisering av batterielektriske transportmidler	65
<b>3 Godstransport</b>	<b>66</b>
3.1 Nye GodsData	67
3.2 CARGOMAP - Kartlegging og analyse av skipsbevegelser og varestrømmer	67
3.3 SeaConAZ - Kartlegging av potensialet for å få sjøkonteinere til å gå hele vegen	68

3.4	CO2REOPT - Coordination of core European supply chains using Optimization	68
3.5	CLOUD - Collaboration in Logistics Operations and Urban Distribution	69
3.6	MultiStrat	69
3.7	Latuli - Logistics Asset Utilisation Increase	70
3.8	Logistikk-krav, miljø og kostnader (LIMCO)	70
3.9	EmX 2025 - en FOU-base for utslippsreduksjon i norsk marin transport	71
<b>4</b>	<b>Logistikk</b>	<b>72</b>
4.1	Smartere Returtransport - Effektiv logistikk av EE-avfall	73
4.2	Effektive verdikjeder for skogbruket i Kyst-Norge	73
4.3	NORSULP - Sustainable Urban Logistics Plans in Norway	74
4.4	Lås opp - Et digitalt økosystem for levering av varer og tjenester bak låst dør	74
4.5	Develop Airport Logistics Intelligence (ALI) - system for å optimisere bagasjeflyt	75
4.6	Kontaktfri	75
4.7	Last Mile 2025	76
4.8	Digitalisert og automatisert transportmeglertjeneste for logistikk	76
<b>5</b>	<b>Intelligente transportsystemer, digitalisering og automatisering</b>	<b>77</b>
5.1	Collab II: Transportoptimering med parallelle beregninger	78
5.2	OPSTRA - OPTimal Scheduling for next-generation intelligent TRANsport systems	78
5.3	GeoSUM- Geofencing for Smart Urban Mobility	79
5.4	Multimodal Reisemønstreanalyse	79
5.5	ASAM Meldingstjenester for C-ITS	80
5.6	FOMO - Future of Micromobility	80
5.7	SMART PLAN	81
5.8	GeoFlow – Next generation ITS station	81
5.9	Nonstop	82
5.10	Passasjertelling i kjøretøy	82
<b>6</b>	<b>Infrastruktur og vedlikehold</b>	<b>83</b>
6.1	Frostsikring av veger og jernbane	84
6.2	Overgang til tilstandsbasert vedlikehold i jernbanen	84
6.3	Rensing av overvann fra veg og tunnelvaskevann	85
6.4	Autonome sensorer for effektiv flyplassdrift	85
6.5	Klimatilpasning og vegtransport	86
6.6	Reduserte livsløpskostnader for bruer	86
6.7	Risikostyring i BIM-drevne offentlige samferdselsprosjekter	87
6.8	Grønn kai: planlegge infrastruktur for utslippsfrie fartøy	87

# Sammendrag

Norsk transportpolitikk har de siste tiårene fokusert på å sikre god fremkommelighet for personer og næringsliv, redusere drepte og hardt skadde i trafikken, og redusere transportens klima- og miljøavtrykk. Over tid har det vært en tydeligere vektlegging av kostnadseffektivitet og effektiv bruk av ny teknologi.

Fra 2011 og fram til 2024 har det vært bevilget om lag 1 mrd. kroner til transportforskning gjennom Forskningsrådet, med Transport 2025 som strategiske satsing. Transport 2025 retter seg mot forsknings- og kompetanseinstitusjoner, offentlig sektor og norske bedrifter. Satsningen spenner fra grunnleggende kunnskapsbygging til teknologiutvikling nært opp til kommersialisering, og det dekker alle transportformer. Formålet med denne studien er å analysere effekter av denne transportforskningen. Programmet har finansiert totalt 198 prosjekter. Studien er basert på 46 utvalgte prosjekter med identifiserte vesentlige samfunnseffekter. Vi har gjennomført dybdeanalyser med grundig verdsetting av fire særlig suksessfulle prosjekter.

## **Transportforskningen har gitt betydelige positive samfunnseffekter**

De 46 utvalgte prosjektene er kategorisert innenfor seks forskningsområder: trygg trafikk, by- og kollektiv-transport, godstransport, logistikk, ITS, digitalisering og automatisering, infrastruktur og vedlikehold. Vi vurderer at 21 av de 46 utvalgte forskningsprosjektene har påviste realiserte effekter, mens 25 prosjekter utelukkende har potensielle effekter, der realisering avhenger av videre implementering. Fordelingen av realiserte og potensielle effekter på typer effekter og forskningsområder er oppsummert i Figur S-1.

## **Reduserte kostnader og økt verdiskaping dominerer effektbildet**

Der vi finner realiserte effekter, er en stor andel knyttet til reduserte kostnader eller økt verdiskaping. Lavere kostnader oppstår hovedsakelig gjennom effektivisering av drift, logistikk og vedlikehold, mens nye produkter og løsninger som kan kommersialiseres bidrar til økt verdiskaping. Innen logistikk er det allerede bragt flere løsninger til markedet, mens bidrag til økt verdiskaping er særlig tydelig innen ITS, digitalisering og automatisering, men her er det meste å anse som potensielle gevinster.

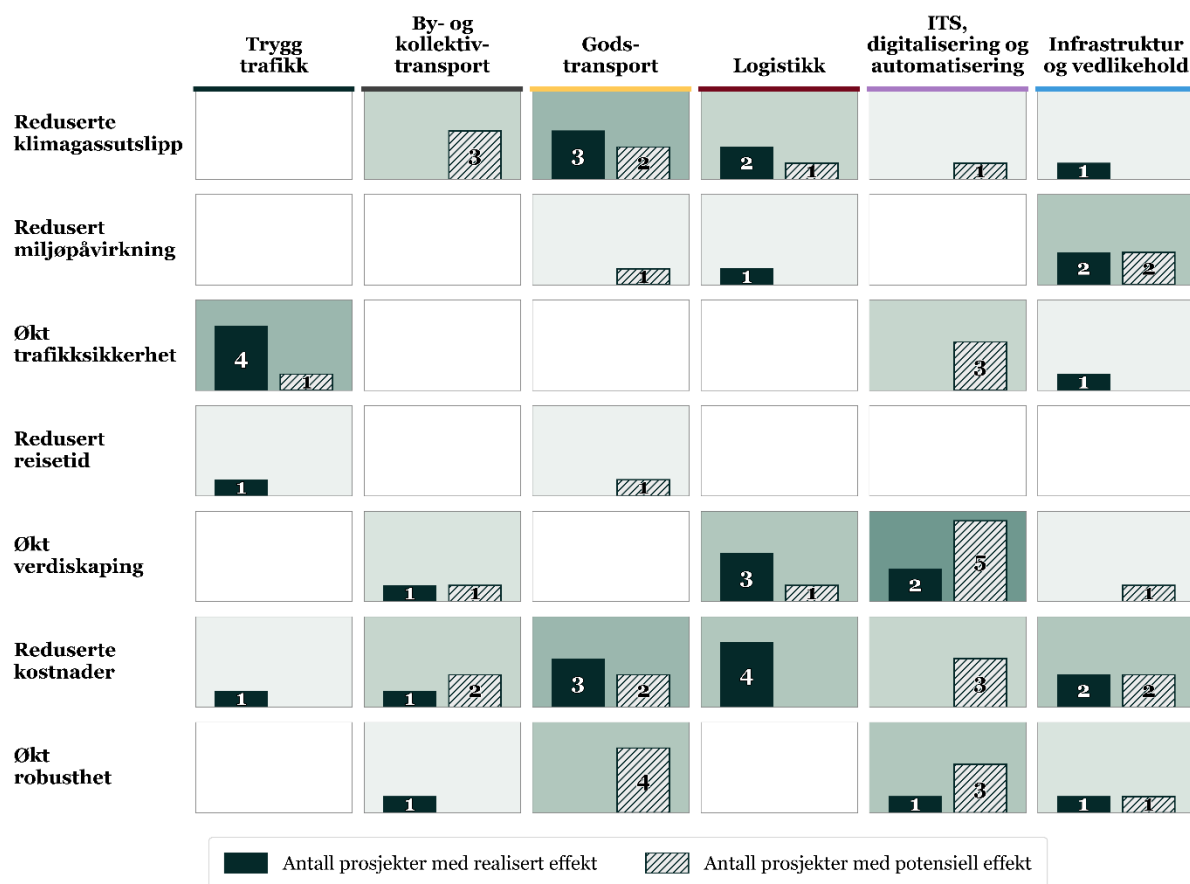
## **Forskningen har bidratt til økt trafiksikkerhet**

Forskningen har bidratt til økt trafiksikkerhet og robusthet gjennom styrket kunnskapsgrunnlag og beslutningsstøtte, samt bruk av teknologi for overvåking, styring og vedlikehold. Denne forskningen kan gi mer presise tiltak, raskere respons ved hendelser og bedre prioritering av ressurser. En del prosjekter har fremtidig potensial til å øke robusthet og trafiksikkerhet, men her er det en stor avstand mellom potensielle og praktisk bruk, særlig for jernbaneprosjektene.

## **Det er få realiserte effekter knyttet til miljøpåvirkning og reisetider**

Vi finner relativt få realiserte effekter i form av redusert miljøpåvirkning og redusert reisetid. En del prosjekter har gitt reduserte klimagassutslipp, i hovedsak som følge av mer effektiv transport og bedre utnyttelse av kapasitet, men utslippsreduksjon har i få tilfeller vært hovedformålet. Det er imidlertid potensielle for videre utvikling og implementering av grønne teknologier, og bruk av kunnskapsgrunnlag om tiltak i byområder som påvirker transportmiddelvalg. Også innen ITS, digitalisering og automatisering har relativt få av de analyserte prosjektene realiserte effekter, noe som kan komme av at disse er innenfor relativt umodne forskningstemaer.

**Figur S-1: Effektkartet over antall prosjekter med realiserte og potensielle effekter i ulike effektkategorier, fordelt på forskningsområder. Et prosjekt kan ha flere ulike effekter. Totalt dekker effektkartet 46 utvalgte prosjekter fra transportforskningen.**



### Fire prosjekter med tallfestede effekter viser store samfunnsøkonomiske gevinster

Vi har anslått samfunnsøkonomiske verdier i dybdeanalyser for fire utvalgte suksessprosjekter. Vår tilnærming har vært å kvantifisere effekter for de prosjektene som synes å ha kastet mest av seg, siden disse trolig vil representere det vesentligste av den samlede gevinsten for samfunnet. Prosjektene omfatter

- teknologi for veipricing
- app for vareleveringstjenester
- kunnskap om optimalt vedlikehold av stålbruer
- dronebasert skredovervåking

Vi anslår samlet tallfestet samfunnsøkonomisk nåverdi av disse fire forskningsprosjektene til mellom 7 og 41 mrd. Kroner. Mellom 4 og 31 mrd. kroner anslås å kunne tilskrives Forskningsrådets finansiering. I tillegg kommer ikke-kvantifiserte effekter. Det er viktig å være oppmerksom på at bare en liten brøkdel av disse effektene (9–49 mill. kroner) allerede er oppnådd (realisert). Det handler med andre ord om usikre fremtidige gevinster. Rundt 90 prosent av det kvantifiserte potensialet er knyttet til om Norge og/eller andre land innfører satellittbasert veipricing. Dersom veipricing ikke innføres, vil en lav andel av det anslåtte tallfestede potensialet realiseres. Usikkerheten i realisering av framtidige effekter gir med andre ord betydelig usikkerhet i anslagene.

## **Transportforskningen vurderes som samfunnsøkonomisk lønnsom, gitt realisering av potensielle effekter**

Samlet sett tilsier vår analyse av forskningsporteføljen at transportforskningen er samfunnsøkonomisk lønnsom, gitt at en tilstrekkelig andel av de potensielle effektene realiseres. Vi vurderer dette som realistisk, men understreker at utfallet er usikkert og avhenger av politiske beslutninger, markedsutvikling og videre implementering av resultater fra gjennomførte forskningsprosjekter.

Antallet prosjekter med potensielle effekter, og de store tallfestede potensialene, må ses i lys av at implementering av ny kunnskap og teknologi i transportsystemet ofte er tidkrevende og avhengig av politiske beslutninger, reguleringer og organisatoriske endringer.

En stor del av transportforskningen er rettet mot kunnskapsutvikling, metodeforbedringer og beslutningsstøtte for myndigheter og transportaktører. Slike bidrag kan være viktige for fremtidig forskning, planlegging og politikktutforming, men de er ofte vanskeligere å knytte til direkte og målbare samfunnsøkonomiske effekter.

# Executive summary

Norwegian transport policy in recent decades has focused on ensuring good mobility for people and businesses, reducing fatalities and serious injuries in traffic, and reducing the climate and environmental footprint of transport. Over time there has been a clearer emphasis on cost-effectiveness and the efficient use of new technology.

From 2011 to 2024, approximately NOK 1 billion has been allocated to transport research through the Research Council of Norway, with Transport 2025 as the strategic initiative. Transport 2025 targets research and competence institutions, the public sector and Norwegian businesses. The initiative spans from basic knowledge development to technology development close to commercialisation and covers all modes of transport. The purpose of this study is to analyse the effects of this transport research. The programme has funded a total of 198 projects. The study is based on 46 selected projects with identified significant societal effects. We have conducted in-depth analyses of four particularly successful projects.

## **Transport research has delivered significant positive societal effects**

The 46 selected projects are categorised within six research areas: road safety, urban and public transport, freight transport, logistics, ITS, digitalisation and automation, and infrastructure and maintenance. We find that 21 of the 46 selected research projects have documented realised effects, while 25 projects have potential effects only, where realisation depends on further implementation.

## **Cost reductions and value creation dominate the effect picture**

Where realised effects are found, a large share relates to reduced costs or increased value creation. Lower costs arise mainly through more efficient operations, logistics and maintenance, while new products and solutions that can be commercialised contribute to increased value creation. In logistics, several solutions have already been brought to market, while contributions to increased value creation are particularly evident within ITS, digitalisation and automation – though here most gains are to be considered potential.

## **The research has contributed to improved road safety**

The research has contributed to improved road safety and resilience through a strengthened knowledge base and decision support, as well as the use of technology for monitoring, management and maintenance. This research can enable more targeted measures, faster incident response and better resource prioritisation. Several projects have future potential to improve resilience and road safety, but there is a large gap between potential and practical application, particularly for the railway projects.

## **Few realised effects related to environmental impact and travel times**

We find relatively few realised effects in the form of reduced environmental impact or shorter travel times. Some projects have led to reduced greenhouse gas emissions, mainly through more efficient transport and better capacity utilisation, but emissions reduction has in few cases been the primary objective. There is, however, potential for further development and deployment of green technologies, and for applying the knowledge base on measures in urban areas that influence mode choice. Within ITS, digitalisation and automation, relatively few of the analysed projects have realised effects, which may reflect that these are relatively immature research topics.

## **Four projects with quantified effects show large socioeconomic gains**

We have estimated socioeconomic values in depth analyses for four selected high-performing projects. Our approach has been to quantify effects for the projects that appear to have delivered the greatest returns, as these likely represent the bulk of the aggregate societal gain. The projects cover:

- technology for road pricing
- an app for parcel delivery services
- knowledge on optimal maintenance of steel bridges
- drone-based avalanche monitoring

We estimate the combined quantified socioeconomic net present value of these four research projects at between NOK 7 and 41 billion. Between NOK 4 and 31 billion is estimated to be attributable to the Research Council's funding. In addition come non-quantified effects. It is important to note that only a small fraction of these effects (NOK 9–49 million) has already been achieved. These are, in other words, uncertain future gains. Around 90 per cent of the quantified potential is linked to whether Norway and/or other countries introduce satellite-based road pricing. If road pricing is not introduced, a low share of the estimated quantified potential will be realised. The uncertainty surrounding the realisation of future effects therefore generates considerable uncertainty in the estimates.

## **Transport research is assessed as socioeconomically viable, given realisation of potential**

Overall, our analysis of the research portfolio suggests that the transport research is socioeconomically viable, provided that a sufficient share of the potential effects is realised. We consider this realistic, but emphasise that the outcome is uncertain and depends on policy decisions, market developments and continued implementation of results from completed research projects.

The number of projects with potential effects, and the large, quantified potentials, must be viewed in light of the fact that implementing new knowledge and technology in the transport system is often time-consuming and dependent on policy decisions, regulations and organisational change.

A large share of the transport research is directed at knowledge development, methodological improvements and decision support for public authorities and transport actors. Such contributions can be important for future research, planning and policy development, but they are often harder to link to direct and measurable socioeconomic effects.

# 1 Introduksjon

**Denne rapporten belyser effekter av transportforskningen støttet av Forskningsrådet i perioden 2011–2024. Forskningsrådet har totalt bevilget om lag en mrd. kroner til transportforskning i perioden.**

## 1.1 Formålet med rapporten er å belyse effekter av transportforskningen

Samferdselsdepartementet har bedt Forskningsrådet om å gjennomføre en studie av effekter av transportforskningen støttet av Forskningsrådet gjennom Pilot-T og programmet Transport 2025. Studien er gjennomført av Menon Economics med støtte fra Multiconsult. Arbeidet oppsummeres i to delrapporter, hvor denne rapporten er Delrapport 1.

- **Delrapport 1: Effekter av transportforskning.** I denne delrapporten identifiseres og beregnes de samfunnsmessige effektene av transportforskning som har fått støtte fra Forskningsrådet i perioden 2011 til 2024. Dette vurderes i lys av 46 utvalgte forskningsprosjekter fra porteføljen, hvorav det er gjennomført detaljerte effektanalyser på fire av disse.
- **Delrapport 2: Resultater av Pilot-T-ordningen.** I denne delrapporten kartlegges og vurderes resultater fra prosjekter som har fått støtte av Forskningsrådet gjennom Pilot T-ordningen i perioden 2018 til 2024.

## 1.2 Mellom 2011 og 2024 har Forskningsrådet bevilget en mrd. kroner til transportforskning

Transport 2025 er Forskningsrådets strategiske satsing på forskning og innovasjon i transportsektoren. Programmet ble etablert i 2015 som en oppfølging av kunnskapsgrunnlaget *Ingen veg utenom*, som Forskningsrådet utarbeidet i 2013.<sup>1</sup> Kunnskapsgrunnlaget pekte på behovet for å se transportsystemet i sammenheng, og for å utvikle nye løsninger i en sektor preget av store omstillingsbehov.

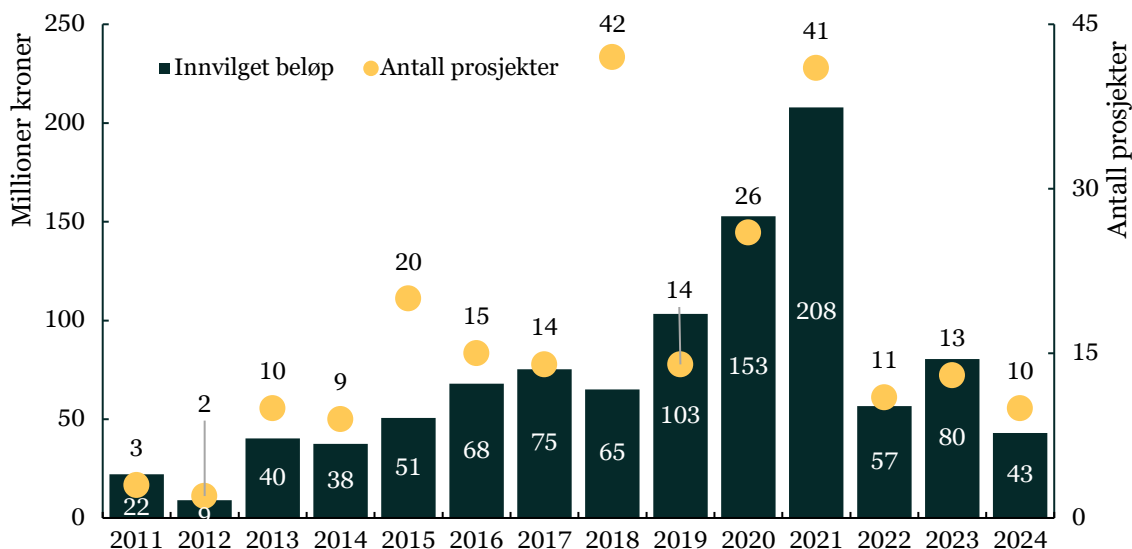
Hovedmålet med Transport 2025 er å bidra til kunnskap, kompetanse og innovasjon som legger til rette for effektive, sikre og bærekraftige transportløsninger. For å nå disse målene skal Transport 2025 også bidra til å utvikle et velfungerende forsknings- og innovasjonssystem på transportområdet. Som Figur 1-1, har Forskningsrådet bevilget om lag 1 mrd. kroner i perioden 2011–2024. Tekstboksen under beskriver utvalget prosjekter inkludert i studien.

### Tekstboks 1-1: Utvalg av forskningsprosjekter i studien.

Utvalget av prosjekter vi har sett på i dette prosjektet er avgrenset på følgende måte: Bruttolisten består av alle prosjekter innen Transport 2025 som ble avsluttet tidligst i 2015, totalt 239 prosjekter. Innenfor disse har vi begrenset utvalget til prosjekter med oppstart tidligst i 2011 og senest i 2024, og med avslutning i perioden 2015 til 01.01.2025, totalt 198 avsluttede prosjekter. Disse var utgangspunkt for videre utvelgelse.

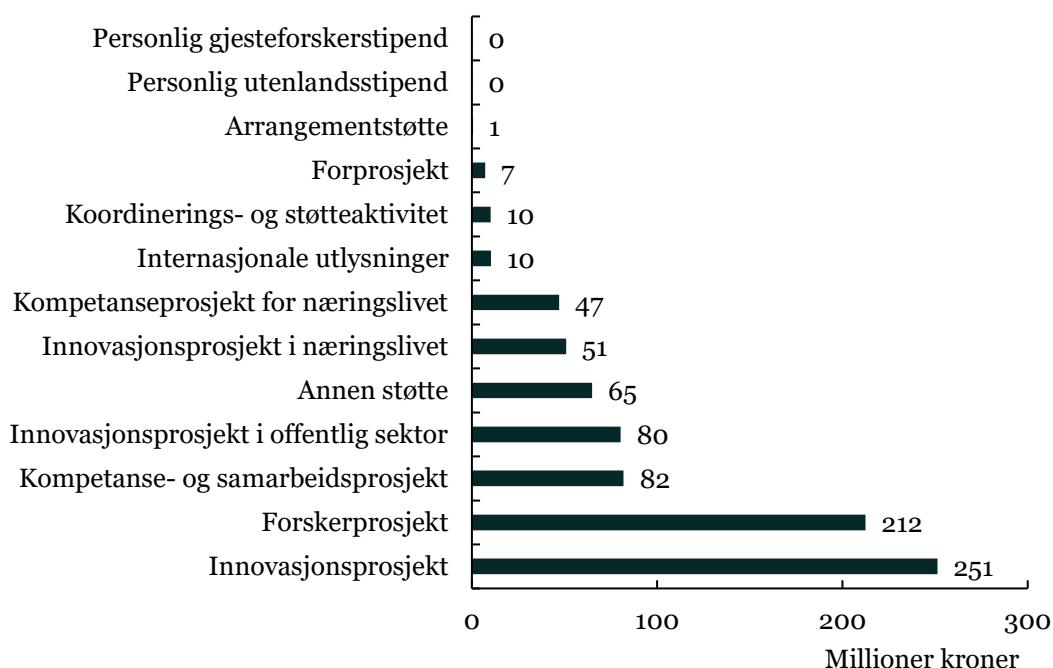
<sup>1</sup> Forskningsrådet (2017). *Transport 2025*. Tilgjengelig [her](#).

**Figur 1-1: Bevilgninger i Transport 2025-porteføljen i perioden 2011-2024, fordelt på år for første bevilgning. Totalt innvilget beløp på venstre akse, og antall prosjekter på høyre akse. Kilde: Forskningsrådet, bearbeidet av Menon Economics.**



Transport 2025 retter seg mot forsknings- og kompetanseinstitusjoner, offentlig sektor og norske bedrifter som kan bidra til langsiktig kompetansebygging og videreutvikling av transportsystemet. Figur 1-2 viser fordeling på ulike typer prosjekter.

**Figur 1-2: Fordeling av bevilgninger på type prosjekt, i perioden 2011-2024.**



Denne studien tar for seg prosjektene som er startet etter 2011 og avsluttet før 2025, totalt 198 prosjekter.

## 1.3 Leseveiledning

Studien er strukturert som følger av Tabell 1-1.

**Tabell 1-1: Oversikt over rapportstruktur**

#	Rapportdel	Beskrivelse av innhold
1	Introduksjon	Formål med rapporten, bakgrunn for oppdraget og oversikt over rapportstruktur.
2	Metodisk tilnærming	Beskrivelse av metode for utvelgelse av prosjekter og effektvurdering, forutsetninger for beregninger, addisjonalitet og usikkerhet.
3	Effekter fra transportforskningen	Overordnet analyse av identifiserte effekter fra 46 utvalgte prosjekter fra transportforskningsporteføljen.
4	Tallfestede effekter fra utvalgte forskningsprosjekter	Dybdeanalyser av fire utvalgte prosjekter med særlig store effekter, inkludert beregning av samfunnsøkonomisk verdi.
	Vedlegg: Prosjektkatalog	Katalog med 46 utvalgte prosjekter, inkludert kort beskrivelse av innhold, aktører og identifiserte effekter per prosjekt, fordelt på forskningsområder.

I pdf-format kan bokmerkefunksjonen brukes til å enkelt navigere i rapporten.

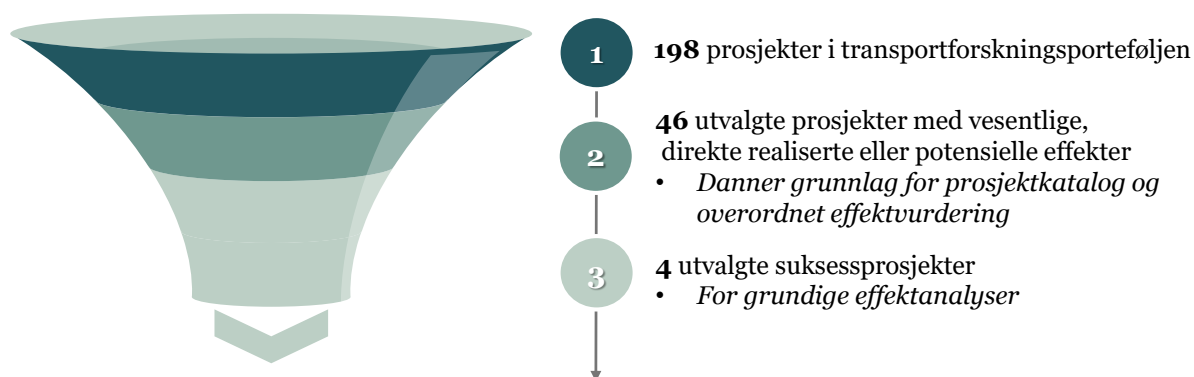
## 2 Metodisk tilnærming

Vi bruker en totrinns utvelgelsesmetode for å identifisere og kvantifisere effekter av transportforskningen. I første trinn har vi valgt ut 46 prosjekter for overordnet vurdering, basert på om prosjektene har påvisbare direkte effekter som enten er realisert eller sannsynligvis vil realiseres. I andre trinn har vi gjennomført dybdeanalyser av fire av prosjektene, valgt ut basert på effektstørrelse, målbarhet og variasjon i tema og effektkategorier. For disse fire prosjektene er effektene anslått tallfestet i kroner og andre kvantitative størrelser. Vi anslår også Forskningsrådets utløsende effekt på forskningen (addisjonalitet).

### 2.1 Metodisk tilnærming følger en effekttrakt

Siden effekter av FoU-prosjekter er spredte og oppstår over tid, er de vanskelig å kvantifisere. Møreforskningens effektmåling av næringsrettede forskningsprosjekter viser at noen få prosjekter gir stor avkastning for næringslivet eller samfunnet, mens flertallet av offentlig støttede FoU-prosjekter har uklare eller ingen virkninger.<sup>2</sup> Det er dermed en god tilnærming å snevre inn effektanalyser til de casene som synes å ha kastet mest av seg, siden disse trolig vil representere det vesentligste av den samlede gevinsten for samfunnet. Utvelgelse av suksessprosjekter følger «effekttrakten», illustrert av figuren under.

Figur 2-1: Illustrasjon av utvelgelsesprosess for suksessprosjekter.



Effektmålingen foregår ved en silingsprosess. I første trinn har vi av 198 prosjekter identifisert og vurdert overordnede effekter fra et utvalg på 46 forskningsprosjekter (kapittel 3), utfra at vi vurderer disse å ha vesentlige realiserte eller potensielle direkte effekter. De 46 prosjektene er fordelt på seks forskningsområder. Omtaler er sammenstilt i en prosjektkatalog (se prosjektkatalog til slutt i denne rapporten). Funn og konklusjoner i rapporten er avgrenset til de 46 prosjektene. Vurderingene er overordnede, og bygger hovedsakelig på forskningsaktørenes egne rapporteringer.

Prosjektene som ble silt ut i første trinn hadde enten resultater som ikke er tatt i bruk, eller effekter som fremstår som usikre, indirekte eller vanskelige å dokumentere. Mandatet er å identifisere og vurdere effekter av forskningen, og vi har derfor bare tatt med videre prosjekter som vi vurderte ville ha direkte effekter som vi kan sannsynliggjøre ikke ville oppstått uten forskningen. Disse 46 prosjektene befinner seg i hovedsak sent i forsknings- og innovasjonsløpet, ofte nær implementering

<sup>2</sup> Møreforskning (2020). *Resultat- og effektmåling av innovasjonsprosjekter i næringslivet 2020*. Tilgjengelig [her](#).

eller kommersialisering. Samtidig er store deler av transportforskningen i Norge rettet mot kunnskapsbygging, metodeutvikling og beslutningsgrunnlag. Slike prosjekter kan være viktige for videre forskning og politikktutforming, men det er ofte vanskelig å dokumentere direkte samfunns effekter. Vi silte derfor som hovedregel ut slike prosjekter, med unntak av de vi vurderte at forskningen med stor sannsynlighet har påvirket politikktutforming, regelverk eller konkrete tiltak.

*I andre trinn* har vi vurdert effekter for fire av de mest suksessfulle prosjektene blant de 46 prosjektene i første trinn (se kapittel 4). Her går vi mer grundig til verks for å beregne forventede nåverdier av forskningsbidragene. Nåverdien omfatter verdien av allerede oppnådde effekter, og/eller potensielle fremtidige effekter. Summen av nåverdiene fra de fire prosjektene kan tolkes som et absolutt minimumsanslag på transportforskningens effekter, ettersom et stort antall andre prosjekter ikke er redegjort for. Utvelgelsen er blitt gjort i samspill med Forskningsrådet. En del case som var antatt gode, ble på veien tatt ut av ulike årsaker. Forskningscasene er valgt etter følgende kriterier:

- **Effekter:** Casene skal demonstrere store effekter og gi eksempler på forskning med høy oppnåelse
- **Målbarhet:** Effektene skal være mulige å måle og kvantifisere, og data skal være tilgjengelig
- **Spredning:** Casene skal belyse ulike tema og ulike typer effekter

Vi beregner *direkte effekter*. Vi vurderer ikke indirekte effekter, hvor direkte effekter av caset kan utløse andre effekter (for eksempel kan økt trafiksikkerhet kan utløse reduserte kostnader). Størrelsen på indirekte effekter avhenger av flere faktorer, og er mer usikre og vanskeligere å anslå enn direkte effekter. Effekter er delt inn i sju ulike kategorier, som oppsummert i Tabell 2-1.

**Tabell 2-1: Definisjon av effekter.**

Type effekt	Beskrivelse
<b>Reduserte klimagassutslipp</b>	Oppstår ved fortregning av fossile drivstoff, overgang til nullutslippsteknologi, redusert energibruk i transport, eller mer effektiv ruteplanlegging og lasteutnyttelse.
<b>Redusert miljøpåvirkning</b>	Oppstår ved mindre belastning på natur og miljø, for eksempel redusert arealbruk, lavere luftforurensning og støy, eller lavere utslipp av naturskadelig avfall.
<b>Redusert reisetid</b>	Oppstår ved bedre fremkommelighet, mer effektiv trafikkavvikling og ruteplanlegging, redusert nedetid eller færre forsinkelser i transportsystemet.
<b>Økt verdiskaping</b>	Oppstår ved kommersialisering av forskningsresultater, utvikling av nye produkter og tjenester med internasjonale inntekter, styrket konkurransekraft for næringslivet, eller ved at produksjon tar i bruk ubenyttede ressurser eller bruker ressurser mer effektivt.
<b>Økt trafiksikkerhet</b>	Oppstår ved reduksjon i antall drepte og skadde, gjennom sikrere kjøretøy, sikrere infrastruktur, bedre risikoovervåking eller endret trafikantadferd.
<b>Reduserte kostnader</b>	Oppstår ved lavere investeringskostnader, lavere kostnader til drift og vedlikehold, mer effektiv utnyttelse av eksisterende infrastruktur, eller billigere teknologiløsninger.
<b>Økt robusthet</b>	Oppstår ved bedre oppetid og driftsstabilitet, økt motstandsdyktighet mot avvik, eller styrket beredskap og leveringspålitelighet i transportsystemet.

Involvering av og forankring med forskningsaktørene har vært et viktig element i organiseringen av arbeidet og utarbeidelsen av analysene. Forskningsaktørene har fått mulighet til å gi innspill til innholdet i prosjektkatalogen og de har bidratt i dybdeanalyse av utvalgte suksessprosjekter.

Rene teknologiutviklingsprosjekter utgjør en relativt liten andel av de vurderte prosjektene. Prosjektene høyt på TRL-skalaen er i stor grad gjennomført via Pilot-T, som skal være et virkemiddel rettet mot å utvikle, teste og pilotere teknologier, tjenester og forretningsmodeller med potensial til å gjøre fremtidens transportsystem effektivt, miljøvennlig og trygt.

## 2.2 Effektberegninger bygger på eksplisitte forutsetninger

I denne studien søker vi å vurdere addisjonelle *nettoeffekter* av forskningen. Nettoeffekter er endringer som ikke hadde funnet sted uten forskningen. For fire utvalgte prosjekter tallfester vi nettoeffektene. Dette er en krevende øvelse, siden det er usikkert både hva som ville skjedd uten forskningen, og hvordan grunnlaget for å utnytte forskningsresultatene framover vil utvikle seg. Beregningene må dermed leses som usikre anslag, og ses i lys av forutsetningene vi har lagt til grunn.

I beregningene av effekter legger vi samfunnsøkonomiske prinsipper til grunn. Samfunnsøkonomiske effekter omfatter bare effekter som oppstår i Norge, eller effekter i utlandet som tilfaller norsk økonomi, for eksempel gjennom eksportinntekter eller gjennom norske selskapers tilstedeværelse i utlandet. I henhold til samfunnsøkonomisk metode beregner vi nåverdi med diskonteringsrente 4 prosent. Dette er renten som brukes i lønnsomhetsvurderinger av statlige investeringer, og anbefalt rente i samfunnsøkonomiske analyser opp til 40 år, se [rundskriv R-109](#). Diskontering innebærer at samfunnsøkonomiske gevinster får lavere verdi jo lenger inn i fremtiden de oppstår, og tilsvarende at effekter i fortiden har høyere verdi.

Videre gjør vi en rekke forutsetninger som er spesifikke i hvert av de fire dybdeanalysene. Kilder til direkte resultater av forskningen (reduksjon antall kundeklager, reduksjon i vedlikeholdsfrekvens, inntekter ved veipricing, færre trafikkavbrytelser, osv.) stammer hovedsakelig fra forskningsmiljøene og næringsaktørene som står bak innovasjonen. Vi har kryss-sjekket og vurdert realisme i påståtte resultater. Videre har vi gjort spesifikke antagelser om utbredelse av innovasjonen i fremtiden, ut fra størrelse på relevant marked for innovasjonen, og et antatt spenn på hvor stor del av markedet vi tror innovasjonen kan dekke. Forutsetningene om effekter, særlig om fremtidige effekter, er av natur usikre. De spesifikke forutsetningene vi har gjort er oppgitt for hvert prosjekt.

Det er stor usikkerhet om antatt *levetid* for innovasjonene, altså hvor lenge innovasjonen gir effekter for samfunnet. Levetiden skal reflektere tiden det tar før nettoeffektene av innovasjonen er null, enten fordi innovasjonen er utdatert, eller fordi det vil eksistere konkurrerende teknologier eller løsninger med minst like stor effekt. Levetiden kan variere mellom innovasjoner. Etter vår kjennskap finnes ingen etablerte regler for hvilken levetid som skal brukes for å beregne effekter for ulike typer innovasjoner. Vi velger å bruke ulike levetider for de ulike innovasjonene basert på følgende kjennetegn:

- Type innovasjon: radikale innovasjoner kan ha lengre levetid siden de fører til betydelige endringer i markedet. Inkrementelle innovasjoner kan ha kortere levetid.
- Tempo på utvikling i markedet: rask teknologisk utvikling eller kunnskapsutvikling kan redusere levetiden til en innovasjon da nyere teknologi eller kunnskap raskere erstatter eller forbedrer den eksisterende. Vi forventer generelt lavere innovasjonstempo der utbygging av teknologi er forbundet med høye kostnader.
- Nivå på konkurranse i markedet: i markeder med høy konkurranse vil levetiden være kortere, da konkurrenter raskt kan introdusere lignende eller bedre produkter.

Ovennevnte punkter innebærer at vi setter levetiden til senest 2030, 2035 eller 2040. Etter utgått levetid anser vi at det er høy sannsynlighet for andre innovasjoner med minst like store effekter.

## 2.3 Addisjonalitet tilsvarer Forskningsrådets betydning i å utløse forskningen

Transportforskningen i Norge inneholder ikke bare prosjekter finansiert av Forskningsrådet, og mange av prosjektene har også egeninnsats. I synliggjøring av Forskningsrådets bidrag til effekter må en både ta hensyn til at prosjektet er finansiert av flere aktører og at selve prosjektet kan utgjøre ett av flere bidrag til løsningen på et definert problem. Addisjonalitet handler om i hvilken grad finansieringen fra Forskningsrådet har vært utløsende for at prosjektet kom i gang i første rekke, og deretter i hvilken grad prosjektet har vært utløsende for vurderte effekter.

I vurderingen av i hvilken grad prosjektet har vært utløsende inngår både en vurdering av *om* en kunne kommet fram til en tilsvarende løsning på en annen måte, og en vurdering av *når* en eventuelt kunne kommet fram til en løsning. For eksempel kunne næringsaktører ha igangsatt et tilsvarende prosjekt på egen hånd. Tidsdimensjonen utgjør en viktig del av vurderingen, fordi vi bare kan regne med de effektene som innovasjonen skaper inntil vi mener en eventuell alternativ løsning m/ed tilsvarende effekter ville kommet på plass gjennom en annen kanal.

Vurderingene knyttet til addisjonalitet vil i sin natur være subjektive fordi vi ikke kjenner den kontrafaktiske utviklingen dersom prosjektet ikke var gjennomført. Vi legger derfor stor vekt på å innhente informasjon som kan belyse prosjektets addisjonalitet, her under uttalelser fra brukere/næringsaktørene når grad av addisjonalitet skal fastslås. Disse vil ofte gi informasjon om betydningen av en gitt innovasjon for verdiskapingen og et nøkternt blick på hvor utløsende en gitt innsikt har vært.

*Addisjonalitetsgrad* tilsvarer anslått andel av effekter per case som kan tilskrives Forskningsrådets finansiering. Ettersom addisjonalitetsgraden vil bygge på kvalitative vurderinger, bruker vi spenn mellom verdiene 0, 25, 50, 75 og 100 prosent.

# 3 Effekter fra transportforskningen

Samlet sett finner vi at transportforskningen har gitt store positive samfunnseffekter, og peker på at ytterligere samfunnseffekter kan utløses om flere av forskningsresultatene tas i bruk. Økonomiske effekter, i form av reduserte kostnader og økt verdiskaping, dominerer. Prosjektene påvirker i første rekke veibaserte fremkomstmidler, mens færre av prosjektene i gjennomgangen berører jernbane, luftfart, og sjøfart.

## 3.1 Transportforskningen gir positive samfunnseffekter, og uforløste potensialer

I denne delen av studien vurderer vi overordnede effekter fra utvalget på 46 prosjekter, samlet i prosjektkatalogen bakerst i rapporten. Utvalget består av prosjekter vi vurderer til å ha direkte, vesentlige realiserte eller potensielle effekter, valgt ut av 198 prosjekter. Realiserte effekter tilsier at prosjektresultatene er implementert og allerede gir, eller har gitt, effekter, mens potensielle effekter kan utløses dersom prosjektresultater implementeres senere, typisk forutsatt politiske beslutninger, videre teknologisk utvikling, markedsutvikling eller endringer i rammebetingelser.

Antall prosjekter med realiserte og potensielle effekter sier i seg selv ikke noe om samlet effektstørrelse, men gir likevel en indikasjon på i hvilken grad forskningen tas i bruk og gir samfunnseffekter. Tabell 3-1 oppsummerer antall prosjekter vurdert med realiserte og potensielle effekter innen ulike forskningsområder. Samlet finner vi at 21 av de 46 prosjektene har realiserte effekter, mens 25 har potensielle effekter.

**Tabell 3-1: Antall prosjekter med realiserte/potensielle effekter innen hvert forskningsområde.**

Forskningsområde	Antall prosjekter med realiserte effekter*	Antall prosjekter med potensielle effekter**
Trygg trafikk	■ ■ ■ ■	□
By- og kollektivtransport	■	□ □ □ □ □
Godstransport	■ ■ ■	□ □ □ □ □ □
Logistikk	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	□
ITS, digitalisering og automatisering	■ ■	□ □ □ □ □ □ □ □
Infrastruktur og vedlikehold	■ ■ ■ ■	□ □ □ □

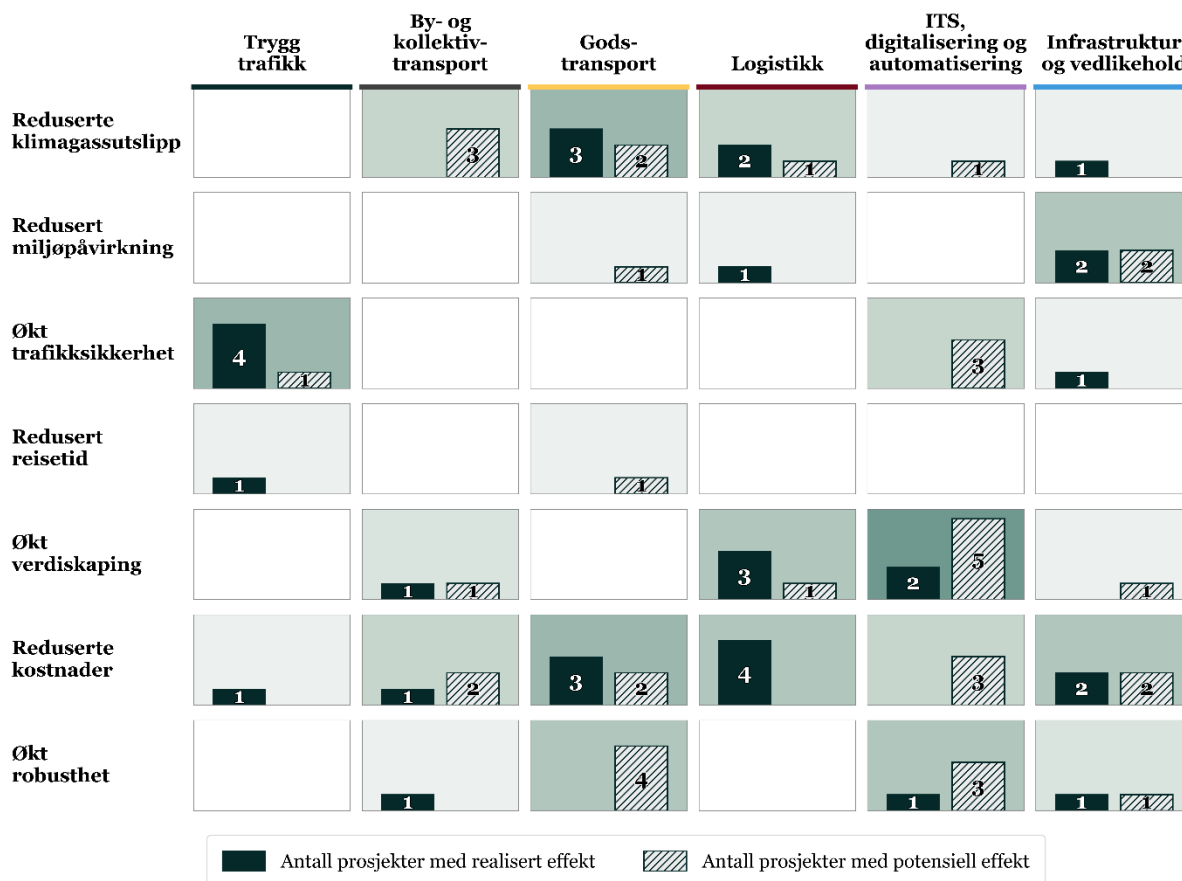
\*Prosjekter med allerede implementerte resultater, som gir/har gitt positive samfunnseffekter. \*\*Prosjekter med potensial for å gi positive samfunnseffekter i fremtiden.

Innen logistikk er det relativt mange prosjekter med realiserte effekter. Disse retter seg ofte mot avgrensede prosesser i enkeltvirksomheter og kan implementeres uten omfattende koordinering mellom mange aktører. Også innen infrastruktur og vedlikehold og trygg trafikk finner vi flere prosjekter med realiserte effekter. Her dreier prosjektene med realiserte effekter seg ofte om kunnskapsprosjekter som gir henholdsvis mer effektivt vedlikehold og bedre beslutningsgrunnlag for å redusere trafikkrisiko.

Innen by- og kollektivtransport, godstransport, samt ITS (Intelligente Transportsystemer), digitalisering og automatisering, er andelen realiserte effekter lavere. Samtidig er potensialet stort. For godstransport og by- og kollektivtransport kan det være krevende å ta i bruk forskningsresultater der implementering krever politiske beslutninger, koordinering mellom flere aktører og endringer i eksisterende systemer. ITS, digitalisering og automatisering er på sin side et mindre modent forskningsområde, hvor mange prosjekter er teknologitvillingsprosjekter der teknologien nylig er utviklet eller ennå ikke fullt ut tatt i bruk.

Prosjektene gir effekter innen ulike kategorier, som vist i effektkartet i Figur 3-1.

**Figur 3-1: Effektkartet viser antall prosjekter med realiserte og potensielle effekter i ulike effekt-kategorier, fordelt på forskningsområder. Et prosjekt kan ha flere ulike effekter. Totalt dekker effektkartet 46 utvalgte prosjekter fra transportforskningen.**



En relativt stor andel av prosjektene har økonomiske effekter, hovedsakelig gjennom reduserte kostnader, dels gjennom økt verdiskaping. Lavere kostnader oppstår stort sett gjennom effektivisering av drift, logistikk og vedlikehold. Økt verdiskaping oppstår ved at forskningen har bragt frem produkter og løsninger som kan kommersialiseres. Særlig innen ITS, digitalisering og automatisering er potensialet for økt verdiskaping stort, mens det innen logistikk allerede er bragt flere løsninger til markedet.

En del prosjekter har gitt reduserte klimagassutslipp, i hovedsak som følge av mer effektiv transport og bedre utnyttelse av kapasitet. Utslippsreduksjon har i få tilfeller vært hovedformål. Det er et videre potensial i utvikling og implementering av grønn teknologi, og bruk av kunnskapsgrunnlag om tiltak i byområder som påvirker transportmiddelvalg.

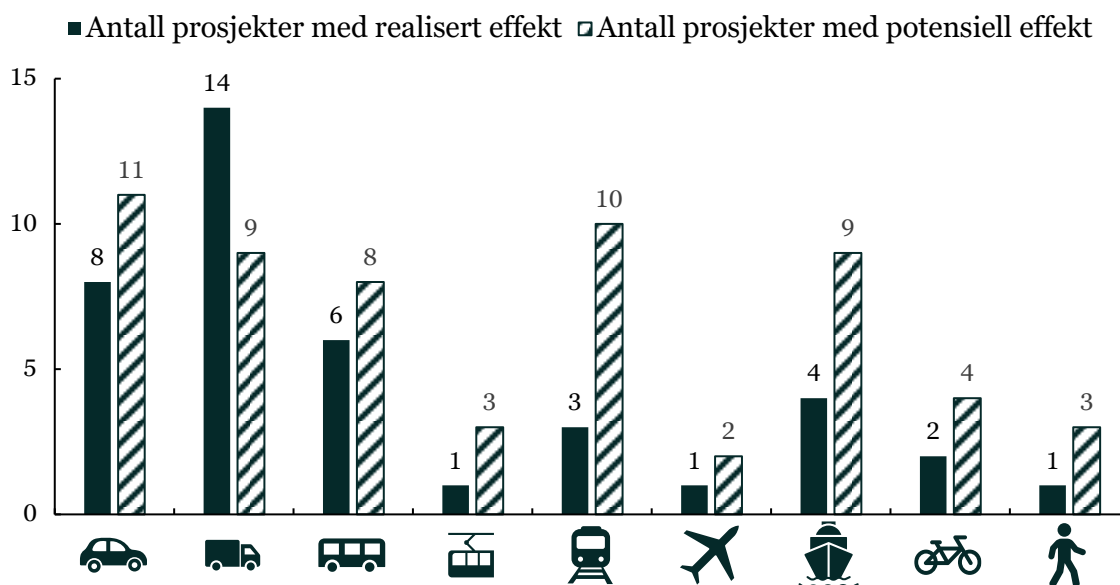
Økt trafiksikkerhet og økt robusthet oppnås i hovedsak gjennom bedre kunnskapsgrunnlag og beslutningsstøtte, samt bruk av teknologi for overvåking, styring og vedlikehold. Dette gir mer presise tiltak, raskere respons ved hendelser og bedre prioritering av ressurser. Innen godstransport er det

særlig potensial for økt robusthet gjennom tiltak som øker kapasitet, reduserer sårbarhet og gir mer stabil drift over tid.

Vi finner samtidig relativt få realiserte effekter i form av redusert miljøpåvirkning og redusert reisetid. Et gjennomgående mål i Nasjonal transportplan (NTP)<sup>3</sup> er å minimere naturinngrep, og å øke fremkommeligheten. Dette kan tilsi behov for sterkere fokus på naturavtrykk og reisetid i transportforskningen enn det vi observerer i effektene.

Prosjektene er i hovedsak rettet mot veitransport, se Figur 3-2. Dette henger sammen med at mange prosjekter omhandler godstransport og bytrafikk, der vei er sentralt. Det er færre prosjekter innen luftfart, sjøtransport og jernbane. For sjøtransport dekkes store deler av forskningen av den maritime porteføljen.

**Figur 3-2: Oversikt over antall prosjekter etter fremkomstmiddel. Ett prosjekt kan berøre flere fremkomstmidler. Antall prosjekter = 46.**



Figuren viser også at andelen prosjekter med realiserte effekter er høyere for veibaserte fremkomstmidler, særlig sammenlignet med jernbane. Årsakene er usikre, og forskjellene kan også være tilfeldige. Mulige forklaringer kan være at forskningsmiljøene innen jernbane er mindre etablerte, eller at implementering i jernbanesektoren ofte krever endringer i større, sammenhengende systemer, noe som kan gjøre innføring av nye løsninger mer krevende. Flere av forskningsprosjektene rettet mot jernbane har tilsynelatende gode resultater, men har ikke blitt implementert i daglig drift. For veitransport kan tiltak i større grad gjennomføres avgrenset av enkeltaktører, uten behov for omfattende systemtilpasninger. Samtidig peker dette på et behov for fortsatt innovasjon i jernbanesektoren, og forenklet implementering av nye løsninger. Tekstboksen under beskriver et eksempel på et forskningsprosjekt i jernbanen hvor resultatene ikke er implementert.

**Tekstboks 3-1: Eksempel på manglende implementering av forskningsresultater i jernbanen.**

Prosjektet *Transitioning the railway sector to condition-based maintenance: from raw data to optimal planning*. (2019–2023), ledet av Mantena AS i samarbeid med SINTEF, utviklet et system for tilstandsbasert vedlikehold (condition-based maintenance) av togboggier. Ved hjelp av sensorer og IoT-teknologi kunne systemet overvåke tilstanden til rullende materiell i sanntid. Dette gir mulighet til å skifte ut komponenter i togmateriellet etter behov, komponenter byttes ut etter faste

<sup>3</sup> Meld. St. 14 (2023-2024) Nasjonal transportplan 2025-2036.

tidsintervaller i dagens system. Teknologien var sannsynligvis blant de første av sitt slag internasjonalt, og hadde potensial til å spare anslagsvis 30–40 mill. kroner årlig i vedlikeholdskostnader, med en implementeringskostnad på om lag 10 mill. kroner. Videre ville løsningen gi miljøgevinster gjennom redusert ressursbruk og gjøre flere togsett tilgjengelige ved å redusere unødvendig nedetid. Systemet festet på togmateriellet kunne også brukes til å skanne og fange opp avvik på skinnene, noe som vakte interesse fra infrastruktureiere.

Anslag knyttet til gevinster og kostnader bygger på vurderinger fra prosjektets aktører og bør forstås som estimater med tilhørende usikkerhet. Realisering av eventuelle gevinster forutsetter blant annet materielltilpasninger, endringer i vedlikeholdsprogram og avklaringer/forankring hos relevante aktører i jernbanecosystemet (operatør, materielleier, produsent og myndigheter). Selv om prosjektet ga lovende resultater, vil implementering på sikkerhetskritiske komponenter kreve omfattende testing, dokumentasjon og godkjenningssløp, og det er knyttet betydelig kompleksitet til å endre vedlikeholdsprogrammer i jernbanesektoren.

Etter at prosjektet var avsluttet, diskuterte partene flere muligheter for å kommersialisere teknologien. Selv om resultatene framstår som lovende, og det forelå et system som ifølge forskerne var klart for implementering, ble planer for videre kommersialisering lagt på is. En samlet vurdering av dokumentasjonsgrunnlag, risikoprofil, tidshorisont og forutsetninger i verdikjeden bidro til at videre kommersialisering ikke ble prioritert i Mantena.

Prosjektet var organisert som et IPN-prosjekt, og Mantena har rettighetene til teknologien. SINTEF oppgir en rettighetsoverføring fra Mantena til SINTEF kunne bidratt til å redusere barrierene for videreutvikling og kommersialisering av løsningen, men en slik avtale om rettighetsoverføring er p.t. ikke landet. Siden prosjektet ble avsluttet har forskere i Sverige og Finland utviklet lignende teknologi, og EU-prosjektet Digirail har også arbeidet innenfor samme felt.

De neste avsnittene oppsummerer effekter av forskningen, innen hver effektkategori.

## 3.2 Reduserte klimagassutslipp

Transportsektoren står for rundt en tredjedel av de norske utslippene. Flere av prosjektene har bidratt til reduserte klimagassutslipp, gjennom mer effektiv varefrakt, overgang til mer energieffektive transportformer, og utvikling av teknologi og løsninger som reduserer utslipp eller legger til rette for nullutslippsteknologi. I noen prosjekter er utslippsreduksjon en effekt av utviklet teknologi og løsninger for mer effektive transportsystemer, mens andre prosjekter bidrar gjennom kunnskapsutvikling og beslutningsstøtte. Tabell 3-2 gir en oversikt over prosjekter med reduserte klimagassutslipp som realisert eller potensiell effekt.

**Tabell 3-2: Prosjekter med redusert klimagassutslipp som realisert eller potensiell effekt, med forskningsområde og nummer i prosjektkatalogen.**

Prosjektnavn	Nr.	Område
● <b>Persontransport i by - etterspørselseffekter på tvers av transportmidlene</b>	2.1	By- og kollektivtransport
○ <b>COMMUTE / arbeidsreiser i storby</b>	2.2	By- og kollektivtransport
○ <b>RAPP - Realisering av en Autonom og Prediktiv Passasjerferge</b>	2.3	By- og kollektivtransport
○ <b>SeaConAZ</b>	3.3	Godstransport
● <b>CLOUD – Collaboration in Logistics Operations</b>	3.5	Godstransport

Prosjektnavn	Nr.	Område
● <b>Latuli - Logistics Asset Utilisation Increase</b>	3.7	Godstransport
○ <b>EmX 2025</b>	3.9	Godstransport
● <b>Digitalisert og automatisert transportmeglingstjeneste for logistikk</b>	4.8	Logistikk
● <b>Grønn kai</b>	6.8	Infrastruktur og vedlikehold

● Realisert effekt    ○ Potensiell effekt

Innen logistikk og godstransport har flere prosjekter bidratt til reduserte utslipp gjennom mer effektiv organisering av varetransport. Bedre ruteplanlegging, økt fyllingsgrad og samlasting reduserer transportarbeidet og dermed drivstofforbruk og utslipp. For eksempel har prosjektene CLOUD (3.5) gitt lavere utslipp ved å tilrettelegge for henholdsvis mer effektiv vareflyt. Tilsvarende har prosjektet SeaConAZ (3.3) lagt kunnskapsgrunnlag for å potensielt overføre gods fra vei til sjø, som kan gi lavere utslipp per transportert enhet. Latuli (3.7) har laget programvare som brukes til å styre vareleveranser over hele Europa, og har dokumentert 50 prosent lavere utslipp som følg av høyere fyllingsgrad. Swipload (4.8) har laget et verktøy som kan brukes til samlasting av varer, som potensielt kan gi reduserte klimagassutslipp ved ruteoptimalisering og at flere oppdrag samles på færre kjøretøy.

Prosjektet EmX 2025 (3.9) har utviklet katalysatorer som reduserer metan og NOx fra skip. Katalysatorene er ikke kommersialisert, men kan føre til reduserte utslipp av metan, særlig dersom det kommer rensekraft til LNG- og amoniakkskip, biogassanlegg og gassplattformer.

Enkelte prosjekter gir lavere utslipp ved å legge kunnskapsgrunnlag for byplanlegging. Prosjektet Grønn kai (6.8) har tilrettelagt for utslippsfrie verdensarvfjorder ved å avklare hvilke tilpasninger som kreves i kai- og havneinfrastruktur i Geiranger, Hellesylt og Stranda for å håndtere økt bruk av mindre nullutslippsfartøy. Resultatene har bidratt til beslutningsgrunnlaget for videre utvikling av Geirangerfjorden som reisemål. I prosjektet Arbeidsreiser i storby (2.2) er det lagt kunnskapsgrunnlag om virkemidler for å redusere bilbruk og dermed lavere utslipp. Prosjektet RAPP (2.3) legger grunnlag for reduserte utslipp gjennom etablering av ny ferjesamband basert på autonome passasjerferjer. Prosjekt som undersøker elastisiteter på tvers av transportmidler (2.1) kan støtte utviklingen av transportsystemer som i større grad legger til rette for overgang fra bil til kollektive transportmidler.

### 3.3 Redusert miljøpåvirkning

Transportsektoren påvirker miljøet gjennom arealbruk, støy, lokale utslipp og materialforbruk. Flere prosjekter kan bidra til redusert miljøpåvirkning gjennom mer effektiv ressursbruk, lavere utslipp og bedre håndtering av forurensning. Vår gjennomgang viser vesentlige potensielle effekter, men samtidig er få effekter realisert så langt. Mange effekter forutsetter dermed videre implementering og skalering. Tabell 3-3 gir en oversikt over prosjekter med redusert miljøpåvirkning som realisert eller potensiell effekt.

**Tabell 3-3: Prosjekter med redusert miljøpåvirkning som realisert eller potensiell effekt, med forskningsområde og nummer i prosjektkatalogen.**

Prosjektnavn	Nr.	Område
○ <b>EmX 2025 - en FOU-base for utslippsreduksjon i norsk marin transport</b>	3.9	Godstransport

Prosjektnavn	Nr.	Område
<input type="radio"/> <b>NORSULP - Sustainable Urban Logistics Plans in Norway</b>	4.3	Logistikk
<input type="radio"/> <b>GeoSUM – Geofencing for Smart Urban Mobility</b>	5.3	ITS, digitalisering og automatisering
<input type="radio"/> <b>Overgang til tilstandsbasert vedlikehold i jernbanen</b>	6.2	Infrastruktur og vedlikehold
<input type="radio"/> <b>Rensing av overvann fra veg og Tunnelvaskevann</b>	6.3	Infrastruktur og vedlikehold
<input type="radio"/> <b>Reduserte livsløpskostnader for bruer</b>	6.6	Infrastruktur og vedlikehold
<input checked="" type="radio"/> <b>Grønn kai</b>	6.8	Infrastruktur og vedlikehold

Realisert effekt     Potensiell effekt

EmX 2025 (3.9) har utviklet teknologi for å redusere utslipp av metan og NOx fra skip. Teknologien er ikke tatt i bruk kommersielt, men kan potensielt bidra til lavere lokal luftforurensning og redusert miljøpåvirkning.

Innen bylogistikk har NORSULP (4.3) utviklet et rammeverk for mer effektiv organisering av varetransport i byer. Bedre planlegging og koordinering kan redusere trafikk, støy og lokal forurensning, samt bidra til mer arealeffektiv transport.

Teknologi for "Geofencing" utviklet i GeoSUM (5.3) gjør det mulig å definere digitale soner i vegnettet, som blant annet kan brukes til å innføre lavutslippssoner.

Innenfor jernbane kan tilstandsbasert vedlikehold (6.2) gi bedre utnyttelse av materiell og redusert ressursbruk. Sensorbasert overvåking gjør det mulig å utføre vedlikehold ved behov, i stedet for faste intervaller. Mantena har foreløpig lagt prosjektet på is, og ettersom Mantena eier patentet, er effektene avhengig av at Mantena velger å ta bruk løsningene fra prosjektet.

Kunnskapsgrunnlaget fra prosjektet for rensing av overvann fra veg og tunnelvaskevann (6.3) kan bidra til å redusere utslipp av miljøskadelige stoffer som tungmetaller og organiske forbindelser. Dette kan gi lavere belastning på nærliggende natur og vannforekomster, og et bedre grunnlag for valg av renseløsninger i drift og vedlikehold.

Et prosjekt i Statens vegvesen som undersøker optimalt vedlikehold av stålbruer (6.6), innebærer redusert vedlikeholdsfrekvens. Dette bidrar til redusert blåserensning av korrosjonsbelegg, en behandling som skaper mye avfall.

Prosjektet Grønn kai (6.8) legger til rette for utslippsfrie fartøy gjennom å ha gitt beslutningsgrunnlag for tilpasning av havneinfrastruktur. Dette reduserer lokale utslipp og støy i sårbare fjordområder.

### 3.4 Redusert reisetid

Den viktigste tjenesten fra infrastrukturen er at den gir framkommelighet, og investeringer i transportsystemene har vanligvis reduserte reisetider som viktigste mål. Tryggere og mer effektiv trafikkavvikling kan begrense forsinkelser, stengninger og uforutsigbarhet i transportsystemet. Relativt få av prosjektene har redusert reisetid som effekt, som vist i Tabell 3-4.

**Tabell 3-4: Prosjekter med redusert reisetid som realisert eller potensiell effekt, med forskningsområde og nummer i prosjektkatalogen.**

Prosjektnavn	Nr.	Område
● Geofarer vurdert fra lufta – instrumenterte droner i skredfarevurdering	1.1	Trygg trafikk
○ CO2REOPT - Coordination of core European supply chains using Optimization	3.4	Godstransport

● Realisert effekt    ○ Potensiell effekt

Geofarer vurdert fra lufta (1.1) bidrar til redusert reisetid gjennom raskere og mer presis håndtering av hendelser knyttet til skredfare. Bruk av droner gjør det mulig å inspisere utsatte områder uten behov for fysisk tilstedeværelse i farlig terreng. Dette kan redusere behovet for langvarige stengninger og bidra til at veger åpnes raskere etter hendelser. Samtidig kan bedre beslutningsgrunnlag gi mer målrettede tiltak og mindre unødvendig stans i trafikken. Prosjektet er allerede implementert i Statens vegvesens beslutningssystemer for skredfare.

CO2REOPT (3.4) utvikler verktøy for mer effektiv planlegging av transportkjeder, særlig innen jernbane. Bedre koordinering mellom aktører og mer presis tilpasning av rutetabeller kan redusere forsinkelser og ventetid, og dermed bidra til kortere reisetid for passasjerer. Effektene er foreløpig ikke realisert, men prosjektet viser et potensial for mer effektiv utnyttelse av eksisterende kapasitet.

### 3.5 Økt verdiskaping

Dersom forskning fører til høyere effektivitet eller til produkter som blir kommersialisert og introdusert i internasjonale markeder vil dette gi økt verdiskaping i Norge. Flere av prosjektene, særlig innen ITS og logistikk, har resultert i løsninger som er tatt i bruk i markedet, eller har potensial for å bli kommersialisert i fremtiden. Tabell 3-5 gir en oversikt over prosjekter med økt verdiskaping som realisert eller potensiell effekt.

**Tabell 3-5: Prosjekter med økt verdiskaping som realisert eller potensiell effekt, med forskningsområde og nummer i prosjektkatalogen.**

Prosjektnavn	Nr.	Område
● Tjeneste for datadrevet optimalisering av batterielektriske transportmidler	2.6	By- og kollektivtransport
● Effektive verdikjeder for skogbruket i Kyst-Norge	4.2	Logistikk
● Lås opp - Et digitalt økosystem for levering av varer og tjenester bak låst dør	4.4	Logistikk
● Digitalisert og automatisert transportmeglingstjeneste for logistikk	4.8	Logistikk
○ Collab II: Transportoptimering med parallelle beregninger	5.1	ITS, digitalisering og automatisering
○ GeoSUM- Geofencing for Smart Urban Mobility	5.3	ITS, digitalisering og automatisering
○ Multimodal Reisemønsteranalyse	5.4	ITS, digitalisering og automatisering
○ ASAM Meldingstjenester for C-ITS	5.5	ITS, digitalisering og automatisering
● FOMO - Future of Micromobility	5.6	ITS, digitalisering og automatisering

Prosjektnavn	Nr.	Område
<input type="radio"/> SMART PLAN	5.7	ITS, digitalisering og automatisering
<input type="radio"/> Autonome sensorer for effektiv flyplassdrift	6.4	Infrastruktur og vedlikehold

● Realisert effekt    ○ Potensiell effekt

Det er utviklet løsninger for datadrevet optimalisering av batterielektriske transportmidler (2.6), som inngår i kommersielle produkter. Løsningene er mer presise enn de innebygde indikatorene på rekkevidde og ladestatus bussene kommer med. Løsningene er tatt i bruk i drift av større bussflåter og gir mer effektiv energibruk og bedre planlegging. Løsningene kan videre skaleres til nye markeder.

Prosjektet Lås opp (4.4) har utviklet et digitalt økosystem for tilgangsstyring ved levering av varer og tjenester. Systemet viste særlig potensial knyttet til kommunale hjemmetjenester og er siden videreutviklet for kommersiell utrulling av nøkkelfri adgangskontroll for boliger, bygg og delte anlegg.

Innen logistikk har to av prosjektene gitt økt verdiskaping gjennom analyseverktøy som gir høyere lønnsomhet i beslutninger. Sintef har laget et analyseverktøy for investeringsbeslutninger for tømmerkaier (4.2), som allerede er tatt i bruk av kystskognæringen. Swipload har i prosjektet Digitalisert og automatisert transportmeglingstjeneste for logistikkbransjen (4.8) utviklet løsninger for bedre kapasitetsutnyttelse og planlegging, samt dashboard som viser CO<sub>2</sub>- og energiregnskapet til kundene. Gjennom prosjektet har selskapet utviklet et mer markedstilpasset produkt som kombinerer bærekraft og brukervennlighet, noe som har økt kundebasen og skapt flere arbeidsplasser i selskapet.

I prosjektet Collab II (5.1) har SINTEF gjort optimeringsberegninger mer effektive ved å trekke på flere prosessorer samtidig. Dette kan gi økt verdiskaping som følge av at transportplanlegging kan gjennomføres med mindre ressurser.

Flere prosjekter har utviklet teknologi for kommunikasjon og styring av transport, blant annet innen geofencing og C-ITS. GeoSUM (5.3) har bidratt til videreutvikling av løsninger for vegprising, med potensial for internasjonal kommersialisering. Tilsvarende gjelder ASAM (5.5), som har utviklet skalerbare løsninger for kommunikasjon mellom kjøretøy og infrastruktur. FOMO (5.6) har utviklet beslutningsstøtteverktøy for drift av mikromobilitet, som er tatt i bruk i praksis. Løsningen gir mer effektiv ressursutnyttelse og danner grunnlag for kommersielle produkter. Selskapet FourC AS har i prosjektet MultiModal Reisemønsteranalyse (5.4) utviklet metoder for datainnsamling, analyse og visualisering av reisemønstre, inkludert overganger mellom transportmidler. Resultatene videreutvikles og kan gi verdiskaping for bedriften gjennom inntjening fra økt kompetanse og teknologiens kommersielle potensial.

Prosjektet SMART PLAN (5.7) undersøker hvordan digitale verktøy kan forbedre offentlige planleggingsprosesser gjennom visualisering og simulering av byområder. Teknologien og mobilitetsanalysene er siden tatt i bruk i kommersielle prosjekter.

Prosjektet for autonome sensorer i flyplassdrift (6.4) kan gi mer kostnadseffektiv inspeksjon av infrastruktur. Automatisering av oppgaver som i dag utføres manuelt kan redusere driftskostnader og frigjøre ressurser.

### 3.6 Økt trafikksikkerhet

Økt trafikksikkerhet er et viktig mål i samferdselspolitikken. Flere av forskningsprosjektene har hatt dette som hovedmål, og vi finner samlet sett at forskningen har økt sikkerheten på norske veier og i norsk farvann, samt i utbygging av infrastrukturprosjekter. Økt trafikksikkerhet oppnås gjennom bedre kunnskapsgrunnlag, mer avanserte analyseverktøy og økt grad av digital samhandling. Flere av effektene er realisert, men det er potensial for ytterligere forbedringer gjennom bredere

implementering. Tabell 3-6 gir en oversikt over prosjekter med økt trafikksikkerhet som realisert eller potensiell effekt.

**Tabell 3-6: Prosjekter med økt trafikksikkerhet som realisert eller potensiell effekt, med forskningsområde og nummer i prosjektkatalogen.**

Prosjektnavn	Nr.	Område
● Geofarer vurdert fra lufta – instrumenterte droner i skredfarevurdering	1.1	Trygg trafikk
● National Ship Risk Model	1.2	Trygg trafikk
○ CriSp - Finding a CRITICAL SPeed function ahead of a road section for vehicles in motion	1.3	Trygg trafikk
● Fritidsbåtplattformen	1.4	Trygg trafikk
● Måling og prediksjon av vei- og værforhold	1.5	Trygg trafikk
○ GeoSUM – Geofencing for Smart Urban Mobility	5.3	ITS, digitalisering og automatisering
○ ASAM Meldingstjenester for C-ITS	5.5	ITS, digitalisering og automatisering
○ Nonstop	5.9	ITS, digitalisering og automatisering
● Risikostyring i BIM-drevne offentlige Samferdselsprosjekter	6.7	Infrastruktur og vedlikehold

● Realisert effekt    ○ Potensiell effekt

Geofarer vurdert fra lufta (1.1) bidrar til økt sikkerhet gjennom bedre overvåking av skredutsatte områder. Bruk av droner gjør det mulig å identifisere risiko raskere og med høyere presisjon, noe som kan redusere sannsynligheten for ulykker og gi bedre beslutningsgrunnlag for stenging av vei.

To av prosjektene gir grunnlag for tryggere sjøfart. National Ship Risk Model (1.2) gir bedre grunnlag for å vurdere risiko i farvann. Dette kan bidra til sikrere seilas gjennom bedre planlegging og forebyggende tiltak. Fritidsbåtplattformen (1.4) er en digital plattform som samler og sammenstiller data om fritidsbåtulykker fra flere ulike kilder, og kan brukes ved ressursstyring, planlegging, forebyggende tiltak og læring fra sjøulykker. Fritidsbåtplattformen er i drift for utvalgte aktører og inngår i Sjøfartsdirektoratets utvikling av nytt system for innrapportering og saksbehandling av ulykker.

To av de inkluderte studiene kan redusere ulykkesrisiko knyttet til dårlige føreforhold. I prosjektet om måling og prediksjon av vei- og værforhold (1.5) utviklet AutoWeather en løsning for vegværværsling som kombinerer meteorologiske modeller, målinger fra vegværstasjoner, værprognoser og meteorologiske sensorer montert på biler. Et eksternt selskap brukte de samme modellene som ble brukt i dette prosjektet, og leverer i dag løsningen «vegvær» til Statens vegvesen, hvor brukeren kan få vegværværslinger for ulike veistreknings. CriSp-prosjektet (1.3) utviklet KI-modeller for å estimere hvor glatt veibanen er, basert på data fra sensorer på kjøretøyene. Dette gjør det mulig for kjøretøy som først registrerer glatte forhold å varsle andre trafikanter i sanntid. KI-modellene brukes også til å beregne anbefalt trygg kjørehastighet for den aktuelle vegstrekingen.

Prosjekter innen ITS og digitalisering bruker digitalisering som metode for å øke trafikksikkerhet. GeoSUM (5.3) har utviklet teknologi som kan brukes til å innføre dynamisk fartstilpasning, for eksempel rundt skoler. ASAM (5.5) legger til rette for bedre kommunikasjon mellom kjøretøy og infrastruktur, som kan redusere risiko for ulykker gjennom varsling, koordinering og mer effektiv trafikkstyring.

Nonstop (5.9) tilrettelegger for automatisert og raskere kontroll av vekt for tungekjøretøy – og kan potensielt bidra til redusert ulykkesrisiko ved å redusere antall tunge kjøretøy på veiene.

Risikostyring i BIM-drevne samferdselsprosjekter (6.7) bidrar til økt sikkerhet i planlegging og gjennomføring av samferdselsprosjekter, ved å identifisere og håndtere risiko tidligere i prosessen.

### 3.7 Reduserte kostnader

Rundt fem prosent av statsbudsjettet brukes på samferdsel hvert år, til utbygging, drift, vedlikehold av både transportinfrastruktur og transportmidler. En stor andel av prosjektene i vår gjennomgang har allerede ført til reduserte kostnader, eller kan redusere kostnader på sikt hvis prosjektresultatene implementeres. På tvers av prosjektene er det særlig kombinasjonen av bedre kunnskapsgrunnlag for beslutninger, digitalisering og bedre koordinering som gir kostnadsreduksjoner. Generelt sett gir prosjektene kostnadsreduksjoner gjennom bedre utnyttelse av eksisterende systemer, heller enn gjennom nye investeringer. Tabell 3-7 gir en oversikt over prosjekter med reduserte kostnader som realisert eller potensiell effekt.

**Tabell 3-7: Prosjekter med reduserte kostnader som realisert eller potensiell effekt, med forskningsområde og nummer i prosjektkatalogen.**

Prosjektnavn	Nr.	Område
● Geofarerer vurdert fra lufta – instrumenterte droner i skredfarevurdering	1.1	Trygg trafikk
○ RAPP - Realisering av en Autonom og Prediktiv Passasjerferge	2.3	By- og kollektivtransport
○ Be- Insight – plattform for automatisk billettering	2.4	By- og kollektivtransport
● Tjeneste for datadrevet optimalisering av batterielektriske transportmidler	2.6	By- og kollektivtransport
○ Nye GodsData	3.1	Godstransport
○ SeaConAZ – Kartlegging av potensialet for å få sjøkonteinere til å gå hele vegen	3.3	Godstransport
● CLOUD – Collaboration in Logistics Operations and Urban Distribution	3.5	Godstransport
● Latuli – Logistics Asset Utilisation Increase	3.7	Godstransport
● Logistikk-krav, miljø og kostnader (LIMCO)	3.8	Godstransport
● Smartere Returtransport – Effektiv logistikk av EE-avfall	4.1	Logistikk
● Develop Airport Logistics Intelligence (ALI)	4.5	Logistikk
● Kontaktfri	4.6	Logistikk
● Last mile 2025	4.7	Logistikk
○ OPSTRA – Optimal Scheduling for next-generation ITS	5.2	ITS, digitalisering og automatisering
○ GeoSUM – Geofencing for Smart Urban Mobility	5.3	ITS, digitalisering og automatisering

Prosjektnavn	Nr.	Område
<input type="radio"/> Nonstop	5.9	ITS, digitalisering og automatisering
<input type="radio"/> Passasjertelling i kjøretøy	5.10	ITS, digitalisering og automatisering
<input checked="" type="radio"/> Frostsikring av vegger og jernbane	6.1	Infrastruktur og vedlikehold
<input type="radio"/> Overgang til tilstandsbasert vedlikehold i jernbanen	6.2	Infrastruktur og vedlikehold
<input type="radio"/> Autonome sensorer for effektiv flyplassdrift	6.4	Infrastruktur og vedlikehold
<input checked="" type="radio"/> Reduserte livsløpskostnader for bruer	6.6	Infrastruktur og vedlikehold

Realisert effekt     Potensiell effekt

Kostnadsreduksjonene drives i hovedsak av fire mekanismer.

For det første gir bedre datagrunnlag og analyse mer presis planlegging. Prosjekter som Nye GodsData (3.1) og LIMCO (3.8) bruker sensordata, sanntidsinformasjon og modeller til å optimalisere ruter, kapasitet og ressursbruk. Dette reduserer kostnader gjennom mindre unødvendig transport, ventetid og feilallokering av ressurser. GeoSUM (5.3) kan bidra til lavere kostnader gjennom redusert veislitasje. Ved å styre trafikk mer presist, for eksempel gjennom differensierte prissoner, kan belastningen på veinettet fordeles bedre. Dette kan redusere behovet for vedlikehold og forlenge levetiden på infrastrukturen. Videre kan droner i stedet for bruk av helikopter og manuelle undersøkelser gi lavere kostnader knyttet til skredovervåking (1.1). Nye optimeringsalgoritmer (5.2) kan gi bedre ruteplanlegging i jernbanen og dermed lavere driftskostnader.

For det andre bidrar automatisering og digitalisering til lavere driftskostnader. Dette gjelder særlig innen logistikk og ITS, der løsninger for transportmegling, pakkebokser, automatisert billettering og passasjertelling reduserer manuelt arbeid og administrasjon. For Last Mile 2025 (4.7) har for eksempel digitalisering av eldre budbøker ført til færre klager, og dermed lavere kostnader for distributørene og økt fritid for kundene. Datadrevet optimalisert lading av elbusser (2.6) kan gi lavere strømkostnader. På sikt kan en autonom passasjerferge (2.3) gi lavere bemanningskostnader.

Prosjektet Nonstop (5.9) kontrollerer lastebiler for vekt ved bruk av teknologi som blant annet inkluderer sensorer i veibanen, og kan potensielt gi mer effektiv kontrollvirksomhet dersom systemet tas i bruk. Automatisert billettering på kollektivtransport gjennom sensorer i mobiltelefoner (2.4) reduserer kostnader knyttet til billett kjøp, kontroll og administrasjon. Kamerabasert sensorsystem for passasjertelling (5.10) kan gi lavere kostnader for fergeselskapene.

For det tredje gir bedre utnyttelse av kapasitet lavere enhetskostnader. Samlasting, optimal ruteplanlegging og bedre lastutnyttelse i prosjekter som SeaConAZ (3.3), Smartere Returtransport (4.1), CLOUD (3.5) og Latuli (3.7) reduserer tomkjøring og øker fyllingsgrad. Bedre koordinering mellom aktører gjør det mulig å utnytte eksisterende transportmidler og infrastruktur mer effektivt. Dette gir høyere produktivitet og lavere kostnad per transportert enhet. Kontaktfri (4.6) har gitt beslutningsgrunnlag for lokasjonsvalg og høyere utnyttelse av pakkeboksnettverket.

For det fjerde reduserer bedre vedlikehold og beslutningsstøtte livsløpskostnader. Prosjekter innen infrastruktur, som Overgang til tilstandsbasert vedlikehold i jernbanen (6.2), Frostsikring av vegger og jernbane (6.1) og Reduserte livsløpskostnader for bruer (6.6), gir riktigere timing av vedlikeholdstiltak. Dette reduserer unødvendig vedlikehold og forebygger skader som kan gi høye reparasjonskostnader.

Samtidig kan bedre prioritering av tiltak bidra til mer effektiv bruk av investeringsmidler og lengre levetid på infrastruktur og materiell.

Samlet bidrar disse mekanismene til lavere kostnader gjennom mer effektiv drift, bedre ressursutnyttelse og redusert behov for korrigerende tiltak. Effektene er tydeligst der løsningene er tatt i bruk, men flere prosjekter viser også et betydelig potensial ved videre implementering.

### 3.8 Økt robusthet

Robusthet i transportsystemet viser til evnen til å opprettholde drift ved forstyrrelser og tilpasse seg endringer i rammebetingelser. Dette omfatter håndtering av hendelser, variasjon i etterspørsel og påvirkning fra vær og klima. Robuste transportsystemer er også en forutsetning for et høyt nivå av samfunnssikkerhet og beredskap. Flere av prosjektene bidrar til økt robusthet i transportsystemet gjennom bedre evne til å håndtere variasjon, usikkerhet og avvik. Effektene er i hovedsak potensielle, men enkelte løsninger er tatt i bruk og viser konkrete forbedringer i drift. Tabell 3-8 gir en oversikt over prosjekter med økt robusthet som realisert eller potensiell effekt.

**Tabell 3-8: Prosjekter med økt robusthet som realisert eller potensiell effekt, med forskningsområde og nummer i prosjektkatalogen.**

Prosjektnavn	Nr.	Område
● Tjeneste for datadrevet optimalisering av batterielektriske transportmidler	2.6	By- og kollektivtransport
○ Nye GodsData	3.1	Godstransport
○ CARGOMAP – Kartlegging og analyse av skipsbevegelser og varestrømmer	3.2	Godstransport
○ CO2REOPT – Coordination of core European supply chains using Optimization	3.4	Godstransport
○ MultiStrat – Multimodale strategier for en grønnere og mer robust treforsyning	3.6	Godstransport
○ Collab II: Transportoptimering med parallelle beregninger	5.1	ITS, digitalisering og automatisering
○ OPSTRA – Optimal Scheduling for next-generation ITS	5.2	ITS, digitalisering og automatisering
○ ASAM Meldingstjenester for C-ITS	5.5	ITS, digitalisering og automatisering
● FOMO – Future of Micromobility	5.6	ITS, digitalisering og automatisering
○ Klimatilpasning og vegtransport	6.5	Infrastruktur og vedlikehold
● Risikostyring i BIM-drevne offentlige samferdselsprosjekter	6.7	Infrastruktur og vedlikehold

● Realisert effekt    ○ Potensiell effekt

Tjeneste for datadrevet optimalisering av batterielektriske transportmidler (2.6) øker robustheten gjennom bedre håndtering av variasjon i drift. Modeller for batteriforbruk gjør det mulig å planlegge lading og ruter mer presist under skiftende vær- og driftsforhold. Dette reduserer risiko for driftsavbrudd.

En sentral mekanisme for økt robusthet er bedre datagrunnlag og analyse. Prosjekter som Nye GodsData (3.1), CARGOMAP (3.2) og FOMO (5.6) gir mer presis informasjon om transportstrømmer,

etterspørsel og drift. Dette gjør det mulig å planlegge mer realistisk og tilpasse seg endringer raskere, noe som reduserer sårbarhet for feil og ineffektivitet. Forskning om klimatilpasning og vegtransport (6.5) gir beslutningsgrunnlag som kan redusere konsekvensene og omfanget av naturfarer som skred og ras.

En annen viktig mekanisme er bedre koordinering og planlegging på tvers av aktører. CO2REOPT (3.4) og MultiStrat (3.6) viser hvordan integrert planlegging av transportkjeder kan gi mer stabile og pålitelige løsninger. Når aktører deler informasjon og optimaliserer samlet, blir systemet mindre utsatt for forsinkelser og kapasitetsproblemer. Optimeringsverktøy for bedre ruteplanlegging (5.1, 5.2) gir mer effektive transportsystemer med lavere risiko for avvik og forsinkelser.

Prosjektet ASAM (5.5) bidrar til at det blir mulig å kommunisere direkte med kjøretøy. Dette øker robustheten ved å gjøre trafikkstyringen mer datadrevet, skalerbar og fleksibel.

I tillegg bidrar bedre håndtering av risiko og usikkerhet til økt robusthet. Prosjektet om risikostyring i BIM-drevne prosjekter (6.7) gir bedre grunnlag for beslutninger i planlegging og investering.









## 4 Tallfestede effekter fra utvalgte forskningsprosjekter

Samfunnseffekter fra de fire prosjektene står samlet for en tallfestet samfunnsøkonomisk nåverdi på mellom 7 og 41 mrd. kroner. I tillegg kommer ytterligere effekter som ikke er kvantifisert. Effektene oppstår gjennom en app for budtjenester som gir færre klager ved varelevering, optimalisert vedlikehold for stålbroer som gir lavere kostnader, veiprisingssystemer som gir lavere eksterne kostnader ved bilkjøring samt verdiskaping ved salg av teknologi til utlandet, samt bedre overvåking av skred i Norge.

### 4.1 De fire analyserte prosjektene viser store samfunnsøkonomiske gevinster

I denne delen av studien vurderer vi samfunnsøkonomisk verdi av fire utvalgte suksessprosjekter. Tabellen under oppsummerer verdien av fire prosjektene.

Tabell 4-1: Oppsummering av de fire prosjektene analysert i dybden.

Prosjekt	Effektperiode	Tallfestet samf.øk.-verdi	Hovedeffekt	Forskningsrådets addisjonalitet
 App for vareleverings-tjenester	2024–2030	9–68 mill. kr	Færre klager gir lavere servicekostnader for distributører og frigjort tid for varemottakere	 25–75 %
 Optimalisert bruvedlikehold	2025–2035	78–389 mill. kr	Lavere vedlikeholdsfrekvens reduserer kostnader	 25–75 %
 Teknologi for veiprising	2030–2040	6873–40278 mill. kr	Veiprising gir mindre kø, økt trafikksikkerhet, lavere utslipp. Salg av teknologi kan gi økt verdiskaping	 50–75 %
 Droner i skredfarevurderinger	2023–2030	21–64 mill. kr.	Raskere og mer presis skredovervåking ved bruk av droner	 0–50 %

Samfunnseffekter fra de fire prosjektene står samlet for en tallfestet samfunnsøkonomisk nåverdi på mellom 7 og 41 mrd. kroner. Storparten av effektene er ennå ikke oppnådd, noe som gir betydelig usikkerhet i beregningene. Kun 9–49 mill. kroner av effektene er realisert, mens resterende er potensielle fremtidige gevinster. I tillegg kommer ikke-kvantifiserte effekter, inkludert redusert miljøpåvirkning, og økt trafikksikkerhet. Effektene som kan tilskrives finansiering fra Forskningsrådet er anslått til mellom 3,5 og 30,5 mrd. kroner. Til sammenligning har Forskningsrådet bevilget rundt én mrd. kroner til transportforskningsporteføljen i perioden 2011–2024.

Prosjektet knyttet til veiprising står for de klart største estimerte effektene. Samtidig er dette prosjektet der effektene ligger lengst frem i tid, og hvor usikkerheten er størst. Dette gjenspeiles i et bredt usikkerhetsspenn. Realisering av effektene forutsetter at myndigheter innfører

veiprisering, og at de velger løsninger utviklet av Q-Free. Vi vurderer at potensialet er betydelig, og at selskapet er godt posisjonert dersom markedet for veiprisering vokser.

De fire prosjektene berører utelukkende transport på vei. To av prosjektene, bruvedlikehold og skredfarevurderinger med drone, kan også være relevante for jernbane. Ved overføring av løsninger til andre sektorer, kan verdien av prosjektene bli høyere enn våre anslag tilsier.

Forskningsrådets finansiering har hatt varierende betydning for utløsning av forskningen for de fire prosjektene, men selv i tilfeller med lav addisjonalitet vurderer vi at Forskningsrådets støtte har økt omfanget og kvaliteten på forskningen. For eksempel hadde Statens vegvesen allerede startet bruk av droner i skredfarevurderinger før prosjektet, og prosjektet har bidratt til systematisering, metodikkutvikling og etablering av løsninger som kan tas i bruk i større skala.

De neste avsnittene gir mer detaljert informasjon om hver av de fire utvalgte prosjektene.

## 4.2 Ny app reduserer antall klager i vareleveringstjenester

### 4.2.1 Oppsummering

*Last Mile 2025 · Distribution Innovation AS · 2021-2025*

Distribution Innovation AS (DI) gjennomførte mellom 2021 og 2025 FoU-prosjektet «Last Mile 2025» med støtte fra Forskningsrådet gjennom Pilot-T-ordningen, i samarbeid med SINTEF og Amedia (nå Helthjem Distribusjon Østlandet). Den viktigste leveransen er et nytt, digitalt budverktøy, Buddy, som i mars 2026 ble brukt av rundt 5000 bud i Norden. De realiserte samfunnsøkonomiske effektene består hovedsakelig av reduserte kostnader for både pakkeselskapene og distribusjonsselskapene som anvender appen, og redusert tidsbruk for kunder som følge av færre klager på varelevering. Totalt utgjør en målt reduksjon i klager 0,09–0,26 prosentpoeng en gevinst på 4–22 mill. 2026-kroner for selskapene fra redusert behandling av klager og 5–47 mill. 2026-kroner for kunder målt som tidsgevinst av mer fritid.

INNVLGET STØTTE

**16,0 mill. kr**

TALLFESTET SAMFUNNS-  
ØKONOMISK NÅVERDI

**9–68 mill. kr**

ADDISJONALITET

**25-75 %\***

*\* Tolkes som andel av effekt som kan tilskrives Forskningsrådets finansiering*

Forskningsaktører

Distribution Innovation,  
Amedia  
**NÆRINGSLIV**

SINTEF  
**FOU-MILJØ**

### 4.2.2 Bakgrunn for prosjektet

Veksten i netthandel og hjemlevering har de siste tiårene lagt betydelig press på transportsystemet, miljøet og samfunnet. I Norge ble netthandelen med varer nær doblet fra 2019 til 2021 som følge av koronarelaterte endringer i handlevanene, ifølge tall fra SSB.<sup>4</sup> Det underliggende distribusjonssystemet

<sup>4</sup> SSB (2022). *Rekordhøy netthandel med norske betalingskort i 2021*. Tilgjengelig [her](#).

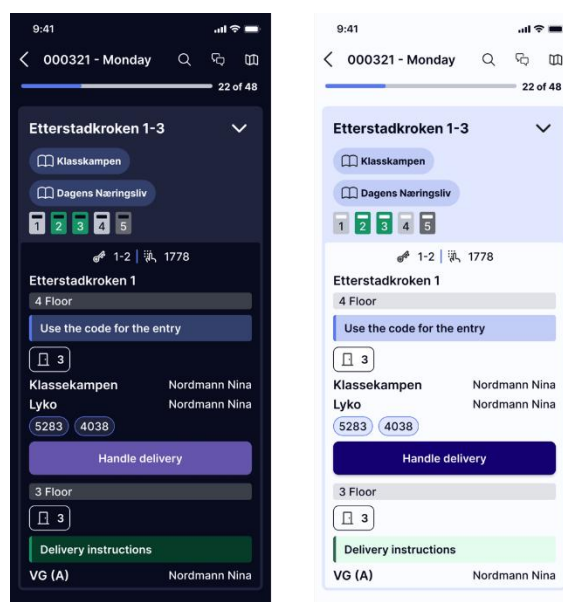
sto overfor store endringer og hadde flere utdaterte systemer. Veksten i netthandel og hjemleveringer krevde endringer i Last mile-logistikk, som Distribution Innovation jobber med. Last mile-logistikk er den siste etappen fra distribusjonssenter til forbruker, og den mest kostnads- og ressurskrevende delen av varelogistikken. For mediebransjen og DIs kunder skjer leveransene i stor grad nattestid, med høye krav til presisjon for å sikre at varene når frem til riktig mottaker til riktig tid.

Før prosjektet brukte budene et budverktøy som var bygget for én produkttype (aviser), faste ruter og stabile volumer. Da distribusjonen ble mer dynamisk, med varierende volumer, ulike produkttyper, bildedokumentasjon og sanntidsoppdateringer, avdekket dette begrensningene i budverktøyet. Distribution Innovation trengte en app bygget for smarttelefon, med GPS, kamera og sanntidsintegrasjon.

### 4.2.3 Prosjektets resultater og løsninger

FoU-prosjektet «Last Mile 2025» resulterte i et nytt budverktøy, Buddy. Appen er utviklet gjennom Pilot-T-prosjektet og erstatter DIs tidligere budverktøy, som ikke var tilpasset dagens krav til samdistribusjon av aviser, pakker og andre leveranser. Buddy er utviklet i tett samarbeid med bud og distributører, og er bygget som en mobilapp med kart og navigasjon for smarttelefoner, som vist i bildene under.

**Figur 4-1: Skjerm bilde av Buddy. Kilde: Distribution Innovation (2026).**



Buddy representerer en full modernisering av et eldre, webbasert budverktøy. Buddy gjør det mulig å dokumentere leveranser med bilde og å oppdatere leveringsinformasjon direkte i appen. Det gir bedre leveringspresisjon og et mer oppdatert kartgrunnlag, som til sammen har resultert i mindre behov for oppfølging fra kundesenteret, og færre klager. Spesielt fotodokumentasjon av leveringen har vist seg å være et sterkt verktøy for kundeservice i oppklaring av avvik. Pilot-T-støtten gjorde det mulig å samkjøre utviklingen for både pakke- og avisdistribusjon og appen støtter samkjøring av aviser, pakker og andre produkttyper i samme rute. Per mars 2026 brukte alle rundt 5000 bud Buddy i Norden, og løsningen er tatt i bruk hos alle DIs kunder.

**Tekstboks 4-1: Utvalgte sitater fra kundesentre som har opplevd den positive effekten av at budene har tatt i bruk Buddy. Oversatt fra engelsk. Kilde: Distribution Innovation AS**

- *I dag avslørte bildet at pakken var levert til en gammel adresse. Dette forhindrede en klage, og kunden fant pakken kort tid etter*
- *Når leveringspunktet som vises i SMS/sporing ikke stemmer med det faktiske leveringsstedet (f.eks. dørmatte eller postkasse), kontakter kunden oss. Leveringsbildet avklarer raskt situasjonen uten behov for ytterligere dialog.*

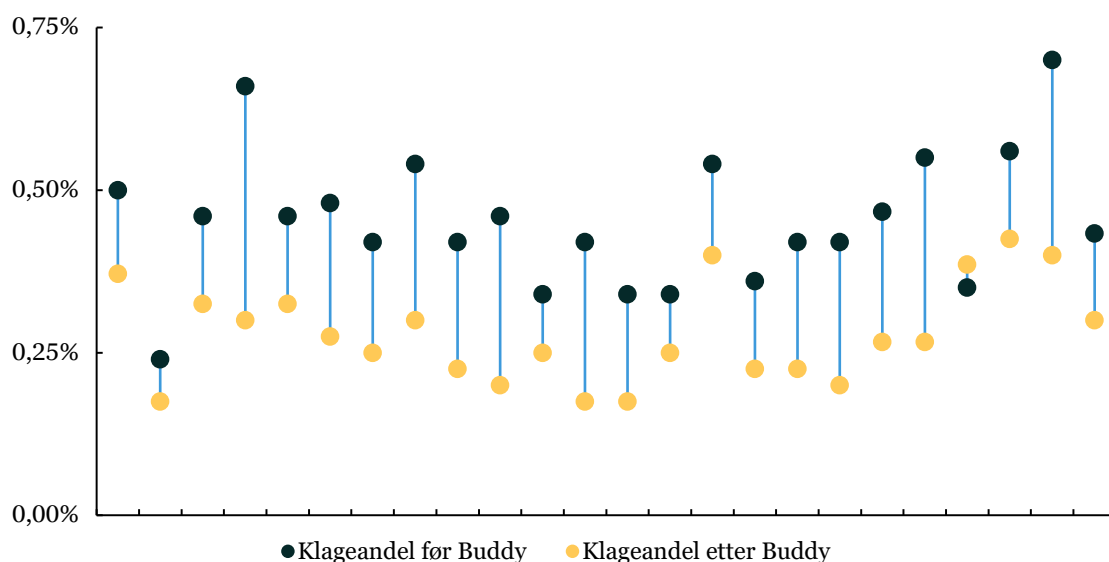
Prosjektet har også resultert i utviklingen av DI Optimize<sup>5</sup>, en algoritme for ruteoptimalisering utviklet i samarbeid med SINTEF. Produktet er fullt fungerende og allerede tatt i bruk for eksterne kunder, og arbeidet med kommersiell utrulling til DIs eksisterende kundebase pågår. DI Optimize har vekket internasjonal interesse, og selskapet arbeider aktivt med å etablere produktet i nye markeder.

#### 4.2.4 Samfunnseffektene av prosjektet

Prosjektets samfunnsøkonomiske effekter kommer primært fra reduksjon i klager som følge av forbedret leveringskvalitet etter innføringen av bud-appen Buddy. Reduksjonen i klager gir utslag i to separate gevinster: reduserte driftskostnader for distribusjonsselskapene som bruker Buddy ved behandling av kundeklager, og verdien av spart tid (verdsatt som mer fritid) for mottakere som slipper å bruke tid på klager.

Nesten samtlige 24 underleverandører til DI som tok i bruk Buddy i pilotfasen opplevde en betydelig færre klager etter innføringen. Sammenligning før og etter introduksjon av Buddy viser at alle distributører har opplevd redusert andel klager, med kun ett unntak. Figuren under viser gjennomsnittlig klageandel før og etter innføringen for av Buddy for distributører som tok appen i bruk.

**Figur 4-2: Andel av leveringer med klager før og etter innføring av Buddy for pilotkundene i 2024–2025. Kilde Distribution Innovation AS, bearbejdet av Menon Economics**



\*Andel klager er gjennomsnittet av klager av totalt antall leveringer månedene før og etter

<sup>5</sup> Mer informasjon tilgjengelig [her](#).

*innføringen av Buddy. De ulike distributørene innførte Buddy mellom november 2024 og mars 2025. Utvalget består av 26 distributører over ni måneder i perioden september 2024 og mai 2025.*

Andelen klager er totalt sett redusert med gjennomsnittlig 0,17 prosentpoeng for alle distributører. Nedre og øvre anslag på reduksjonen er beregnet som gjennomsnittet pluss/minus ett standardavvik (0,083 prosentpoeng), noe som gir et intervall på 0,09 til 0,26 prosentpoeng. Den observerte klagereduksjonen gir økonomiske gevinster for både pakkeselskapene og distribusjonsselskapene som anvender appen gjennom lavere kostnader til klagebehandling.

For å finne ut hvor mye kundesentrene som behandler klagen kan spare ved færre klager har vi tatt utgangspunkt i bedriftsøkonomiske kostnader knyttet til kundefølgning. Totalkostnaden, inkludert lønn og andre kostnader, per time for en kundesentermedarbeider er estimert til 446 kroner, se Tekstboks 4-2 for hvordan vi har kommet frem til dette tallet. Vi legger deretter til grunn at hver klage tar totalt mellom 5 og 10 minutter å håndtere. Dette gir en kostnad per klage for kundesenteret på 37–74 kroner, men anslaget for tidsbruk er usikkert. En studie fra Cornell University (2005)<sup>6</sup>, estimerer gjennomsnittlig telefonbehandlingstid til 6 minutter per kunde, basert på data fra 472 kundesentre.

Antallet reelle klager er trolig høyere enn loggførte tall tilsier, ettersom mange henvendelser ikke registreres som formelle klager til tross for at de medfører reelle kostnader. Bildebevis på leveringens bidrar til å korte ned saksgangen for klagen da det oppleves som oppklarende for kundene. Kvalitativ vurdering er tydelig på at disse sakene er raskere og har færre oppfølginger fra kunden. Til sammen vil disse to faktorene utgjøre potensielle besparelser som ikke er med i beregningene.

Med et volum på 18 millioner pakker årlig og en reduksjon i klageratioen på 0,09–0,26 prosentpoeng som følge av Buddy, tilsvarer dette en reduksjon på 16 200–46 800 klager per år totalt sett for alle distributører som bruker Buddy. Multiplisert med en klagekostnad på 37–74 kroner gir dette en årlig besparelse på 0,6–3,5 mill. kroner.

På mottakersiden oppstår en samfunnsøkonomisk gevinst i form av spart tid for pakkemottakere som slipper å melde inn og følge opp en klage. Vi legger til grunn samme volum og klagereduksjon som beskrevet over. For hver klage som unngås, legger vi til grunn en tidsbesparelse på 10–30 minutter per hendelse, som en scenariotilnærming. Tidsanslaget er usikkert fordi det ikke finnes gode tall på hvor lang tid en konsument bruker på en klage, og fordi en klage ikke bare omfatter selve henvendelsen via telefon, chat eller e-post, men også tid brukt på frustrasjon og venting som alternativt kunne gitt nytte andre steder.

Det nedre anslaget på ti minutter representerer et minimum for hvor lang tid det tar å få en klage behandlet. Det øvre anslaget på 30 minutter er forankret i to studier fra Citizens Advice, en britisk uavhengig organisasjon som tilbyr konfidensiell rådgivning innen juss, gjeld, forbrukerrettigheter og bolig. I en rapport fra 2019 dokumenterte Citizens Advice at forbrukere i snitt brukte to timer på å løse et pakkeleveringsproblem, blant dem som aktivt forsøkte å nå frem med sin klage.<sup>7</sup> En ny rapport fra Citizens Advice fra 2024 fant at britiske forbrukere brukte gjennomsnittlig 94 minutter per hendelse på å løse forbrukerproblemer, hvor leveringsproblemer utgjorde over halvparten.<sup>8</sup> Begge referansepunktene indikerer at forbrukere som klager i snitt bruker over én time på å løse problemet. Anslaget vi legger til grunn på 30 minutter er valgt fordi systemer for klagebehandling trolig er mer effektive i dag enn på rapporteringstidspunktet, og fordi vi ikke ønsker å inkludere tid brukt på feil med produktet, men kun det som relateres til selve leveringens.

---

<sup>6</sup> Batt, R., Doellgast, V. & Kwon, H. (2005). *U.S. Call Center Industry Report 2004: National Benchmarking Report – Strategy, HR Practices & Performance*. Tilgjengelig [her](#).

<sup>7</sup> Citizens Advice (2019). *Citizens Advice says problems with parcels cost consumers at least £85 million a year*. Tilgjengelig [her](#).

<sup>8</sup> Citizens Advice (2024). *Brits spend £2 billion and six million hours fixing consumer gripes since October alone*. Tilgjengelig [her](#).

Tidsverdien for fritid beregnes i tråd med R-109/2021<sup>9</sup>, som legger alternativkostnadsprinsippet til grunn. Med en gjennomsnittlig årslønn og skattetrykk tilsvarer det en fritidsverdi på om lag 318 kroner per time, som tilsvarer 27–159 kroner per klage. Multiplisert med redusert årlig antall klager på 16 200–46 800 klager gir dette en årlig tidsgevinst for pakkemottakerne på mellom en halv og åtte mill. kroner per år.

Vi legger til grunn at full innfasing er nådd i 2026, med gradvis oppskalering fra 40 prosent av budene i 2024 og til samtlige i 2026. Det er lagt til grunn en årlig vekst i pakkevolumet på 3 prosent fra 18 millioner pakker i 2025 og videre inn i perioden 2026–2030. Forutsetningen bygger på uttalelser fra PostNord<sup>10</sup> og Posten om økt pakkevolum i 2025, og at denne utviklingen ventes å fortsette i årene fremover.<sup>11</sup> Fra og med 2031 legger vi til grunn at tilsvarende effekter ville blitt oppnådd uavhengig av prosjektet fordi andre utviklingsprosjekter ville gitt de samme effektene, og videre gevinster tilskrives ikke Pilot-T-støtten. Med en analyseperiode fra 2024 til 2030 gir dette en netto nåverdi av forskningsprosjektet på 9–68 mill. 2026-kroner i samfunnsøkonomisk gevinst.

**Tabell 4-2: Potensielle og realiserte effekter av forskningen, mellom år 2024 til 2030.**

Effektkategori	Samfunnsøkonomisk verdi i 2026-kroner	Beskrivelse
<b>Reduserte kostnader for kunder</b>	5–47 mill. kr.	Økt fritid som følge av redusert antall klager
<b>Reduserte kostnader for pakkeselskapene og distribusjonsselskapene som anvender appen</b>	4–22 mill. kr.	Reduserte servicekostnader for Distribution Innovation AS
<b>Total samfunns-økonomisk verdi</b>	<b>9–68 mill. kr.<sup>12</sup></b>	

Vi beregner en nåverdi på mellom 9 og 68 mill. kroner, hvorav mellom 2 og 13 mill. kroner allerede er realisert, mens resterende er beregnede fremtidige gevinster.

Beregningene er beheftet med usikkerhet på flere punkter. Klagereduksjonen på 0,09–0,26 prosentpoeng er basert på et begrenset utvalg distributører over en relativt kort periode og kun fra én stor avsender. Det er dermed usikkert om denne trenden holder seg over tid. Helthjem, som er den største brukeren av Buddy, byttet kundeserviceleverandør i perioden og endret sin klagerregistreringspraksis, noe som kan gjøre det vanskelig å sammenligne tall direkte. Samtidig ser vi en tilsvarende reduksjon hos andre leverandører som har innført Buddy i den samme perioden, noe som styrker antagelsen om at klagereduksjonen kan tilskrives innføring av Buddy. I tillegg er tidsbesparelsen per klage for kundesenteret på 5-10 minutter, og for kunden på 10–30 minutter et gjennomsnittsanslag. Faktisk tidsbruk vil variere betydelig avhengig av hvilken kanal kunden bruker og sakens kompleksitet.

I tillegg til effektene i tabellen ovenfor forventes en reduksjon i bomturer og feilleveringer, noe som potensielt vil gi lavere utslipp og fraktkostnader. Disse effektene anser vi imidlertid så usikre at vi ikke har utarbeidet anslag, men trekker i retning av høyere samfunnsøkonomisk gevinst enn det tallfestede anslaget. Prosjektet har også utviklet en algoritme for ruteoptimalisering som nå er i pilotfasen. Dersom denne lykkes, vil den kunne bidra til ytterligere reduksjoner i klimagassutslipp, miljøpåvirkning og kostnader. Buddy er også utviklet for enkelt å kunne implementere slik at en slik algoritme i leveringsappen.

<sup>9</sup> Finansdepartementet (2021): Rundskriv R-109/2021. Tilgjengelig [her](#).

<sup>10</sup> VG (2025). – *Hent, hent, hent!*. Tilgjengelig [her](#).

<sup>11</sup> MyNewsdesk (2026). *Pressemelding fra Posten og Bring*. Tilgjengelig [her](#).

<sup>12</sup> Totalen samsvarer ikke med summen grunnet avrunding.

## Tekstboks 4-2: Forutsetninger for beregningene til Last Mile 2025

- Antall pakker i 2025: 18 millioner
- Årlig vekst i pakker for perioden 2026–2030: 3 prosent
- Innfasing av Buddy (andel pakker levert via løsningen): 40 prosent (2024), 70 prosent (2025) og 100 prosent fra 2026
- Reduksjon i klager, lavt scenario: 0,09 prosentpoeng
- Reduksjon i klager, høyt scenario: 0,26 prosentpoeng
- Kostnad per arbeidstime for kundesenter: 446 kroner, beregnet med utgangspunkt i gjennomsnittlig månedslønn for kundesentermedarbeidere: 50 010<sup>13</sup>, tilsvarer årslønn på 600 120, påslag på 30 %<sup>14</sup> for kostnader for bedriften og 1750 arbeidstimer per årsverk.
- Verdi av én time fritid: 318 kroner, beregnet med utgangspunkt i en gjennomsnittlig årslønn på 741 300 kroner<sup>15</sup> i 2025, forventet skattetrykk på 25 prosent<sup>16</sup> og 1750 arbeidstimer per årsverk. For 2024 er samme metode brukt som for 2025.
- Verdien av fritid øker i tråd med forventet økning i BNP per innbygger: 0,5 prosent <sup>17</sup>
- Tidsbruk per klage for kundesenter: 5–10 minutter.
- Tidsbruk per klage for kunder: 10–30 minutter
- Diskonteringsrente: 4 prosent i henhold til Finansdepartementets rundskriv R-109/2021<sup>18</sup>

### 4.2.5 Forskningsrådets utløsende effekt

Addisjonalitet viser til i hvilken grad Forskningsrådets finansiering var utløsende for at forskningen ble gjennomført og effektene realisert. DI har lang erfaring med FoU-prosjekter, og en form for teknologiutvikling ville trolig skjedd uavhengig av Forskningsrådets støtte. Uten ekstern finansiering ville løsningsutviklingen trolig skjedd i mindre skala, og det ville tatt lengre tid. Samlet anslår vi en addisjonalitetsgrad på 25–75 prosent. Den samfunnsøkonomiske gevinsten som kan tilegnes finansieringen blir da 2–52 mill. 2026-kroner.

---

<sup>13</sup> SSB (2026). Tabell 11418. Tilgjengelig [her](#).

<sup>14</sup> DFØ. Kap. 3.4 Tallfeste, verdsette og vurdere virkninger (fase 4). Tilgjengelig [her](#).

<sup>15</sup> SSB (2026). *SSB Tabell 11536: Årslønn, etter sektor og år*. Tilgjengelig [her](#).

<sup>16</sup> SSB (2026). *Lavere skattetrykk i 2024*. Tilgjengelig [her](#).

<sup>17</sup> Finansdepartementet (2024). Meld. St. 31 (2023–2024). Perspektivmeldingen 2024. Tilgjengelig [her](#).

<sup>18</sup> Finansdepartementet (2021): Rundskriv R-109/2021. Tilgjengelig [her](#).

## 4.3 Optimalisert vedlikehold gir reduserte livsløpskostnader for stålbroer

### 4.3.1 Oppsummering

*Optimalt bruvedlikehold for reduserte levetidskostnader · Statens Vegvesen · 2021–2024*

Vedlikehold av stålbruer koster det offentlige i størrelsesorden 200 mill. kroner per år. Bransjestandarden har lenge vært forebyggende vedlikehold, der belegget fornyes basert på faste tidsintervaller uavhengig av beleggets faktiske tilstand. SINTEF og Statens vegvesen gjennomførte forskningsprosjektet «Optimalt bruvedlikehold for reduserte levetidskostnader», som utfordret denne praksisen. Prosjektet viste at korrigerende vedlikehold, der man venter til belegget faktisk er nedslitt i nesten alle tilfeller er like sikkert og vesentlig billigere enn forebyggende vedlikehold. Den viktigste effekten av å ta kunnskapen fra prosjektet i bruk er sparte kostnader fra utsatt vedlikehold: ved å utnytte beleggets fulle levetid kan vedlikeholdsintervallet på en stor stålbru forlenges på det meste fra om lag 30 til 80–100 år. Redusert vedlikeholdsfrekvens gir i tillegg mindre miljøpåvirkning fra avfall ved blåserensing, og færre trafikkforstyrrelser i forbindelse med vedlikehold.

INNVLGET STØTTE

**3,0 mill. kr**

TALLFESTET SAMFUNNS-  
ØKONOMISK NÅVERDI

**78–389 mill. kr**

ADDISJONALITET

**25–75 %\***

\* Tolkes som andel av effekt som kan tilskrives Forskningsrådets finansiering

Forskningsaktører

Statens Vegvesen

OFFENTLIG VIRKSOMHET

SINTEF

FOU-MILJØ

### 4.3.2 Bakgrunn for prosjektet

Totalt er det rundt 2600 stålbruer i det norske veinettet. Vedlikeholdet av disse bruene koster det offentlige omkring 200 mill. kroner per år.<sup>19</sup> En sentral del av vedlikeholdsarbeidet er påføring og fornyelse av korrosjonsbelegg, som beskytter stålkonstruksjonen mot rust og slitasje fra vær og vind, med et toppstrøk av maling.

Bransjestandarden for vedlikehold av stålbruer har lenge vært forebyggende vedlikehold. I denne modellen har det vært anbefalt å igangsettes vedlikehold når toppstrøket på belegget er degradert. Det er imidlertid ikke nødvendigvis det riktige tidspunktet å gripe inn. Belegget er sammensatt av flere sjikt, og selv om toppstrøket er skadet, kan korrosjonsbelegget av sink fortsatt ha lang gjenværende levetid og gi tilstrekkelig beskyttelse mot korrosjon. Modellen tok heller ikke hensyn til hvordan beleggene faktisk degraderes over tid. Påføringsfeil er den viktigste årsaken til behov for vedlikehold, ikke degradering av toppstrøket. Kostnadsbildet for bruvedlikehold er dominert av stillas og tilkomst, ikke av selve overflatebehandlingen. Det betyr at hyppige vedlikeholdsrunder er kostbare selv om arbeidsomfanget per gang er begrenset.

Statens vegvesen hadde historisk lite kompetanse på metalliske materialer i bruforvaltningen, og det var ikke uvanlig å igangsette vedlikehold altfor tidlig og dermed bruke unødvendige midler. Med mange bruer spredt over hele landet og mange beslutningstakere involvert, var det i tillegg vanskelig å sikre

<sup>19</sup> SINTEF Industri (2024). *Korrosivitet på bruer langs kysten i Norge*. Tilgjengelig [her](#).

enhetlig forvaltningspraksis og kompetanse i alle ledd. Det var derfor et klart behov for økt kunnskap for optimalisering av vedlikeholdsfrekvens og reell korrosjonsrisiko for bruer i ulike klimaforhold.

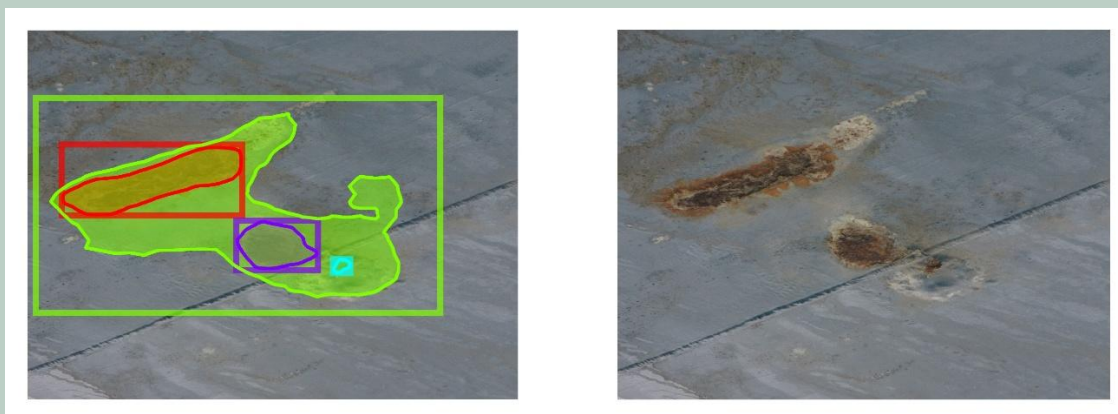
### 4.3.3 Prosjektets resultater og løsninger

Prosjektet, som var et samarbeid mellom SINTEF og Statens vegvesen, undersøkte når vedlikehold av korrosjonsbeskyttende belegg på stålbruer bør starte, og hvordan valg av vedlikeholdsstrategi påvirker levetidskostnader og skadeutvikling. Prosjektet bygget blant annet på gjennomgang av inspeksjonsbilder og visuell kategorisering av beleggskader, blant annet med bruk av droner, for å kartlegge beleggets faktiske tilstand og gi et mer presist grunnlag for vurdering av vedlikeholdsbehovet over broens livsløp.

#### Tekstboks 4-3: Prosjektet testet ut bruk av droner og KI for detektering av korrosjon

Bildene nedenfor stammer fra et forsøk på å trene en KI-modell til å gjenkjenne korrosjon på bruer ved hjelp av dronebilder. Bildet til venstre viser et tilfelle der modellen lyktes med å identifisere korrosjon, mens bildet til høyre viser korrosjonen den detekterte. Resultatene var varierende, og metoden er fortsatt i utviklingsfasen. Siden bruer varierer betydelig i form og farge, krever robust KI-gjenkjenning et stort og variert bildetilfang, noe som foreløpig ikke er tilgjengelig.

**Figur 4-3** Bildet til venstre viser hvordan prosjektet testet ut funn av korrosjon med KI. Bildet til høyre viser eksempel på korrosjon. *Kilde: SINTEF*



Prosjektet dokumenterer at korrektivt vedlikehold, som innebærer at man venter til beleggets degradering har gått så langt at total rehabilitering er nødvendig, ofte gir lavere livsløpskostnader enn vedlikehold etter faste intervaller, særlig når tiltaket er omfattende og krever stillas. Rapporten «Vedlikehold av belegg på bruer» (2024) viser videre at korrosjon normalt er en langsom prosess, og at det i lite korrosive miljøer kan gå mange tiår før korrosjon blir en trussel mot konstruksjonens bæreevne.<sup>20</sup> Skadene oppstår ofte tidlig, i forbindelse med påføring av belegg, og forverres ikke nevneverdig over livsløpet.

Rapporten gir konkrete retningslinjer for når vedlikehold bør iverksettes, basert på beleggets tilstand, korrosivitetsnivå og kostnader ved ulike tiltak. Et hovedpoeng er at særlig dersom det må bygges stillas for å utføre vedlikeholdet, vil det lønne seg å utsette vedlikeholdet og utnytte mer av levetiden i det eksisterende belegget. Dersom annet vedlikehold allerede utløser behov for stillas, vil ofte det være lønnsomt å gjennomføre vedlikehold av belegg samtidig.

Et annet viktig resultat er en forbedret metode for å klassifisere korrosivitet. Prosjektet dokumenterte at høyde over sjøen er en sentral parameter for korrosjonsbelastning på bruer, fordi saltinnholdet i

<sup>20</sup> SINTEF Industri (2024). *Vedlikehold av belegg på bruer - Når bør vedlikeholdet starte?*

lufta avtar raskt med høyden. Dette er operasjonalisert i en enkel oppslagstabell som hjelper bruforvaltere å klassifisere korrosivitetsklasse, og dermed velge vedlikeholdsintervall for sine konkrete bruer. Denne forbedrede klassifiseringsmetoden er basert på ISO-standarder for korrosjonsklasser og er under implementering i Staten vegvesens brudatabase, Brutus. Den forenkla oppslagstabellen viser vi i Tabell 4-3.

**Tabell 4-3: Metode for kategorisering av bruer basert på klimasone og høyde. Kilde. SINTEF Industri (2024).**

Klimasone	Høyde over sjøen (m)	Korrosjons-klasse
Ytre kyst / eksponert kyst	< 25	C5
	25–40	C4
	>40	C3
Sund / kyst	<15	C5
	15–25	C4
	25–50	C3
	>50	C2
Fjord / indre kyst	<5	C4
	5–10	C3
	>10	C2
Innland	Alle	C2

#### 4.3.4 Samfunnseffektene av prosjektet

Den viktigste samfunnsøkonomiske effekten av prosjektet er reduserte vedlikeholdskostnader for stålbruer, gitt at kunnskapen fra prosjektet tas i bruk. Prosjektet har vist at vedlikeholdsintervallet for en bru i et moderat korrosivt klima potensielt kan forlenges fra 35 til nærmere 100 år ved å følge det nye rammeverket. Sett over en 100-årshorisont kan dermed vedlikeholdsfrekvensen reduseres betraktelig.

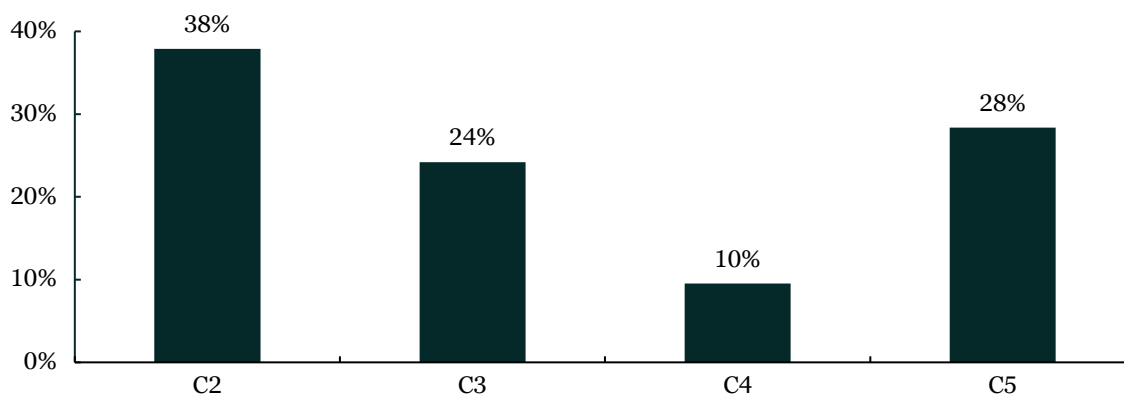
Statens vegvesen, fylkeskommunene og kommunene har ansvaret for vedlikehold av stålbruer i Norge. Dette omfatter totalt 2600 bruer, med et samlet overflateareal av belagt stål på nær 3 mill. m<sup>2</sup>.<sup>21</sup> Forvaltningen av stålbruer i Norge er spredt mellom mange aktører og beslutningsnivåer, noe som gjør det krevende å sikre enhetlig praksis og tilstrekkelig kompetanse i alle ledd. Overføringen av fylkesveibruer til fylkeskommunene i forbindelse med regionreformen har forsterket denne utfordringen.<sup>22</sup> Imidlertid vil metodikken i teorien kunne anvendes for alle stålbruer i Norge, uavhengig av hvem som forvalter dem. Vi tar derfor utgangspunkt i den fulle porteføljen på 2600 stålbruer når vi beregner effektene.

Som del av prosjektet er alle stålbruer langs kysten som er over 100 meter lange kartlagt og delt inn i korrosivitetsklasser etter høyde og klimasone. Informasjon fra intervjuer med forskningsaktørene i prosjektet tilsier at fordelingen av korrosivitetsklasser er representativ for resterende broer i Norge, og vi anvender derfor fordelingen av total bro lengde i ulike korrosivitetsklasser i utvalget i de videre beregningene. Det innebærer at vi legger til grunn samme fordeling av overflateareal som bro lengder i korrosivitetsklasser. Figur 4-4 viser hvordan stålbruene fordeler seg på ulike korrosivitetsklasser.

<sup>21</sup> SINTEF Industri (2024). *Korrosivitet på bruer langs kysten i Norge*. Tilgjengelig [her](#).

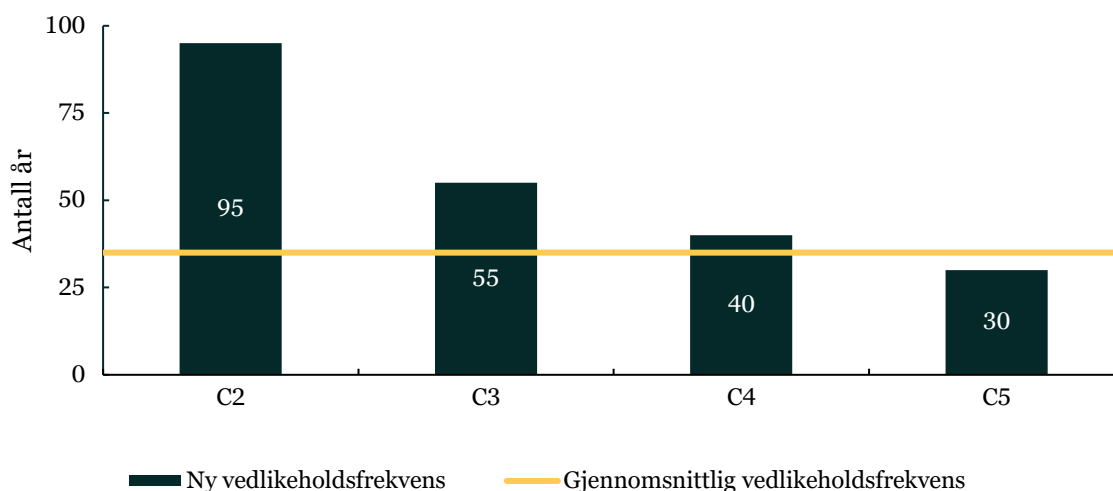
<sup>22</sup> SINTEF Industri (2024). *Vedlikehold av belegg på bruer - Når bør vedlikeholdet starte?*

**Figur 4-4: Estimert korrosivitet på stålbruer langs kysten med lengde over 100 m. Kilde: SINTEF Industri (2024). Bearbeidet av Menon Economics**



Vi benytter anslag fra Statens Vegvesen (2024)<sup>23</sup> for forventet levetid for belegg på bruer i de ulike korrosivitetsklassene. Anslagene ble gjort som del av forskningsprosjektet. Tidligere ble vedlikehold gjennomført i gjennomsnitt hvert 35. år, noe som innebærer at bruer i alle klasser utenom C5 trolig ble vedlikeholdt oftere enn nødvendig. Med det nye rammeverket, der vedlikeholdsintervallet tilpasses faktisk korrosivitetsklasse, øker det anbefalte intervallet til henholdsvis 95 år (C2), 55 år (C3), 40 år (C4) og 30 år (C5) som er den forventede levetiden i de ulike klassene funnet i tidligere forskning fra en av deltakerne i prosjektet.<sup>24</sup>

**Figur 4-5: Ny vedlikeholdsfrekvens sammenlignet med dagens gjennomsnittlige vedlikeholdsfrekvens. Kilde: SINTEF Industri (2024). Bearbeidet av Menon Economics**



Basert på samtale med forskningsaktørene legger vi til grunn at når det gjennomføres overflatevedlikehold, vil 30 prosent av det berørte arealet trenge full rehabilitering med blåserensing og påføring av nytt System 1 dupleksbelegg, mens de resterende 70 prosent får overflatebehandling, som gir en gjennomsnittskostnad på 2220 kroner per m<sup>2</sup>, i henhold til arealkostnader beregnet gjennom forskningsprosjektet.<sup>25</sup>

<sup>23</sup> SINTEF Industri (2024). *Vedlikehold av belegg på bruer - Når bør vedlikeholdet starte?*

<sup>24</sup> O.Ø. Knudsen, H. Matre, C. Dørum, M. Gagné, Experiences with Thermal Spray Zinc Duplex Coatings on Road Bridges, *Coatings* 9 (2019) 371. Tilgjengelig [her](#).

<sup>25</sup> Kostnad for nytt System 1 dupleksbelegg er 3 200 kr/m<sup>2</sup>, mens fornying av toppstrøk med epoksymastik og polyuretan koster omtrent 1800 kr/m<sup>2</sup>.  $3200 \times 0,3 + 1800 \times 0,7 = 2220$  kroner. Hentet fra SINTEF Industri (2024). *Vedlikehold av belegg på bruer - Når bør vedlikeholdet starte?*

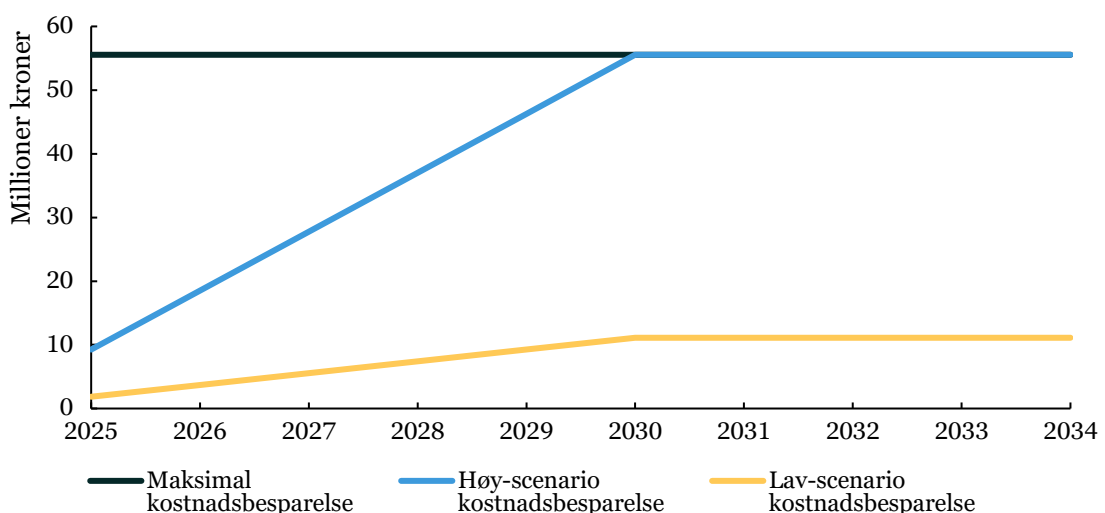
Den maksimale årlige kostnadsbesparelsen beregnes som differansen i årlige vedlikeholdskostnader mellom ny og gammel metodikk for det berørte arealet. Dagens samlede kostnad anslås til om lag 190 mill. kroner per år, basert på et samlet overflateareal på nesten 3 mill. m<sup>2</sup>, et gjennomsnittlig vedlikeholdsintervall på 35 år, og kostnad på 2200 kroner per m<sup>2</sup>. Med endrede vedlikeholdsintervaller tilpasset de ulike korrosivitetsklassene og fordelingen av areal fra Figur 4-4 blir vedlikeholdskostnaden omtrent 135 mill. kroner i året, beregnet gjennom formelen under:

$$\frac{2220kr}{m^2} * 3\,000\,000m^2 * \left( \frac{38\%}{95} + \frac{24\%}{55} + \frac{10\%}{40} + \frac{28\%}{30} \right) = 135 \text{ mill. kroner}$$

Dermed kan vedlikeholdskostnaden reduseres fra 190 til 135 mill. kroner årlig. Det tilsier en maksimal årlig besparelse på 55 mill. kroner ved full implementering på alle stålbruer.

Forvaltningen av stålbruer i Norge er spredt mellom mange aktører og beslutningsnivåer, noe som gjør det krevende å sikre enhetlig praksis og tilstrekkelig kompetanse i alle ledd. Dette skaper usikkerhet knyttet til innfasingen av det nye rammeverket. På den andre siden er kunnskapen allerede tatt i bruk for konkrete bruprosjekter, ifølge forskningsaktørene. Vi legger til grunn en gradvis lineær implementering fra 0 prosent i 2024 til henholdsvis 20 prosent (lavscenarior) og 100 prosent (høyscenario) i 2030, etterfulgt av konstant rate frem til og med 2035. Det gjør at vi får en gradvis økning i hvor stor del av de potensielle besparelsene som faktisk realiseres. Den skisserte utviklingen for lav- og høyscenarioet ser vi i Figur 4-6.

**Figur 4-6: Oversikt over potensiell besparelse for vedlikehold av stålbruer på veier i Norge i lavt og høyt scenario. Kilde: Menon Economics**



Utover de direkte kostnadsbesparelsene vil lengre vedlikeholdsintervaller også gi færre trafikkforstyrrelser. Vedlikeholdsarbeid på bruer krever ofte delvis eller full stenging av veistrekninger, noe som gir forsinkelser for privatpersoner, næringstrafikk og nødetater. Spartid i trafikken er en sentral nyttevirkning fra veiinfrastrukturen. Effekten av reduserte trafikkforstyrrelser vil være særlig merkbar for bruer på trafikkerte strekninger og i tettbebygde strøk.

I tillegg innebærer færre og mer målrettede vedlikeholdsrunder redusert bruk av blåserensning, som er energikrevende og genererer betydelige mengder avfall. Dette gir samfunnsøkonomiske gevinster som heller ikke er tallfestet. En oversikt over de potensielle effektene til prosjektet ser vi i Tabell 4-4.

Tabell 4-4: Nåverdi av forskningen, mellom år 2025 til 2035.

Effektkategori	Samfunnsøkonomisk nåverdi i 2026-kroner	Beskrivelse
<b>Redusert miljøpåvirkning</b>	Positiv verdi (ikke tallfestet)	Utsatt blåserensing reduserer energibruk og avfallsmengde.
<b>Reduserte kostnader</b>	78–389 mill. kr	Endret vedlikeholdsfrekvens reduserer kostnader.
<b>Redusert reisetid</b>	Positiv verdi (ikke tallfestet)	Færre vedlikeholdsoperasjoner reduserer trafikale forsinkelser.
<b>Tallfestet samfunnsøkonomisk verdi</b>	<b>78–389 mill. kr.</b>	

I scenariet med lav implementering er samlet nåverdi av besparelser i perioden 2025–2035 anslått til 78 mill. kroner. I høy-scenariet er tilsvarende anslag 389 mill. kroner. Av dette er mellom 2 og 10 mill. kroner allerede oppnådd, mens resterende er beregnede fremtidige gevinster. Usikkerhetsintervallet reflekterer at bred implementering er krevende på grunn av spredt ansvar i veiforvaltningen. Ansvaret for brovedlikehold er fordelt på Statens vegvesen, fylkeskommuner og kommuner, og realisering av effektene forutsetter at flere beslutningstakere tar i bruk og har tillit til kunnskapsgrunnlaget.

Resultatene vurderes som trolig overførbare til jernbanesektoren, hvor Bane NOR forvalter tilsvarende type infrastruktur og står overfor lignende problemstillinger knyttet til vedlikehold og prioritering av tiltak. Dette er imidlertid ikke undersøkt nærmere i prosjektet. Vi har heller ikke tilstrekkelig kunnskap om dagens praksis, datagrunnlag og beslutningsprosesser i jernbanesektoren til å gjøre en robust vurdering. Potensielle effekter for jernbane er derfor ikke inkludert i beregningene.

#### Tekstboks 4-4: Forutsetninger for beregningene.

- Samlet overflateareal for stålbruer 3 mill. m<sup>2</sup><sup>26</sup>
- Antall stålbruer i Norge: 2600<sup>27</sup>
- Fordeling av samlet areal mellom korrosivtetsklasser: 38 prosent C2, 24 prosent C3, 10 prosent C4) og 28 prosent C5.
- Dagens vedlikeholdsintervall: 35 år
- Nytt vedlikeholdsintervall: 95 år (C2), 55 år (C3), 40 år (C4) og 30 år (C5).<sup>28</sup>
- Kostnad for nytt System 1 dupleksbelegg er 3200 kr/m<sup>2</sup><sup>29</sup>
- Fornying av toppstrøk med epoksymastik og polyuretan koster 1800 kr/m<sup>2</sup>.<sup>30</sup>
- Fordeling av vedlikehold: 30 prosent System 1 behandling og 70 prosent toppstrøkfornyelse
- Implementering: Gradvis lineær implementering av det nye rammeverket fra 0 prosent i 2024 til henholdsvis 20 prosent (lavscenarior) og 100 prosent (høyscenario) i 2030, etterfulgt av konstant rate frem til og med 2035.
- Diskonteringsrente: 4 prosent i henhold til Finansdepartementets rundskriv R-109/2021

#### 4.3.5 Addisjonalitet

Addisjonalitet viser til i hvilken grad Forskningsrådets finansiering har bidratt til å utløse resultatene fra forskningen. Finansieringen av dette forskningsprosjektet vurderes å ha vært nødvendig for at prosjektet ble gjennomført. Det er lite sannsynlig at Statens vegvesen alene ville ha igangsatt et

<sup>26</sup> SINTEF Industri (2024). *Korrosivitet på bruer langs kysten i Norge*. Tilgjengelig [her](#).

<sup>27</sup> SINTEF Industri (2024). *Korrosivitet på bruer langs kysten i Norge*. Tilgjengelig [her](#).

<sup>28</sup> O.Ø. Knudsen, H. Matre, C. Dørum, M. Gagné, Experiences with Thermal Spray Zinc Duplex Coatings on Road Bridges, *Coatings* 9 (2019) 371. Tilgjengelig [her](#).

<sup>29</sup> SINTEF Industri (2024). *Vedlikehold av belegg på bruer - Når bør vedlikeholdet starte?*

<sup>30</sup> SINTEF Industri (2024). *Vedlikehold av belegg på bruer - Når bør vedlikeholdet starte?*

tilsvarende systematisk FoU-arbeid med faglig støtte fra SINTEF, uten ekstern finansiering. Samtidig var det allerede før prosjektet identifisert et behov for økt kunnskap om optimalisering av vedlikehold, og det er mulig at potensialet for kostnadsreduksjoner kunne bidratt til å utløse forskningen, i mindre skala og trolig med lavere kvalitet. Samlet sett legger vi til grunn en addisjonalitetsgrad på 25–75 prosent for dette forskningsprosjektet.

## 4.4 Mer målrettet trafikkstyring med teknologi for veipricing for personbiler

### 4.4.1 Oppsummering

*GeoSUM, GeoFlow, Tag4All · Q-Free · 2018-2026*

Veipricingssystemer gjør det mulig å belaste bilister basert på deres kjøremønster, og er et alternativ til bompengesystemer og drivstoffavgifter. Q-Free har i samarbeid med Statens vegvesen og SINTEF utviklet teknologi for veipricing som er klar for massemarkedet. Veipricing kan potensielt innføres tidligere i Norge som følge av opparbeidet økt kompetanse og kunnskap om veipricing i Norge gjennom prosjektet, samt tilgang på norsk teknologi som hensyntar personvern. Positive effekter av å innføre veipricing i Norge inkluderer reduserte klimagassutslipp, redusert miljøpåvirkning, redusert reisetid, og økt trafikkikkerhet. Effektene oppstår ved at trafikken kan styres mer målrettet for eksempel med høyere priser i mer belastede områder. I tillegg kan forskningen gi økt verdiskaping til Norge ved at Q-Free kan bli teknologileverandør til andre land som innfører veipricing. De potensielle fremtidige samfunns effektene kan bli betydelige, men forutsetter at nasjonale og utenlandske myndigheter beslutter å innføre veipricing, og velger å bruke Q-Free som teknologileverandør.

INNVLGET STØTTE  
**Totalt 31,5 mill. kr.**  
fordelt på tre  
prosjekter

TALLFESTET SAMFUNNS-  
ØKONOMISK NÅVERDI  
**6873–40 278 mill. kr**

ADDISJONALITET  
**50-75 %\***

*\* Tolkes som andel av effekt som kan tilskrives Forskningsrådets finansiering*

Forskningsaktører

Q-Free

NÆRINGSLIV

SINTEF

FOU-MILJØ

Statens Vegvesen

OFFENTLIG VIRKSOMHET

### 4.4.2 Bakgrunn for prosjektet

Veitransport medfører eksterne kostnader i form av kødannelse, støy, klimagassutslipp, forurensning og veislitasje, og kostnadene per kilometer kjørt varierer betydelig, avhengig av hvor og når man kjører. De eksterne kostnadene er ulemper som påføres andre enn sjåføren, og er høyere på en travel vei i tettbygde strøk i rushtiden, enn en vei i grisgrendte strøk på nattestid. Drivstoffavgifter og bompenger skal bidra til at bilister tar høyde for eksterne kostnader, samt finansiere infrastruktur og gi staten inntekter. Som instrument for å korrigere for eksterne kostnader er drivstoffbasert veibruksavgift, og til dels bompenger, lite treffsikre. Drivstoffavgifter fanger ikke opp variasjonen i kø, støy og veislitasje, og betales dessuten ikke av elbiler. Bompenger kan i større grad differensieres etter sted og tidspunkt, men treffer bare der bomstasjonene er plassert.

Veiprisingsystemer er en anbefalt metode for å dekke inn samfunnskostnadene ved transport, og for mer samfunnsoptimal trafikkstyring. I et system som baserer seg på data over bilistenes kjøremønster kan trafikantene betale en avgift per kilometer som reflekterer de eksterne samfunnskostnadene, og er tilpasset hvor og når kjøringen skjer. Kjøring i områder med høye eksterne kostnader, som i byområder med høyere konsentrasjoner av forurensning eller i områder og tidsperioder med mye trafikk, prises høyere enn i mindre belastede områder. At elbiler har lavere utslipp, kan reflekteres i lavere avgifter.

Utfordringer knyttet til personvern, teknologikostnader og praktisk implementering har bidratt til at veiprisingsystemer hittil i liten grad er tatt i bruk for personbiler. Veiprisingsystemer for tunge kjøretøy er tatt i bruk i enkelte land. Flere land har tatt aktive steg mot innføring av veiprising for personbiler. I Norge er det gjort utredninger som peker på stor positiv samfunnsnytte av veiprising.

#### 4.4.3 Prosjektets resultater og løsninger

Selskapet Q-Free har i samarbeid med SINTEF og Statens vegvesen utviklet teknologi for veiprising som er klar for kommersialisering. Løsningen baserer seg på en brikke i kjøretøyet med GPS-mottaker. Veinettet kan deles inn i soner, slik at områder med høy trafikk eller større miljøbelastning kan få høyere takst enn mindre belastede områder. Enheten registrerer kjørelengde og hvilken sone kjøretøyet befinner seg i til ulike tidspunkt. Basert på denne informasjonen beregnes et fakturagrunnlag som sendes aggregert og kryptert til avgiftsinnkrever. En demobrikke ble installert og testet i biler i en pilot i Trondheim. Sjåførene fikk tilsendt oppdateringer om sine kostnader, og hadde dermed mulighet til å tilpasse kjøringen for å redusere kostnader. En brukerundersøkelse fra piloten viste at sjåførene var positive til bruk av veiprising dersom systemet oppleves som rettferdig og personvernet ivaretas. Bildet under viser dagens demobrikke.

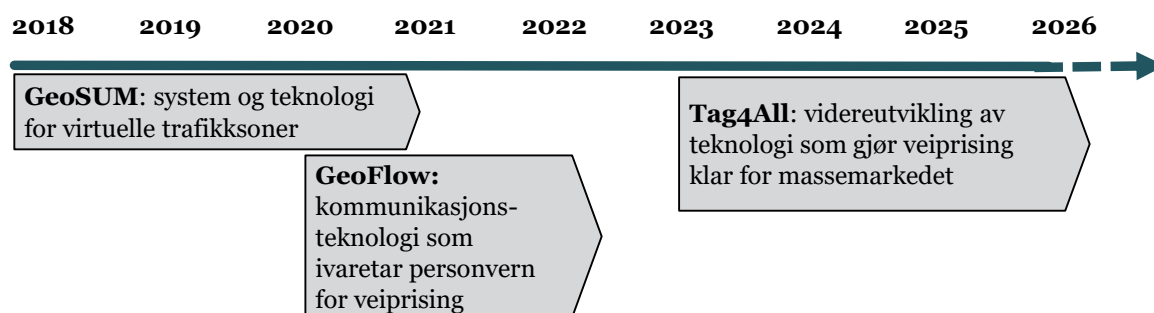
**Figur 4-7: Mulig utforming og installering av veibrikke i bilen. Bilder brukt med tillatelse fra Q-Free.**



Brikken er utviklet med mål om lav kostnad, liten størrelse og lavt strømforbruk. Resultatet er en batteridrevet enhet som kan installeres enkelt i kjøretøyet, for eksempel med dobbeltsidig tape. Dette gjør teknologien egnet også for mindre kjøretøy og bidrar til at løsningen kan tas i bruk i stor skala.

Teknologien er utviklet gjennom forskning i flere ledd. Tre prosjekter finansiert av Forskningsrådet har vært sentrale. GeoSUM utviklet grunnleggende løsninger for geofencing og digital kommunikasjon med kjøretøy. GeoFlow videreutviklet teknologien for håndtering av kjøretøydata og dynamisk trafikkstyring, og inkluderte en demonstrasjon av teknologien i Trondheim, hvor 200 biler fikk installert utstyr for veiprising fra Q-Free. Tag4All tok teknologien videre mot en praktisk løsning for veiprising. Figur 4-8 viser en tidslinje over forskningsprosjektene som har bidratt til utviklingen.

**Figur 4-8: Tidslinje som viser forskningsprosjekter og deres rolle i utvikling av teknologi for veiprising.**



Personvernet hensyntas ved at lokasjonsdata lagres lokalt i kjøretøyet og ikke i sentrale databaser. Kun aggregerte data som trengs til fakturering, som samlet kjørelengde i ulike soner, sendes til avgiftsinnkreveren. Løsningen reduserer dermed utfordringer ved og bekymringer for personvern, som er en typisk innvending mot veiprisingsystemer.

Prosjektene har også fokusert på å forstå muligheter og begrensinger til satelittbaserte navigasjonssystemer, med samlebetegnelse GNSS (GPS, Galileo, Glonass, Beidou, NavIC og EGNOS). Q-Free har deltatt sammen med forskningspartnerne på GNSS Jammertest på Andøya flere ganger. Kvaliteten på posisjoneringen er avgjørende for nøyaktig avgiftsberegning. Generelt har alle GNSS-systemene utviklet seg slik at nøyaktighet og tilgjengelighet er forbedret, og dette er tatt opp i utviklingene av Tag4All. Det finnes allerede etablerte GNSS-baserte løsninger for veiprising for tunge kjøretøy basert på distanse, mens teknologien utviklet i prosjektet kan tilrettelegge for fullskala, dynamisk og personvernvennlig veiprising for personbiler.

Q-Free har patentert flere teknologikomponenter i sin løsning for veiprising. Selskapet har også sendt inn en patentsøknad på selve konseptet for veiprising, men har bevisst valgt å ikke følge opp denne for å sikre at veiprisingskonseptet blir offentlig tilgjengelig, men kan samtidig ikke patenteres av andre aktører. Hensikten er å bidra til bredere implementering av veiprising internasjonalt, samtidig som Q-Free posisjonerer seg med en løsning som særlig vektlegger enkel implementering med lave kostnader, begrenset datalagring og at det ikke er mulig å spore enkeltreiser.

#### 4.4.4 Samfunnseffektene av prosjektet

Q-Frees teknologi for veiprising er utviklet og klar for massemarkedet. Utløsning av samfunnseffekter fordrer at myndigheter bestemmer seg for å ta i bruk teknologien. Dermed ligger mulige effekter av forskningsprosjektet flere år frem i tid. Med utvikling av ny teknologi som reduserer personvernutfordringer, gir lavere kostnader og er enklere å implementere enn tidligere løsninger, er det likevel sannsynlig at veiprising vil bli innført de kommende årene i flere land som løsning på behovet for mer målrettet trafikkstyring. Dette bekreftes også av at flere land har utredet veiprising og tatt aktive steg mot innføring.

For det første kan forskningen gi samfunnseffekter ved at dynamisk veiprising kan innføres tidligere i Norge, som følge av den nasjonale kunnskapsbyggingen fra forskningen, og tilgang på teknologi tilpasset og testet i norske forhold. En konseptvalgutredning og påfølgende kvalitetssikring (KS1) over løsninger for satelittbasert veiprising fra 2023 viste stor positiv samfunnsnytte av innføring av dynamisk veiprising.<sup>31</sup> De positive samfunnseffektene oppstår ved at trafikken kan styres mer effektivt, som vil føre til mindre køer, mindre utslipp, støy og veislitasje, og ble beregnet å være betydelig høyere enn kostnadene ved å innføre systemet. Tidligere innføring gjør at vi kan få flere år med disse effektene.

<sup>31</sup> Menon Economics, A2 og Holte Consulting. (2023). *Kvalitetssikring (KS1 trinn 1) av «KVU veibruksavgift og bompenger trinn 1»*. Rapport EO93A. Finansdepartementet og Samferdselsdepartementet. Tilgjengelig [her](#).

Gjennom forskningen har sentrale aktører som Statens Vegvesen og andre bygget opp kompetanse på veipricing i organisasjonen, samt oppnådd bedre kunnskapsgrunnlag om hvordan veipricing kan innføres i praksis. Vi legger til grunn at veipricing kan innføres anslagsvis mellom ett år (lavscenario) og tre år (høyscenario) tidligere, fra år 2030, som følge av at forskningen har redusert barrierene for innføring. I beregningen av effektene bruker vi anslag på årlige samfunnsøkonomiske gevinster fra KS1 av KVVU for veipricing (2023). Vi har fått tilgang til beregningsmaterialet for utredningen og har hentet ut årlige verdier herfra. For det andre kan forskningen gi økt verdiskaping i Norge dersom andre land velger Q-Free fremfor konkurrerende teknologileverandører til å levere veipricingssystemer. Q-Free leverer i dag bombrikker (AutoPASS) og veikantutstyr gjennom leasingavtaler til operatører i mange land, og en tilsvarende forretningsmodell kan brukes for veipricing. Utstyret kan leies ut til en avgiftsinnkrever, typisk nasjonale myndigheter, og gi løpende inntekter fra brikkene. Dersom myndigheter beslutter å innføre veipricing, vil teknologien kunne tas i bruk relativt raskt i kjøretøyene. Vi antar en gradvis utrulling i perioden 2030–2035, i et utvalg land som vi vet har utredet eller vedtatt å innføre veipricing, tilsvarende et marked på over 100 millioner biler. I beregningene legger vi til grunn at Q-Free kan oppnå en markedsandel på mellom 5 og 40 prosent i disse landene, med en netto profitt på 10 kroner per måned per bil gjennom leasing av veibrikke, basert på opplysninger fra selskapet.

I KS1 av KVVU for veipricing (2023) ble befolkningens tap av personvern vurdert som den største negative virkningen av veipricing, men disse kostnadene ble ikke tallfestet. Teknologien utarbeidet i prosjektet innebærer at lokasjonsdata ikke deles, noe som kan redusere personvernutfordringene, også sammenlignet med dagens systemer med bompengesinnkreving. Dette kan i så fall bidra til enda høyere samfunnsøkonomisk nytte enn det vi har beregnet under. At Q-Frees løsning har bidratt til å redusere personvernutfordringene ved dynamisk veipricing er en ytterligere grunn til at forskningen kan bidra til at systemet innføres raskere i Norge og at Q-Frees løsning potensielt kan ta markedsandeler i andre land.

Oppsummert vil *økt verdiskaping* tilsvare profitt fra salg av norsk teknologi i utlandet, mens resterende effekter oppstår ved at veipricing innføres mellom ett og tre år tidligere i Norge. Tabell 4-5 oppsummerer de beregnede effektene av veipricing i perioden 2030–2040.

**Tabell 4-5: Nåverdi av forskningen, mellom år 2030 til 2040.**

Effektkategori	Samfunnsøkonomisk verdi i 2026-kroner	Beskrivelse
<b>Økt trafikksikkerhet</b>	95–274 mill. kr.	8–23 unngåtte hardt skadde i trafikken
<b>Redusert miljøpåvirkning</b>	543–1 567 mill. kr.	Unngått lokalforurensing og støy
<b>Reduserte kostnader</b>	35–102 mill. kr.	Mindre veislitasje gir lavere vedlikeholdskostnader på vei
<b>Reduserte klimagassutslipp</b>	9–25 mill. kr.	4200–12 600 tonn CO <sub>2</sub> unngått
<b>Redusert reisetid</b>	2 193–6330 mill. kr.	6,3–18,9 mill. færre timer i kø
<b>Økt verdiskaping</b>	3 998–31 981 mill. kr.	Inntekter til Norge/Q-Free som følge av salg av veipricingsteknologi til utlandet
<b>Tallfestet samfunnsøkonomisk verdi</b>	<b>6 873–40 278 mill. kr.</b>	

Beregningene bygger på flere usikre forutsetninger om fremtidig utvikling. De viktigste gjelder om Norge og andre land vil innføre veipricing, hvilken markedsandel Q-Free i så fall kan få i utlandet, og hvilken betydning forskningsprosjektet har hatt for mulig tidligere innføring i Norge. Vi legger til grunn

at veiprisering vil være på plass i Norge og flere andre land fra år 2030. Landene som vurderes er hittil kommet ulikt i gang med å innføre veiprisering. I praksis vil noen land kunne innføre tidligere og andre senere. Noen land kan også velge å ikke innføre veiprisering i det hele tatt, men dette oppveies av at andre land kan komme til. Markedet kan for eksempel bli betydelig større dersom EU velger å innføre veiprisering som standard i Europa. Det er en klar langsiktig målsetting fra EU-kommisjonen med mer fokus på «forurenser betaler» og en overgang til bruksbaserte avgifter er eksplisitt uttalt.

For å beregne effekter av tidligere innføring av veiprisering i Norge, tar vi utgangspunkt i en eksisterende, svært grundig utredning av netto samfunnsøkonomisk verdi av å innføre veiprisering i Norge. Effektene avhenger likevel sterkt av hvilken løsning for veiprisering myndighetene velger å innføre, og utredningen legger frem ulike scenarier. I våre beregninger bruker vi scenarioet hvor avgiftene differensieres på bakgrunn av hvor og når bilkjøring skaper størst og minst eksterne kostnader, samtidig som avgiftsnivået begrenses slik at inntektene tilsvarer dagens inntekter fra bompenger og veibruksavgift. Den samlede prissatte netto nytten fra et slikt scenario ble beregnet til om lag 30 mrd. kroner over en tiårsperiode.<sup>32</sup> Et høyere avgiftsnivå hvor avgiftene tilsvarer de eksterne kostnadene kan gi opptil dobbelt så høy nettonytte ifølge utredningen, men ble vurdert som lite realistisk.

Nettonytten i ovennevnte utredning inkluderer investerings- og driftskostnader, som vi ikke har inkludert i våre beregninger. Investeringskostnadene vil oppstå tidligere, men vil være av samme størrelse uavhengig av innføringstidspunkt. Driftskostnadene er i samme størrelsesorden som driftskostnader for bompenger, som vil bortfalle ved full innføring av veiprisering.

Forutsetningene er oppsummert i tekstboksen under.

#### Tekstboks 4-5: Forutsetninger for beregningene.

##### Forutsetninger for beregninger av økt verdiskaping fra eksportinntekter

- Vi legger til grunn 25 kr i inntekt per bil fra leasing av veibrikke per måned, hvorav 10 kr er profitt for Q-Free. Vi antar at profitten tilsvarer økt verdiskaping for Norge. Antagelsen er basert på opplysninger fra Q-Free, og vi har gjort en rimelighetsvurdering basert på lignende forretningsmodeller.
- Om Q-Frees løsning eksporteres vil dette binde opp norsk arbeidskraft og kapital. I fravær av Q-Free ville arbeidskraften og kapitalen trolig hatt en alternativ anvendelse som også ville skapt verdier. Vi har som en forenkling lagt til grunn at profitten per enhet for Q-Free er verdiskaping utover det som ville vært oppnådd ved alternativ anvendelse av kapital og arbeidskraft.
- Vi forutsetter gradvis implementering i landene Nederland, Storbritannia, New Zealand, Tyskland, Sverige, Finland, Sveits, og Irland fra 2030 til 2035. Landene er identifisert i intervju med Q-Free, og i internettsøk som land som har aktivt utredet eller allerede har vedtatt å innføre veipriseringssystemer. I alle land har vi funnet totalt antall personbiler, med unntak av New Zealand hvor vi har funnet elbiler + dieslbiler, ettersom landet har vedtatt å innføre veiprisering unntatt bensinbiler.
- Vi legger til grunn markedsandeler til Q-Free på mellom 5 og 40 prosent i ovennevnte land. Til sammenligning antar Q-Free selv en markedsandel på 30 prosent, basert på en antagelse om 3 store konkurrenter i hvert land. Tabellen under viser årlig profitt ved ulike markedsandeler.

Land	Antall biler	Årlig profitt ved 5 % markedsandel	Årlig profitt ved 40 % markedsandel
<b>Nederland</b>	9 248 000	55 488 000	443 904 000
<b>Storbritannia</b>	32 915 000	197 490 000	1 579 920 000
<b>New Zealand</b>	785 000	4 710 000	37 680 000
<b>Tyskland</b>	49 339 000	296 034 000	2 368 272 000

<sup>32</sup> Menon Economics, A2 og Holte Consulting. (2023). *Kvalitetssikring (KS1 trinn 1) av «KVU veibruksavgift og bompenger trinn 1»*. Rapport EO93A. Finansdepartementet og Samferdselsdepartementet. Tilgjengelig [her](#).

<b>Sveits</b>	4 905 000	29 430 000	235 440 000
<b>Sverige</b>	4 977 000	29 862 000	238 896 000
<b>Finland</b>	3 756 000	22 536 000	180 288 000
<b>Irland</b>	2 535 000	15 210 000	121 680 000
<b>Total</b>	<b>108 460 000</b>	<b>650 760 000</b>	<b>5 206 080 000</b>

#### Forutsetninger for beregning av andre effekter

- Vi antar at forskningen fremskynder innføring i Norge med mellom 1 og 3 år, med innføring i 2030. Tidligere innføring innebærer at positive effekter i disse årene kan tilskrives forskningen.
- I beregninger av samfunnseffekter for Norge bruker vi verdier fra konsept 3 hovedscenario i rapporten KVALITETSSIKRING (KS1 TRINN 1) AV «KVU VEIBRUKSAVGIFT OG BOMPENGER TRINN 1». Konseptet tar for seg et scenario hvor veiprising er innført for alle personbiler. Vi finner årlige verdier av veiprising, med utgangspunkt i år 2030.
- Rapporten oppgir samfunnsøkonomisk verdi i kroner. For å finne tilsvarende enheter i timer, antall hardt skadde, og tonn CO<sub>2</sub>-utslipp har vi brukt verdier fra [håndbok V712 for konsekvensanalyser av veiltak \(2021\)](#), TØI-rapport [eksterne kostnader ved transport i Norge \(2019\)](#) og [Regjeringens karbonprisbaner for bruk i samfunnsøkonomiske analyser i 2026 \(2025\)](#). Dette må leses som en grov illustrasjon av omtrentlig omfang, ettersom vi ikke vet nøyaktig hvilke enhetsverdier som er brukt i transportmodellen beregningene i utredningen bygger på.

#### Generelt om beregninger

- Vi bruker en diskonteringsrente på 4 prosent i beregninger av nåverdi av framtidige effekter. Dette er renten som brukes i lønnsomhetsvurderinger av statlige investeringer, og anbefalt rente i samfunnsøkonomiske analyser opp til 40 år, se [rundskriv R-109](#).

#### 4.4.5 Forskningsrådets utløsende effekt

Addisjonalitet viser til i hvilken grad Forskningsrådet har bidratt til å utløse innovasjonseffektene i caset. Graden (prosent) multipliseres med det beregnede verdibidraget ovenfor, for å anslå selve effekten av Forskningsrådets innsats. Basert på tilbakemeldinger gjennom intervju var finansieringen og samarbeid mellom næringsaktører og forskningsaktører helt nødvendig for å igangsette initiell forskning om virtuelle trafikksoner. Etter hvert som forskningsprosjektene nærmet seg en kommersiell løsning, ville utviklingen trolig ha skjedd uansett, men i mindre skala, saktere, og med lavere kvalitet ettersom tilgang på forskningsaktører og brukerperspektivet fra Statens Vegvesen var viktig for produktutviklingen. Vi setter addisjonalitetsgraden til mellom 50 og 75 prosent for dette forskningsprosjektet.

## 4.5 Dronebruk gir mer effektiv skredovervåking

### 4.5.1 Oppsummering

GEOSFAIR · Statens vegvesen · 2021-2024

Naturfarer i form av snøskred, jordskred, og steinskred fører til regelmessige stengninger, forsinkelser og risiko for trafikanter og veipersonell langs norske veier. Behovet for kunnskap om hvordan droner kan integreres i eksisterende beslutningssystemer for skred var motivasjonen for GEOSFAIR-prosjektet, som har ført til mer utstrakt bruk av droner i Statens vegvesen. Droner gjør det mulig å overvåke et vesentlig større antall skredbaner hyppigere, på kortere tid, og med høyere presisjon enn det som er praktisk gjennomførbart med helikopter eller menneskelig befaring. De tallfestede samfunnseffektene er reduserte kostnader fordi droneoperasjoner gir lavere ressursbruk knyttet til helikopterutrykninger og unngåtte skreddekspertutrykninger, og redusert reisetid for trafikanter som sjeldnere møter på stengt vei. I tillegg øker sikkerheten for trafikanter og skredpersonell.

INNVILGET STØTTE

**5,9 mill. kr.**

TALLFESTET SAMFUNNS-  
ØKONOMISK NÅVERDI

**21–64 mill. kr.**

ADDISJONALITET

**0–50 %\***

\* Tolkes som andel av effekt som kan tilskrives Forskningsrådets finansiering

Forskningsaktører

Statens vegvesen

OFFENTLIG VIRKSOMHET

NGI, SINTEF

FOU-MILJØ

### 4.5.2 Bakgrunn for prosjektet

Naturfarer som snøskred, steinskred og jordskred kan føre til hyppige og uforutsigbare vegstengninger, forsinkelser og risiko for trafikanter og mannskap innen vegdrift. Skred kan føre til stengt veg eller andre trafikkrestriksjoner både ved skredhendelser (der skred *har* truffet veg) og ved skredfare (der skred *kan* treffe veg). Ved skredhendelser er stenginger ofte uforutsette og varer fra skredet oppdages til risikovurdert rydding og gjenoppretting av veg er gjennomført. Ved skredfare er stengingene ofte forvarselede, og stengingene varer så lenge risikoen overgår akseptabelt nivå. I gjennomsnitt fører skred og skredfare til om lag 1200 stenginger eller andre trafikkrestriksjoner hvert år. Tilsvarende tall for flom og overvann er om lag 600 og annet uvær om lag 500.

GEOSFAIR ble startet fordi dagens metoder for å overvåke og vurdere snøskred langs veg er kostbare, væravhengige og ofte gir begrenset datagrunnlag, samtidig som det er behov for bedre, sikrere og mer effektiv beslutningsstøtte. Prosjektet hadde som mål å utvikle metoder for å integrere droner og sensorbaserte data i Statens vegvesens beslutningssystem for naturfarevurdering, slik at man får mer presise og tidsriktige beslutninger.

### 4.5.3 Prosjektets resultater og løsninger

Hovedmålet for GEOSFAIR var å gi økt kunnskap om hvordan droner kan integreres i beslutningssystemer ved skredfare og skredhendelser. Prosjektet ble finansiert 50 prosent av

Forskningsrådet og 50 prosent av Statens vegvesen. I tillegg hadde SINTEF og NGI noe egeninnsats i prosjektet.

Prosjektet viste at droner kan levere data som er presise og tidsriktige nok til at de kan inngå i mer strukturerte beslutningsprosesser både etter skredhendelser og ved preventiv skredfarevurdering. Dette gjelder alle typer skred, selv om prosjektet fokuserte på snøskred. Data fra droner gir en bedre felles situasjonsforståelse, reduserer usikkerhet og bidrar til raskere og mer treffsikre beslutninger ved drift av skredutsatt veg, sammenliknet med tradisjonelle data uten bruk av droner. Tekstboksen under viser eksempler på at dronebilder har gjort det mulig å ta raskere og bedre beslutninger.

#### **Tekstboks 4-6: Eksempler på bruk av droner ved vurdering av skredfare og analyse etter skred**

##### **Stedlige operasjoner**

**Vurdering av snøskredfare (datafangst utført av skredekspert):** Skredekspert kartla endringer i snøoverflaten vha. drone med lidar etter kontrollert nedspredning av snøskred ved [rv. 15 Strynefjellet 21.2.2023](#). Tester utført i prosjektet antyder at tilgang på slike dronedata reduserte usikkerheten i vurderingen som igjen førte til lavere faregrad, og mindre sannsynlighet for unødvendig stenging.

**Analyse etter flomskred (datafangst utført av driftsentrepreneur):** Skredekspert fikk tilsendt bilder av [flomskred på rv. 13 Tyssedal 17. desember 2023](#) fra driftsseksjonen. Bildene ble brukt for å avgjøre at det var trygt å starte opprydding. Dette gjorde at uttrykning fra Bergen ikke var nødvendig, og beslutningsprosessen kunne gjennomføres raskere.

##### **Fjernassisterte operasjoner**

**Vurdering av snøskredfare (datafangst utført i samarbeid):** Mesta gjennomførte en flyving ved [E134 Austmannalia 14.3.2025](#) etter anvisning fra skredekspert. Bilder ble brukt til å lage snøoverflatemodell. Modellen bekreftet generelt skredproblem, men viste samtidig liten sannsynlighet for skred på veg, og ikke behov for å stenge veg.

##### **Fjernstyrte operasjoner**

**Vurdering av snøskredfare (datafangst utført av skredekspert på avstand):** Skredekspert fjernstyrte drone fra dronestasjon på [rv. 13 Vikafjellet 16.3.2026](#) for å analysere snøoverflaten og dokumentere effekt av forebyggende skredutløsning natta i forveien. Data ble brukt i skredfarevurderingen som anbefalte å holde vegen åpen.

Gjennom omfattende testing av sensorer som kamera, lidar og georadar ble det dokumentert hvilke teknologier som gir mest operativ verdi, og hvordan de kan inngå i en effektiv arbeidsflyt. Gjennom prosjektet er droneteknologien testet under realistiske feltforhold, hvor programvare og arbeidsmetodikk er testet og utviklet, illustrert ved bildene under. Erfaringene fra stedlige droneoperasjoner i prosjektet la grunnlaget for videre utvikling mot fjernassisterte, fjernstyrte eller autonome operasjoner i etterkant av prosjektet, der data kan samles inn på skredutsatte strekninger og tolkes av fagpersoner på avstand.

**Figur 4-9: Det ble gjort testflygninger ved NGIs forskningsstasjon Fonnbu. Feltarbeidet var viktig for å teste bruk av droner under realistiske forhold. Foto: Regula Frauenfelder / NGI**



Prosjektet førte til betydelig kompetanseutvikling i det skredfaglige miljøet i etaten, både innen bruk av droner, sensorer og dataanalyse. Det viste behovet for å kombinere pilotkompetanse med skredfagkompetanse og kunnskap om digitale verktøy. Samlet peker resultatene mot at droner ikke bare gjør målingene billigere – de gjør hele beslutningskjeden bedre og raskere, noe som igjen fører til færre unødvendige tiltak og ofte redusert nedetid på veg.

#### **4.5.4 Samfunnseffektene av prosjektet**

Forskningen har ført til mer utstrakt bruk av droner i beslutninger om vegstenging og -åpning ved skredfare og skredhendelser. Dette gir raskere og sikrere beslutningsgrunnlag. På bakgrunn av dette kan vi tallfeste samfunnseffekter knyttet til redusert ressursbruk i Statens vegvesen og tidsbesparelse for trafikanter. I tillegg vil det være en ikke-tallfestet effekt i form av økt sikkerhet både for trafikanter på grunn av mindre eksponering for skredfare, og for mannskap fordi droner kan erstatte potensielt risikable undersøkelser i terrenget. I effektberegningene tar vi utgangspunkt i stedlige droneoperasjoner, hvor dronebilder fra lokale operatører kan brukes som beslutningsgrunnlag som erstatning for utrykning av skredeksperter.

Reduserte kostnader i Statens vegvesen kommer av unngåtte helikopterutrykninger, samt unngåtte utrykninger av skredeksperter:

- Vi legger til grunn 10–14 unngåtte helikopterutrykninger årlig som følge av økt dronebruk. Hver helikopterutrykning er anslått å koste 45 000 kroner, basert på opplysninger fra Statens vegvesen. Dette gir en årlig besparelse på 450 000 kroner i lavscenariet og 630 000 kroner i høyscenariet.
- Vi legger til grunn at om 30–50 skredeksperterutrykninger årlig kan unngås ved at tilsendte dronebilder brukes som beslutningsgrunnlag. Kostnaden ved skredeksperterutrykninger beregnes med en timekostnad på 2000 kroner, inkludert tillegg og reisekostnader, og 3–10 timer arbeidstid per sak. Dette gir en årlig besparelse på 180 000 kroner i lavscenariet og 1 mill. kroner i høyscenariet.

Redusert reisetid for trafikanter skjer ved raskere vegåpning etter skredhendelser og færre eller kortere preventive stenginger ved skredfare. Verdien av redusert reisetid beregnes med følgende formel:

$$\text{Unngåtte timer med stengt veg} \times \text{berørte kjøretøy per time} \times \text{tidsverdi per kjøretøytime} \times 0,5$$

Vi legger til grunn 65 berørte kjøretøy per time, som tilsvarer gjennomsnittlig trafikkmengde på skredutsatte riks- og europaveger i Norge. Verdien av én time spart reisetid er anslått til om lag 400 kroner per kjøretøy, basert på retningslinjer for samfunnsøkonomiske analyser (se tekstboks lenger

ned for nærmere forklaring). Faktoren 0,5 brukes fordi kjøretøy som møter en vegstenging i gjennomsnitt må vente halvparten av tiden vegen er stengt.

Når det gjelder redusert stengingstid, legger vi til grunn følgende anslag fra Statens vegvesen:

- For skredhendelser legger vi til grunn at dronebilder tilsendt fra lokalentreprenører gir 2–6 timer tidligere åpning i saker der skredespertutrykning kan unngås. Med 30–50 slike saker per år gir dette 60–300 timer redusert stenging årlig. Dette tilsvarer en årlig trafikantnytte på 0,8 mill. kroner i lavscenarioet og 3,9 mill. kroner i høyscenarioet.
- For preventive stenginger ved skredfare er grunnlaget mer usikkert. Det er i underkant av 200 preventive stenginger per år, med samlet varighet på om lag 4 000 timer. Droner kan redusere usikkerheten i skredfarevurderinger, slik at stenginger kan bli kortere eller unngås. Vi legger til grunn at forskningen reduserer omfanget av preventive stenginger med 2,5–5 prosent, tilsvarende 100–200 timer årlig. Dette tilsvarer en årlig trafikantnytte på 1,3 millioner kroner i lavscenarioet og 2,6 millioner kroner i høyscenarioet.

Tabell 4-6 oppsummerer de beregnede effektene av forskningen i perioden 2023–2030.

**Tabell 4-6: Nåverdi av forskningen, mellom år 2023 til 2030.**

	<b>Samfunnsøkonomisk verdi i 2026-kroner</b>	<b>Beskrivelse</b>
<b>Økt trafiksikkerhet</b>	Positiv, ikke tallfestet effekt	Lavere risiko for at trafikanter blir truffet av skred. Lavere risiko for personell ved skredundersøkelser.
<b>Reduserte kostnader</b>	5–13 mill. kr.	Besparelser fra 10–14 årlig unngåtte helikopterutrykninger, og redusert ressursbruk ved unngåtte skredespertutrykninger.
<b>Redusert reisetid</b>	16–51 mill. kr.	Unngått vegstenging på mellom 200–500 timer årlig ved skredhendelser og skredfare.
<b>Tallfestet samfunnsøkonomisk verdi</b>	<b>21–64 mill. kr.</b>	

Vi beregner en nåverdi på mellom 21 og 64 mill. kroner, hvorav mellom 9 og 26 mill. kroner allerede er realisert, mens resterende er beregnede fremtidige gevinster.

Effektberegningene er usikre. Usikkerhetsspennet er beregnet med utgangspunkt i variasjon i antall timer vegstenging og antall unngåtte helikopterutrykninger. Verdien avhenger imidlertid også av antall unngåtte skredespertutrykninger, som i beregningene er satt til 30–50 per år basert på samtaler med forskningsaktørene. Det er usikkerhet både knyttet til hvor mange utrykninger som faktisk er unngått, og i hvilken grad disse kan tilskrives GEOSFAIR-prosjektet.

Effektene avhenger også av hvilke veier som får redusert stengingstid. Som følge av variasjon i trafikkmengde varierer verdien av én time tidligere gjenåpning fra om lag 7 500 kroner (25-persentil) til om lag 22 500 kroner (75-persentil), sammenlignet med gjennomsnittsverdien brukt i beregningene på om lag 13 000 kroner per time. Det er sannsynlig at bruken over tid vil konsentreres om strekninger der nytten er størst, noe som isolert sett tilsier høyere effekter enn beregnet. Samtidig omfatter analysen kun riks- og europaveier som forvaltes av Statens vegvesen. Dersom droneløsningene også tas i bruk på fylkesveier, som generelt har lavere trafikk, vil gjennomsnittlig effekt per time bli lavere.

Enkelthendelser kan ha stor betydning for den samfunnsøkonomiske verdien av forskningen, for eksempel dersom dronebruk bidrar til å forhindre at trafikanter blir truffet av skred, eller til at

nødetater kommer frem i tide. Slike hendelser er sjeldne og tilfeldige, og forventet verdi er derfor vanskelig å estimere.

Enkelthendelser kan ha stor betydning for den samfunnsøkonomiske verdien av forskningen, for eksempel dersom dronebruk bidrar til å forhindre at trafikanter blir truffet av skred, eller til at nødetater kommer frem i tide. Slike hendelser er sjeldne og tilfeldige, og forventet verdi er derfor vanskelig å estimere.

Forutsetninger for beregningene er oppsummert i tekstboksen under.

#### **Tekstboks 4-7: Forutsetninger for beregningene av prosjektet Geosfair.**

##### **Forutsetninger i beregninger av redusert reisetid**

- Antall biler rammet av stengt veg i én time: 65. Gjennomsnitt hentet fra skredpunktene på riks- og europaveger i [Nasjonal veidatabank](#), vektet etter antall stenginger.
- Gjennomsnittlig kostnad per kjøretøy for én time uforventet venting ved stengt vei: 400 kroner, basert på verdier fra [håndbok V712 for konsekvensanalyser av veiltak \(2021\)](#). Gjennomsnittlig kostnad for én personbiltime er 235 kroner (tabell 5-16, omregnet til dagens kroneverdi), mens tunge kjøretøy, som typisk står for rundt 10 prosent av trafikken, har en timekostnad på oppunder 1000 kroner. Kostnaden vil øke ved uforventet stenging, med et påslag på anslagsvis på 30–50 prosent, basert på kostnadsøkning ved kø hentet fra Håndbok V712 Tabell 5.9
- De to ovennevnte punktene gir en gjennomsnittlig kostnad på ca. 13 000 kroner ved en time stengt vei:  $400 * 65 / 2$ . Merk at vi deler på 2 fordi biler som ønsker å passere ved én time stengt vei gjennomsnittlig må vente en halvtime.
- Antall saker med tidligere vegåpning etter skredhendelser: 30–50 saker årlig. Dette er basert på anslag fra Statens vegvesen for saker der tilsendte dronebilder kan erstatte utrykning fra skredekspert.
- Redusert stengingstid ved skredhendelser: 2 timer tidligere åpning per hendelse i lavscenariet og 6 timer i høyscenariet. Dette tilsvarer 100–300 timer redusert stenging årlig.
- Redusert stengingstid ved skredfare: 2,5 prosent i lavscenariet og 5 prosent i høyscenariet, av en samlet varighet av preventive vegstenginger på 4000 timer (basert på tall fra senorge.no og hendelseslogg fra Statens vegvesen). Dette tilsvarer 100–200 timer redusert preventiv stenging årlig.
- Forventet antall færre timer stengt vei grunnet droneutrykning: 1 time i lavscenario, 3 timer i høyscenario.

##### **Forutsetninger i beregninger av reduserte kostnader**

- Antall unngåtte helikopterutrykninger: 10 årlige sparte utrykninger i lavscenariet og 14 i høyscenariet. Anslagene er basert på opplysninger fra Statens vegvesen.
- Kostnad per helikopterutrykning: 45 000 kroner per oppdrag, opplyst av Statens vegvesen.
- Antall unngåtte skredekspertutrykninger: 30–50 saker årlig der tilsendte dronebilder erstatter fysisk utrykning.
- Kostnad ved skredekspertutrykninger: Timekostnad på 2 000 kroner, inkludert tillegg og reisekostnader.
- Ressursbruk per skredekspertutrykning: 3 timer i lavscenariet og 10 timer i høyscenariet.

##### **Generelt om beregninger**

- Vi bruker en diskonteringsrente på 4 prosent i beregninger av nåverdi av framtidige effekter. Dette er renten som brukes i lønnsomhetsvurderinger av statlige investeringer, og anbefalt rente i samfunnsøkonomiske analyser opp til 40 år, se [rundskriv R-109](#).

#### **4.5.5 Addisjonalitet**

Addisjonalitet viser til i hvilken grad Forskningsrådets finansiering har vært utløsende for at prosjektet ble gjennomført og bidro til de dokumenterte effektene. Statens vegvesen hadde allerede identifisert

behovet for bedre data til skredvurdering og gjennomført innledende dronedeforsøk siden 2016. Det er derfor sannsynlig at en form for drone-basert datainnsamling ville blitt videreført uavhengig av Forskningsrådets bidrag. Forskningsrådets finansiering løftet imidlertid aktivitetene fra ad hoc-testing til et systematisk og forskningsbasert utviklingsløp med etablert vitenskapelig metodikk, internasjonalt fagnettverk og dokumentasjon som gir grunnlag for bred implementering. Samarbeidet med SINTEF og NGI var avgjørende for den faglige kvaliteten og for utviklingen av konkrete, implementerbare løsninger for Statens vegvesens beslutningssystem. Samlet sett legger vi til grunn en addisjonalitetsgrad på 0–50 prosent for dette forskningsprosjektet.

# PROSJEKTKATALOG

## Trygg trafikk



## By- og kollektivtransport



## Godstransport



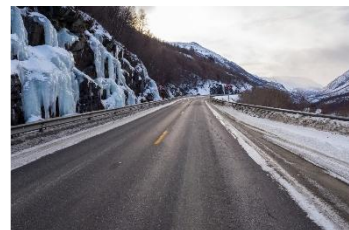
## Logistikk



## Intelligente transportsystemer, digitalisering og automatisering



## Infrastruktur og vedlikehold



# Innhold

## PROSJEKTKATALOG \_\_\_\_\_ Error! Bookmark not defined.


<b>1</b>	<b>Trygg trafikk</b>	<b>58</b>
1.1	Geofarer vurdert fra lufta – instrumenterte droner i skredfarevurdering	59
1.2	National Ship Risk Model	59
1.3	CriSp - Finding a CRITICAL SPeed function ahead of a road section for vehicles in motion	60
1.4	Fritidsbåtplattformen	60
1.5	Måling og prediksjon av vei- og værforhold	61
<b>2</b>	<b>By- og kollektivtransport</b>	<b>62</b>
2.1	Persontransport i by - etterspørselseffekter på tvers av transportmidlene	63
2.2	Arbeidsreiser i storby - identifisering av akseptable og effektive virkemidler	63
2.3	RAPP - Realisering av en Autonom og Prediktiv Passasjerferge	64
2.4	Be-Insight - plattform for automatisk billettering	64
2.5	Universell selvkjørende transport	65
2.6	Tjeneste for datadrevet optimalisering av batterielektriske transportmidler	65
<b>3</b>	<b>Godstransport</b>	<b>66</b>
3.1	Nye GodsData	67
3.2	CARGOMAP - Kartlegging og analyse av skipsbevegelser og varestrømmer	67
3.3	SeaConAZ - Kartlegging av potensialet for å få sjøkonteinere til å gå hele vegen	68
3.4	CO2REOPT - Coordination of core European supply chains using Optimization	68
3.5	CLOUD - Collaboration in Logistics Operations and Urban Distribution	69
3.6	MultiStrat	69
3.7	Latuli - Logistics Asset Utilisation Increase	70
3.8	Logistikk-krav, miljø og kostnader (LIMCO)	70
3.9	EmX 2025 - en FOU-base for utslippsreduksjon i norsk marin transport	71
<b>4</b>	<b>Logistikk</b>	<b>72</b>
4.1	Smartere Returtransport - Effektiv logistikk av EE-avfall	73
4.2	Effektive verdikjeder for skogbruket i Kyst-Norge	73
4.3	NORSULP - Sustainable Urban Logistics Plans in Norway	74
4.4	Lås opp - Et digitalt økosystem for levering av varer og tjenester bak låst dør	74
4.5	Develop Airport Logistics Intelligence (ALI) - system for å optimisere bagasje-flyt	75
4.6	Kontaktfri	75
4.7	Last Mile 2025	76
4.8	Digitalisert og automatisert transportmeglingstjeneste for logistikk	76
<b>5</b>	<b>Intelligente transportsystemer, digitalisering og automatisering</b>	<b>77</b>
5.1	Collab II: Transportoptimering med parallelle beregninger	78
5.2	OPSTRA - OPTimal Scheduling for next-generation intelligent TRANsport systems	78
5.3	GeoSUM- Geofencing for Smart Urban Mobility	79
5.4	Multimodal Reisemønsteranalyse	79
5.5	ASAM Meldingstjenester for C-ITS	80
5.6	FOMO - Future of Micromobility	80
5.7	SMART PLAN	81
5.8	GeoFlow – Next generation ITS station	81
5.9	Nonstop	82
5.10	Passasjertelling i kjøretøy	82
<b>6</b>	<b>Infrastruktur og vedlikehold</b>	<b>83</b>
6.1	Frostsikring av veger og jernbane	84
6.2	Overgang til tilstandsbasert vedlikehold i jernbanen	84
6.3	Rensing av overvann fra veg og tunnelvaskevann	85
6.4	Autonome sensorer for effektiv flyplassdrift	85
6.5	Klimatilpasning og vegtransport	86
6.6	Reduserte livsløpskostnader for bruer	86
6.7	Risikostyring i BIM-drevne offentlige samferdselsprosjekter	87
6.8	Grønn kai: planlegge infrastruktur for utslippsfrie fartøy	87

## Forklaring av begreper i prosjektkatalogen


Tabell 0-1: Forklaring av begreper som er brukt i prosjektkatalogen

Felt	Forklaring
Prosjektansvarlig	Virksomheten som er oppgitt som ansvarlig for FoU-prosjektet i søknaden.
Prosjektperiode	Perioden fra prosjektstart til prosjektslutt. Kan variere noe fra søknadstidspunkt dersom enten oppstart eller avslutning blir utsatt.
Prosjektstøtte	Antall kroner som er innvilget i støtte til prosjektet fra Forskningsrådet.
Potensielle effekter	Potensielle effekter kan utløses dersom prosjektresultater implementeres senere, typisk forutsatt politiske beslutninger, markedsutvikling eller endringer i rammebetingelser.
Realiserte effekter	Realiserte effekter tilsier at prosjektresultatene er implementert og allerede gir eller har gitt effekter. Prosjekter som har realiserte effekter vil også kunne ha potensielle effekter i fremtiden.

Tekstboks 0-1: Forklaring av kategorisering av prosjektenes berørte fremkomstmidler

<p>Fremkomstmidler som er berørt av prosjektet er uthevet i farge. I eksempelet til høyre har prosjektet berørt biler, lastebiler og busser. Markeringen indikerer ikke i hvor stor grad prosjektet omhandler de ulike fremkomstmidlene, og vurderingen er skjønnsmessig basert på prosjektbeskrivelsene i Forskningsrådets data.</p>	
---	---

Tekstboks 0-2: Forklaring av markering av Pilot-T-prosjekter

<p>Pilot-T er en nasjonal satsing finansiert av Samferdselsdepartementet og gjennom søsterordninger i Forskningsrådet og Innovasjon Norge. Ordningen skal bidra til utvikling og testing av nye løsninger for et mer effektivt, miljøvennlig og trygt transportsystem. I perioden 2018–2024 finansierte Forskningsrådet 40 prosjekter gjennom ordningen. Prosjekter som inngår i Pilot-T-programmet, er markert med symbolet til høyre.</p>	
---	--

Tabell 0-2: Forklaring av effektene som er brukt i prosjektkatalogen

Effekt	Forklaring
<b>Reduserte klimagassutslipp</b>	Oppstår ved fortregning av fossile drivstoff, overgang til nullutslippsteknologi, redusert energibruk i transport, eller mer effektiv ruteplanlegging og lasteutnyttelse.
<b>Redusert miljøpåvirkning</b>	Oppstår ved mindre belastning på natur og miljø, for eksempel redusert arealbruk, lavere luftforurensning og støy, eller lavere utslipp av naturskadelig avfall.
<b>Redusert reisetid</b>	Oppstår ved bedre fremkommelighet, mer effektiv trafikkavvikling og ruteplanlegging, redusert nedetid eller færre forsinkelser i transportsystemet.
<b>Økt verdiskaping</b>	Oppstår ved kommersialisering av forskningsresultater, utvikling av nye produkter og tjenester med internasjonale inntekter, styrket konkurransekraft for næringslivet, eller ved at produksjon tar i bruk ubenyttede ressurser eller bruker ressurser mer effektivt.
<b>Økt trafiksikkerhet</b>	Oppstår ved reduksjon i antall drepte og skadde, gjennom sikrere kjøretøy, sikrere infrastruktur, bedre risikoovervåking eller endret trafikantadferd.
<b>Reduserte kostnader</b>	Oppstår ved lavere investeringskostnader, lavere kostnader til drift og vedlikehold, mer effektiv utnyttelse av eksisterende infrastruktur, eller billigere teknologiløsninger.
<b>Økt robusthet</b>	Oppstår ved bedre oppetid og driftsstabilitet, økt motstandsdyktighet mot avvik, eller styrket beredskap og leveringspålitelighet i transportsystemet.

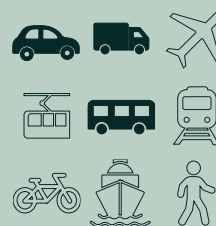
# 1 Trygg trafikk



Illustrasjonsfoto: iStock - teaa1946

Sjøfartsdirektoratet og SINTEF har utviklet en plattform som samler data om fritidsbåtulykker for å styrke forebyggende arbeid (prosjekt 1.4)

## 1.1 Geofarer vurdert fra lufta – instrumenterte droner i skredfarevurdering



Droner gir mer effektive og tryggere beslutninger på skredutsatte vegger

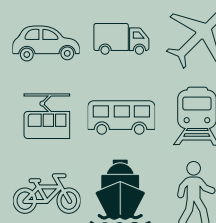
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Statens Vegvesen	2021-2024	6,0 millioner kroner

Skred medfører store kostnader, risiko og usikkerhet, og det er behov for presise tiltak for sikring og drift av veiene. Skred eksperter har ofte begrensede kunnskaper om løsningsområder i farlig og utilgjengelig terreng, noe som er særlig viktig for håndtering av hendelser i uvær og mørketid. Manglende informasjon om fysiske risikoelementer knyttet til snø, stein, jord og vann gjør at estimater for skredhastigheter, utløpslengder og skadepotensial bygger på svakt datagrunnlag. Prosjektet har utforsket instrumenterte droner som bærer kamera, radar og laserskanner. Arbeidet omfatter identifisering av egnede droner, sensorer og programvare, avklarte behov hos beslutningstakere, testing under realistiske forhold og utvikling av verktøy for rask analyse og beslutning. Skredspesialister får tilgang til områder de ikke når selv, tar bedre beslutninger og kan ofte erstatte helikopterbruk med lavere utslipp og kostnad. Raskere og mer presis kunnskapsinnhenting med hjelp av droner gir bedre grunnlag for preventive vegstenginger, og raskere gjenåpning av veier etter skred, og dermed mindre forsinkelser.

### Realiserte effekter

- Reduserte kostnader
- Økt trafikksikkerhet
- Redusert reisetid

## 1.2 National Ship Risk Model



Risikomodel og metoder for normalisering av hendelsesdata for å identifisere risikofaktorer og prioritere ulykkesforebyggende tiltak

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
NTNU SAMFUNNSFORSKNING AS	2014–2016	3,8 millioner kroner

Sjøfartsdirektoratet og Kystverket ønsker å prioritere innsatsen for å bedre maritim sikkerhet på områder der risikoen er høy. National Ship Risk Model (NSRM) har utviklet en risikomodel for mer effektiv overvåkning og kommunikasjon av risikoen i maritime aktiviteter. Metoden tar utgangspunkt i influensdiagrammer som viser sentrale risikofaktorer og direkte og bakenforliggende årsaker til hendelser. Dette muliggjør vurderinger av hvilke faktorer som har størst betydning for ulike ulykkestyper. Det er også utviklet metode og database for å hente inn og strukturere trafikkdata for å normalisere hendelsesstatistikk. Metoden muliggjør mer robuste sammenlikninger av risiko mellom fartøytyper og operasjoner, og normalisering gir mer presise og nyanserte risikoberegninger. Normaliserte hendelsesdata, basert på NSRMs metodikk, inngår nå i myndighetenes rapportering og forvaltning knyttet til skipsrisiko langs norskekysten.

### Realiserte effekter

- Økt trafikksikkerhet

## 1.3 CriSp - Finding a CRITICAL SPeed function ahead of a road section for vehicles in motion



Bedre prediksjon, håndtering og kommunikasjon av vegstrekninger som kan være farlige på grunn av is og snø

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Transportøkonomisk institutt	2020-2025	7,4 millioner kroner

Isete veger, skarpe svinger og plutselige værforandringer forårsaker svært mange ulykker. CriSp-prosjektet, utviklet av Transportøkonomisk Institutt og Norsk senter for samferdselsforskning, har som mål å utvikle et system som kan forutse farlige vegforhold før de oppstår. Prosjektet tar i bruk sensorer i kjøretøy som registrerer endringer i veggrep forårsaket av regn, snø eller is. Dataene analyseres ved hjelp av KI-modeller for å estimere hvor glatt vegbanen er, og deles med andre kjøretøy og veiinfrastruktur gjennom trådløs kommunikasjon (Vehicle-to-Everything, V2X). Dette gjør det mulig for kjøretøy som først registrerer glatte forhold å varsle andre trafikanter i sanntid. KI-modellene brukes også til å beregne anbefalt trygg kjørehastighet for den aktuelle vegstrekningen. Løsningene er utviklet og testet gjennom simuleringer og feltforsøk, blant annet under krevende vinterforhold. Prosjektet legger grunnlaget for mer proaktive trafikksikkerhetssystemer, der kjøretøy kan tilpasse hastighet før farlige situasjoner oppstår. På sikt kan dette bidra til redusert ulykkesrisiko og økt trafikksikkerhet på utsatte veistrekninger.

### Potensielle effekter

- Økt trafikksikkerhet

## 1.4 Fritidsbåtplattformen



En digitalt støttet plattform for tverrsektorielt samarbeid mot fritidsbåtulykker.

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Sjøfartsdirektoratet	2021-2023	7 millioner kroner

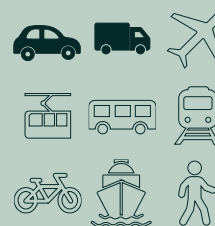
Hvert år mister 20-40 personer livet på sjøen i ulykker med fritidsbåt. Ansvar for sikkerhet er spredd mellom mange ulike aktører, som manuelt må innhente informasjon fra hverandre, fra lokalaviser, eller lignende. Det finnes heller ikke samlet informasjon om mindre alvorlige ulykker. Prosjektet har utviklet Fritidsbåtplattformen, en digital plattform som samler og sammenstiller data om fritidsbåtulykker fra flere ulike kilder. Formålet er å støtte forebyggende arbeid, risikovurderinger og beredskap blant offentlige og private aktører, med mål om å øke sikkerheten til fritidsbåtk brukerne gjennom tverrsektorielt samarbeid. Plattformen kan gi Sjøfartsdirektoratet og samarbeidspartnere mer systematisert data, som kan brukes ved ressursstyring, planlegging og forebyggende tiltak og læring fra sjøulykker. Fritidsbåtplattformen er i drift for utvalgte aktører og inngår i Sjøfartsdirektoratets utvikling av nytt system for innrapportering og saksbehandling av ulykker.

### Realiserte effekter

- Økt trafikksikkerhet

## 1.5 Måling og prediksjon av vei- og værforhold

Metoder som anslår veigrep og veitilstand i sanntid på vinterføre ved å kombinere værmodeller med bilmonterte sensorer og maskinlæring.



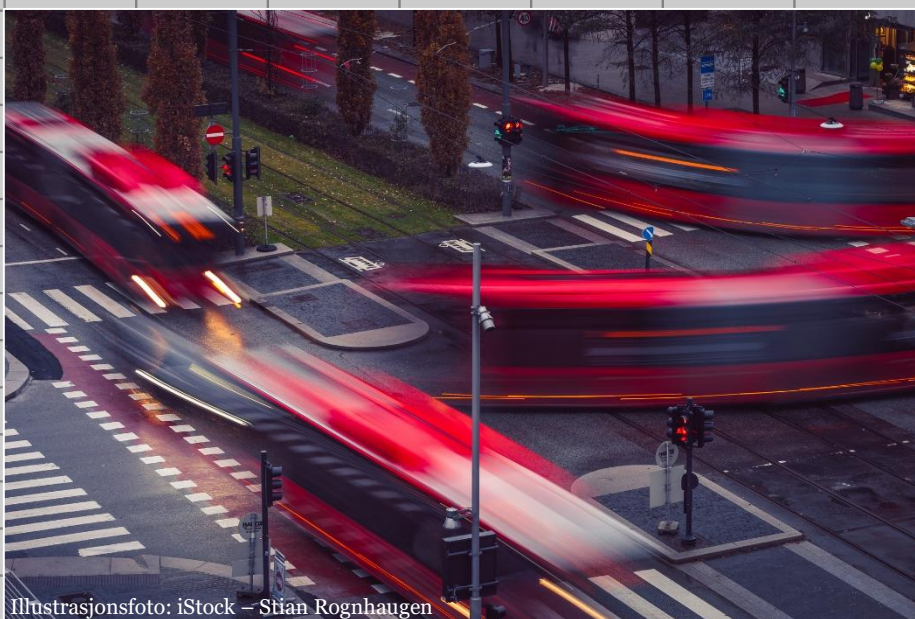
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
NORCE Teknologi/Energi NORD	2020-2022	7,6 millioner kroner

Dårlige føreforhold, særlig om vinteren, øker ulykkesrisiko for trafikanter. Bedre informasjon om føreforhold og økt forutsigbarhet kan redusere denne risikoen. AutoWeather utviklet en løsning for vegværvarsling som kombinerer meteorologiske modeller, målinger fra vegværstasjoner, værprognoser og meteorologiske sensorer montert på biler. I tillegg ble det utviklet metoder for sanntidsforståelse av vegforhold, blant annet ved å klassifisere vegdekket foran bilen og estimere friksjon. Prosjektet utviklet også maskinlæringsbaserte forbedringer av værprognosene ved å utnytte data fra bilmonterte sensorer. Vegvær-API-et er en prototype som kan tas i bruk av sjåfører for ruteplanlegging og av vegmyndigheter for planlegging av drift og vedlikehold. Øvrige løsninger er tidlige prototyper og må videreutvikles og testes. Et eksternt selskap brukte de samme modellene som ble brukt i dette prosjektet, og leverer i dag løsningen «[vegvær](#)» til Statens vegvesen, hvor brukeren kan klikke på en vegstrekning i Norge, velge prognoseperiode og få et vegværvarsel.

### Realiserte effekter

- Økt trafiksikkerhet

## 2 By- og kollektivtransport



Illustrasjonsfoto: iStock – Stian Rognhaugen

TØI har identifisert parkeringsbegrensninger og bedre kollektivtilbud som effektive virkemidler for å redusere bilbruk på arbeidsreisen (prosjekt 2.2)

## 2.1 Persontransport i by - etterspørselseffekter på tvers av transportmidlene



Reisetid påvirker skifte mellom transportmidler mer enn pris

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Transportøkonomisk Institutt	2015–2018	5,6 millioner kroner

Trafikanter valg av reisemiddel er avgjørende for å fremme bærekraftig transport i byer. For å forstå etterspørselen på tvers av transportmidler er det viktig å kartlegge hvordan endringer i ett transportmiddel påvirker valget av andre. Prosjektet CROSSMODAL har fokusert på persontransport i byer. Gjennom omfattende datainnsamling fra global empiri har prosjektet utviklet en database med ca. 1 200 observasjoner for beregninger av krysselastisiteter, altså hvordan trafikanter reagerer på endringer på tvers av transportmidler. Analysene viser begrenset effekt på etterspørselen etter ett transportmiddel ved å endre prisen på et annet, som ved å redusere kollektivtakster for å redusere bilbruk. Dette har gradvis fått gjennomslag i offentlig debatt og politiske diskusjoner, og dermed økt fokus på å etablere et reelt alternativ til bilen dersom biltrafikken skal ned. Virkemidler med konsekvenser for reisetid viser seg å påvirke trafikanter sterkere enn prisjusteringer. En spin-off fra prosjektet er bidrag til UK Department for Transport sin rapport «Bus fare and journey time elasticities and diversion factors for all modes».

### Potensielle effekter

- Reduserte klimagassutslipp

## 2.2 Arbeidsreiser i storby - identifisering av akseptable og effektive virkemidler



Kunnskap om arbeidsreiser og virkemidler for bærekraftig transport i storbyområder

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Transportøkonomisk Institutt	2016–2020	9,2 millioner kroner

I Nasjonal transportplan er målsettingen at veksten i bytrafikken skal tas med kollektivtransport, til fots og på sykkel. Det krever god kunnskap om hvordan arbeidsreisene foregår, og hvilke virkemidler som er effektive og politisk gjennomførbare. COMMUTE gir kunnskap om arbeidsreiser og virkemidler som grunnlag for bærekraftig transportutvikling, gjennom vurderinger av pågående og foreslåtte virkemiddelpakker i Oslo, Bergen og Trondheim. Prosjektet involverte en internasjonal ekspertgruppe og en bred referansegruppe med myndigheter og interesseorganisasjoner. Prosjektet fant at parkeringsbegrensninger og bedre kollektivtilbud er de mest effektive kortsiktige virkemidlene for å redusere bilbruk på arbeidsreisen. Kort reisetid, få bytter og høy frekvens er viktigere for kollektivtransportens attraktivitet enn nærhet til holdeplass. Prosjektet viste også at aksept for restriktive tiltak som bompenger varierer mellom byer, og at motstanden mot restriktive tiltak er høyere hvis det er lav tillit til lokalpolitikkerne. Prosjektet kan få effekter gjennom å bidra til arbeid med å oppnå nullvekstmålet, planlegging av transportinfrastruktur og ulike byutviklingsspørsmål.

### Potensielle effekter

- Reduserte klimagassutslipp

## 2.3 RAPP - Realisering av en Autonom og Prediktiv Passasjerferge



RAPP legger grunnlaget for kommersiell autonom byferge i Kristiansund

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Maritime Robotics AS	2019–2023	5,8 millioner kroner

Kollektiv sjøtransport skal gi mer miljøvennlig og tilgjengelig mobilitet i byer, samtidig som utvikling av autonome fergekonsepter må skje trinnvis. Prosjektet er en del av Kristiansund kommunes Smart City-satsing og skulle utvikle teknologi og infrastruktur for drift av en selvkjørende passasjerferge. Prosjektet vurderte en mer automatisert bemannet Sundbåt som første steg og en mulig pendelferge med høyere autonomi og redusert bemanning på sikt. Det nye farkostkonseptet innebar batteriteknologi som muliggjør utslippskutt. Farkostkonseptene gir konkrete steg oppover i autonomistigen, og resultatene kan tas i bruk for flere nivåer av autonomi. Arbeidet omfatter teknologisk utvikling for autonomi og risikovurderinger i Sjøfartsdirektoratets løp for vurdering og sertifisering av automatiserte fartøykonsepter for ubemannet eller delvis ubemannet drift. Konklusjonen er at kravene kan ivaretas med høy grad av autonomi gitt solid situasjonsforståelse, pålitelig systemdiagnostikk og tydelig varsling av sikkerhetsmannskap ved systemsvikt. Selv om Sjøfartsdirektoratet vurderte fullautonom Sundbåt som urealisert på kort sikt, har RAPP utviklet kunnskap og teknologi som får realisering nærmere.

### Potensielle effekter

- Reduserte kostnader
- Reduserte klimagassutslipp

## 2.4 Be-Insight - plattform for automatisk billettering



Prosjektet undersøker automatisert billettering i offentlig transport

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Kogenta AS	2020–2022	9,2 millioner kroner

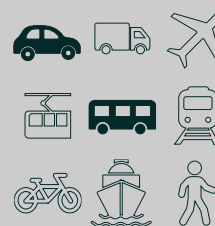
Dagens billett- og innsiktsløsninger i kollektivtransporten krever ofte aktiv handling fra brukeren og gir begrenset presisjon i reisestrømsdata. Dette skaper friksjon for kundene og svekker grunnlaget for effektiv drift, tjenesteutvikling og nye forretningsmodeller. Mål med prosjektet var å utvikle automatisert billettering (Be-In, Be-Out). Med sensorene i de reisendes mobiltelefoner og andre datakilder, vil mobiltelefonens posisjon måles svært nøyaktig. En praktisk og viktig effekt er tilgang til mer faktiske reisestrømsdata som kan brukes for driftsoptimalisering og til å bedre kollektivtjenester over tid. Prosjektet har vist at det lar seg gjøre å kalkulere hvilket transportmiddel brukeren er på ved hjelp av data fra telefonens sensorer som ikke krever teknisk samtykke. Prosjektet har vist at dette lar seg gjøre uten interaksjon med skytjenester for å bevare personvernet og uten å forringe batteritiden. Oppsummert har prosjektet vist at resultatene av databehandlingen på enheten, i sanntid, med personvernet ivaretatt, muliggjør automatisert billettering.

### Potensielle effekter

- Reduserte kostnader

## 2.5 Universell selvkjørende transport

Selvkjørende kjøretøy kan håndtere nordiske vinterforhold



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Ruter AS	2020–2022	5,4 millioner kroner

Dersom flåte av mindre, delte selvkjørende kjøretøy kan kombineres med kollektivtransport med høy kapasitet, kan flere la privatbilen stå, og den totale kjørelengde kan reduseres. Mål med AUTOPIA-prosjektet var å forenkle folks hverdagslogistikk ved å demonstrere fordelene delte, selvkjørende kjøretøy kan ha som en integrert del av kollektivtrafikken. Ved å kunne tilby en mer fleksibel, kundeorientert tjeneste som dekket flere reisebehov for flere, kan behovet for bruk av privatbil reduseres. I AUTOPIA ble mindre, selvkjørende kjøretøy introdusert som en del av kollektivtrafikktilbudet i et geografisk avgrenset område. AUTOPIA viste at selvkjørende kjøretøy kan håndtere nordiske vinterforhold. Kjøretøyene oppnådde høyere hastigheter enn tidligere (opptil 30 km/t mot tidligere 18 km/t). AUTOPIA resulterte i læring i form av kundeaksept for selvkjørende kjøretøy, forbedret kompetanse på de selvkjørende kjøretøyenes rolle i fremtidig mobilitetsplanlegging og støttefunksjoner, og til raskere markedsintroduksjon av selvkjørende kjøretøy. Teknologitvillingen og erfaringer fra prosjektet kan gi fremtidig økt verdiskaping som kommer videre innovasjon og bransjen til gode.

### Potensielle effekter

- Økt verdiskaping

## 2.6 Tjeneste for datadrevet optimalisering av batterielektriske transportmidler



Bedre planlegging av lading og drift av batteridrevne kjøretøy under varierende forhold

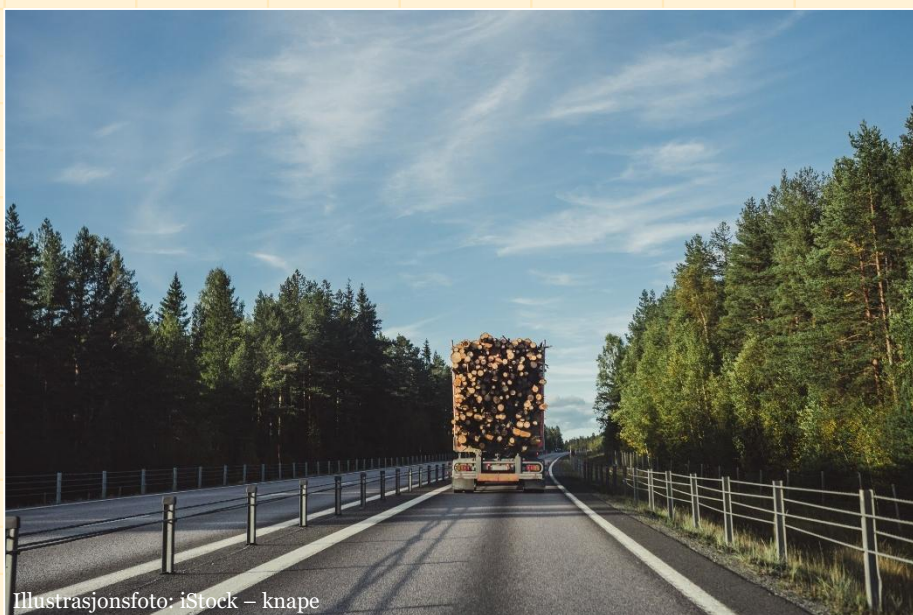
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
SAGA TENIX AS	2022–2024	4,7 millioner kroner

Batteriforbruk varierer betydelig med topografi, temperatur, last og kjøremønster. Busselskapene er avhengige av å planlegge nødvendig batterilading for å kunne kjøre dagens aktiviteter, samt å lade på mest mulig økonomisk måte. I prosjektet har Saga Tenix og NORCE utviklet AI-baserte metoder for å beregne batteriforbruk basert på faktiske driftsdata. Prosjektet har brukt sensordata fra busser i ordinær drift, kombinert med rutedata, topografi, vær- og temperaturdata. Modellen er trent til å fange variasjoner gjennom døgnet og året, og tilpasses egenskaper ved enkeltkjøretøy. Løsningen gir grunnlag for differensiert og optimal lading, reduserer behovet for fullading, og gir bedre driftsstabilitet. Modulen inngår videre i kommersielle løsninger for planlegging og lading av elektriske bussflåter. Saga Tenix Charge er tatt i bruk av ca. 500 busser og lastebiler i Norge. Dette ble synlig under «vinterkaoset» i Oslo i januar 2024. Der selskaper som benyttet Tenix sine planleggingsløsninger for elektriske busser hadde om lag 9 av 10 busser i rute, fordi de kunne planlegge effekten av kaldt vær i god tid.

### Realiserte effekter

- Reduserte kostnader
- Økt robusthet
- Økt verdiskaping

## 3 Godstransport

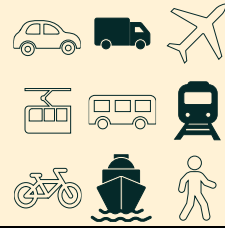


Illustrasjonsfoto: iStock – knape

NIBIO har utviklet multimodale strategier for en grønnere og mer robust treforsyning (prosjekt 3.6)

## 3.1 Nye GodsData

Standardisert innhenting og kobling av nye datakilder gir bedre godsdata og færre avstandsuremer for næringslivet



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Statens Vegvesen	2013–2016	3,5 millioner kroner

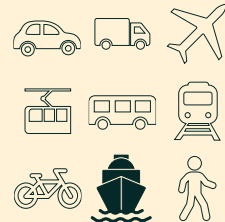
Næringslivet i Norge har store avstandsuremer, og svak veg- og jernbaneinfrastruktur gir hyppige forsinkelser, verditap og kostnader for bedrifter og transportører. Ulykker og stans belaster også sjåførere. Nye og bedre godsdata kan gi kunnskaper som bedre ivaretar godstransportens behov. Bedre godsdata gir bedre statistikk, mer kunnskap og et mer presist grunnlag for løsninger som kan redusere godstransportens uremer for samfunnet. Prosjektet har vurdert hvordan tilgjengelige datakilder og nye metoder for innhenting av data kan benyttes for å verifisere og foredle dagens godsdata og blant annet gi et bedre datagrunnlag for de nasjonale godsmodellene. Herunder muligheten for å bruke Big data-metoden Complex Event Processing. Aktuelle datagrunnlag omfatter transportnæringsdata, billeverandørenes logger, AIS, Autopass og data fra etatens systemer. Resultatene fastsetter krav og beskriver hvordan godsdata kan hentes fra ulike aktører og rapporteres elektronisk, slik at rapportering og bearbeiding forenkles og datakvaliteten forbedres.

### Potensielle effekter

- Økt robusthet
- Reduserte kostnader

## 3.2 CARGOMAP - Kartlegging og analyse av skipsbevegelser og varestrømmer

Gjør AIS-data beslutningsrelevante for transportplanlegging



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Samfunns- og næringslivsforskning AS	2014–2016	6 millioner kroner

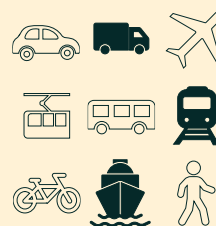
Rask vekst i satellitt- og landbaserte mottak av AIS-data gir detaljerte data om skipstrafikk. Store datasett, varierende kvalitet og at lasttyper ikke kan leses direkte gjør det imidlertid krevende å utnytte AIS-data i planlegging og drift. Nasjonal transportplanlegging har behov for metoder som håndterer dette. CARGOMAP kobler AIS-kompetanse ved CMR Computing med shippingfag ved NHH SNF. Prosjektet verifiserer kvalitet og begrensninger i AIS-data for planformål og utvikler metoder og modeller som henter ut beslutningsrelevant informasjon. Det er etablert systematikk og algoritmer for å visualisere seilingsmønstre fra enkeltmeldinger, og datakvalitet vurderes blant annet mot havneagentrapporter. Prosjektet har utviklet en metode for å sammenligne norske havners nettverk gjennom visualisering av inn- og utgående strømmer. En ny algoritme viser trafikk tetthet i transportkorridorer og muliggjør interaktiv filtrering etter skipstype og størrelse. Prosjektet styrker beslutningsgrunnlaget ved å gjøre AIS-data mer pålitelige og anvendbare, kartlegge havnetilknytning for å vurdere overføring av gods fra land til sjø og dokumentere fartsmønstre i lavutslippsområder (ECA).

### Potensielle effekter

- Økt robusthet

## 3.3 SeaConAZ - Kartlegging av potensialet for å få sjøkonteinere til å gå hele vegen

Kjøperkonsoliderte konteinere fra Kina kan flytte gods fra veg til sjø og redusere kostnader og utslipp i Europa



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
MØREFORSKING MOLDE AS	2015–2019	7,7 millioner kroner

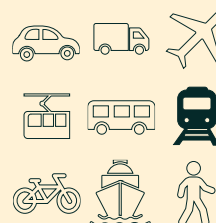
En stor andel europeisk detaljhandel importeres fra Kina i konteinere som splittes i europeiske knutepunkt og sendes videre på veg. Dette låser varer bort fra sjø på siste etappe og kan øke trafikkbelastning og utslipp. Alternativet er å konsolidere varer fra flere kinesiske produsenter til ett europeisk omsetningssted før avgang, slik at konteineren kan gå hele vegen på skip. SeaConAZ har undersøkt potensialet for kjøperkonsoliderte konteinere. Prosjektet har koblet fagmiljøer i Europa og Kina, intervjuet aktører i begge ender av verdikjedene og analysert data fra faktiske caser. Det er utviklet modeller for kostnader og utslipp og disse er sammenlignet med dagens praksis. Hovedfokus er partier under full konteinerlast til Norge, Sverige og Irland, der stabile volumer og sjø- eller banebasert tilbringertransport på europeisk side gir størst gevinst. Modellene anslår kostnadsreduksjon og lavere utslipp i Europa ved overgang fra veg til sjø eller jernbane. Gevinsten kan delvis motvirkes av høyere indirekte utslipp i Kina når logistikk flyttes dit og strømmen i større grad er kullkraftbasert.

### Potensielle effekter

- Reduserte kostnader
- Reduserte klimagassutslipp

## 3.4 CO2REOPT - Coordination of core European supply chains using Optimization

Utviklet og testet optimaliseringsverktøy for integrert, intermodal transportplanlegging som styrker påliteligheten i jernbanetransport



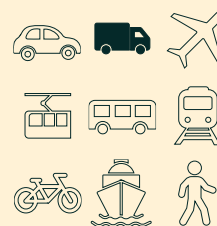
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Sintef	2016–2018	3,3 millioner kroner

Bedre transportplanlegging kan gi færre forsinkelser i jernbanen. Formålet med CO2REOPT var å utvikle metoder og verktøy for integrert transportplanlegging der leverandører, transportører og kunder deler en optimalisert intermodal forsyningskjede. Prosjektet rettet seg mot to mål: å tilpasse rutetabeller til prognoser for produksjon, etterspørsel og infrastrukturkapasitet med hensyn til kjøretøytilgjengelighet, og å utforme optimale, grensekryssende synkronmodale tjenester. Prosjektet nådde hovedmålene i løpet av de første 18 månedene og implementerte deretter en prototype av forsendelsesverktøyet for dispatchere i Narvik. Løsningen ble tatt i bruk på Narvik stasjon i februar 2018 med dedikert PC for dispatcherne, serverdrift hos SINTEF Oslo, sanntidsinndata fra BaneNor og presentasjon av forslag i et klassisk togdiagram som beslutningsstøtte. Mangelfull tilgang til pålitelige sanntidskilder ga svake sanntidsløsninger, selv om modellen presterte godt i tester med historiske data. Prosjektet har utviklet metoder og forskningsprototyper, samt formidlet resultatene til forskning og industri, men forskningen er enda ikke tatt ytterligere i bruk i praksis.

### Potensielle effekter

- Økt robusthet
- Redusert reisetid

## 3.5 CLOUD - Collaboration in Logistics Operations and Urban Distribution



Mer effektiv og grønnere logistikk med dynamisk samlasting

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
SINTEF	2016–2018	3,3 millioner kroner

Effektiv vareflyt krever samordning og informasjonsdeling på tvers av aktører og transportledd. Tidligere innebar dør-til-dør-levering hyppig endring av leveringsplan underveis, og unødvendig ressursbruk, hvor hver aktør kun planla for seg selv isolert sett. Prosjektet innførte logistikknettverk på tvers av aktører med dynamisk ruteplanlegging, hvor hver terminal velger neste rute basert på fyllingsgrad og mest miljøvennlig transport. Løsningen bygger på fire prinsipper: kontinuerlig oppdatert oversikt via åpne grensesnitt, bestilling hvor man kun trenger å avklare start- og sluttspunkt samt tjenestenivå, samlasting på tvers av vareeiere basert på sanntidsdata, og lanseringen av en ny rolle «logistics network manager». Denne rollen har ansvar for administrasjon av informasjon om logistikknettverket og for optimering av dynamiske samlastinger og rutinger. Konseptet er tatt i bruk i flere terminaler. MARLO har fått utvidet sitt produktspekter i prosjektet. Deres produkter styrer håndtering av gods i flere terminaler i flere europeiske land. MARLO har tatt resultatene videre i kommersielle tjenester og produkter.

### Realiserte effekter

- Reduserte kostnader
- Reduserte klimagassutslipp

## 3.6 MultiStrat



Multimodale strategier for en grønnere og mer robust treforsyning

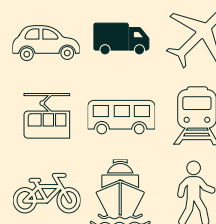
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
NIBIO	2016–2018	1,7 millioner kroner

Industriell tømmerforsyning opererer i et krevende driftsmiljø med nye værmønstre og regionale forskjeller. Før prosjektet var det behov for et felles kartleggings- og analyserammeverk for mer robuste forsyningskjeder mot vær og endrede markedsforhold. MultiStrat etablerte et integrert rammeverk og leverte verdikjede-simuleringsmodeller som muliggjør felles vurdering med aktørene og oppfølging i praksis. Arbeidet ble gjort gjennom kartlegging, operasjonsanalyse og modellering. Den opprinnelige «one size fits all»-modellen ble erstattet av modeller til ulike formål i Østerrike, Norge og Sverige. Den norske workshopen viste at kort planhorisont i produksjonsplanleggingen var en regional flaskehals. Analyser av historiske produksjons- og transportrapporter viste betydelig sesongvariasjon i avvirknings- og leveransetakt, og indikerte et potensial for å jevne ut flyten gjennom mer rullerende planlegging og bedre koordinering mellom produksjon og transport. Multimodale løsninger reduserte ledetider etter vindstormer og la grunnlag for treningsmiljøer. I tillegg reduseres risikoen for råvareforringelse.

### Potensielle effekter

- Økt robusthet

## 3.7 Latuli - Logistics Asset Utilisation Increase



Fullere lastebiler, mindre utslipp og smartere beslutninger i terminalene

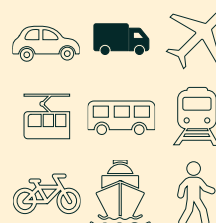
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
MIXMOVE AS	2020–2022	4,1 millioner kroner

Mange lastebiler kjører med halv last eller tomme. Utslippsfrie bysoner øker behovet for omlasting og nye terminaler mellom konvensjonelle og utslippsfrie kjøretøy. Manuelle sorteringsregler skaleres dårlig når terminaler og volum vokser. MIXMOVE programvare styrer vareleveranser i et nettverk av logistikk-terminaler over hele Europa. Løsningen splitter godset i enkeltpakker, sorterer og setter disse sammen igjen slik at alle kjøretøy kan forlate terminalene med full last. Algoritmene ble validert i det eksisterende nettverket på mer enn 25 terminaler som brukes til å transportere varer for selskapet 3M Company. For 3M har prosjektet dokumentert 50 prosent lavere utslipp og 35 prosent lavere kostnader i nåværende operasjoner. Prosjektet har også gitt et godt grunnlag for implementering av dynamiske beslutningsregler.

### Realiserte effekter

- Reduserte klimagassutslipp
- Reduserte kostnader

## 3.8 Logistikk-krav, miljø og kostnader (LIMCO)



Ny innsikt i godstransportens kostnader og miljøpåvirkning gjennom stordata fra lastebiler

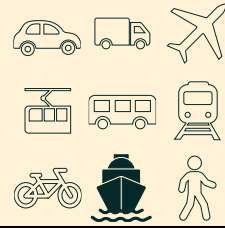
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Transportøkonomisk institutt	2018-2021	6,0 millioner kroner

Godstransport med lastebil er en bærebjelke i norsk næringsliv, men sektoren har manglet presise data om faktisk kjøreadferd, drivstofforbruk og logistikkorganisering. LIMCO-prosjektet utnyttet en ny generasjon digitale datakilder som flåtestyringssystemer og sensorer installert i lastebiler til å skape innsikt. Gjennom datafangst fra om lag 1 650 lastebiler og 200 varebiler hos deltakerbedriftene ble det bygget en database med nærmere 250 millioner GPS-posisjoner. Det ble gjort metodiske fremskritt for å foredle GPS-data til informasjon om turer og stopp for lasting og lossing, og det ble utviklet bedriftsspesifikke kostnadsmodeller koblet til flåtestyringsdataene. Disse modellene muliggjør transparente transportavtaler og gir grunnlag for analyser av hvordan logistikkorganiseringen påvirker kostnader og miljø for bedrifter. Resultatene viste at opplæring i økonomisk kjøring og aktiv oppfølging av sjåføradferd kan redusere drivstofforbruket med 5-9 prosent. Kostnadsmodellene er tatt i bruk i Nasjonal godstransportmodell, som er sentral i transportvirksomhetenes strategiske planlegging. Prosjektet danner grunnlaget for forskning på nye datakilder til statistikkproduksjon hos SSB.

### Realiserte effekter

- Reduserte klimagassutslipp
- Reduserte kostnader

## 3.9 EmX 2025 - en FOU-base for utslippsreduksjon i norsk marin transport



Katalysator teknologi for reduserte utslipp av metan og NOx fra LNG-skip

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
NTNU	2015-2019	8,0 millioner kroner

Flytende naturgass (LNG) representerer et drivstoffalternativ for skip med lavt utslipp av CO<sub>2</sub>. Men det er da avgjørende å unngå gasslekkasjer, siden metan også er en klimagass. Effektiv, fullstendig forbrenning av metan innebærer dannelse av NO<sub>x</sub>, som har negative effekter på både helse og miljø. Gjennom prosjektet er det utviklet to katalysator-teknologier for rensing av utslipp i eksosen fra marine LNG-drevne skip: én for å redusere NO<sub>x</sub> og én for å oksidere metan i eksosen fra gassmotorer. Forskerne har laget og testet nye materialer i laboratoriet under forhold som ligner ekte motorutslipp, blant annet med variasjon i temperatur, gassinnhold og fukt. Prosjektet er et samarbeid mellom NTNU, SINTEF Gemini, Chalmers og industripartnere. Prosjektresultatene kan bli tatt i bruk og føre til reduserte utslipp av metan og NO<sub>x</sub>, særlig dersom det kommer renskrav til LNG- og ammoniakkskip, biogassanlegg og gassplattformer.

### Potensielle effekter

- Reduserte klimagassutslipp
- Redusert miljøpåvirkning

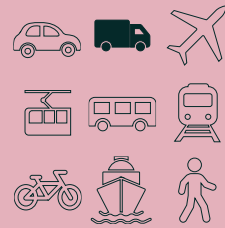
## 4 Logistikk



Illustrasjonsfoto: iStock – Nataliia Tymofieieva

Postnord og TØI piloterte pakkebokser, og viste hvilke last-mile-løsninger som er mest kostnadseffektive og klimavennlige (prosjekt 4.6)

## 4.1 Smartere Returtransport - Effektiv logistikk av EE-avfall



Innsamlings- og logistikk-kostnader er redusert med over 20 prosent

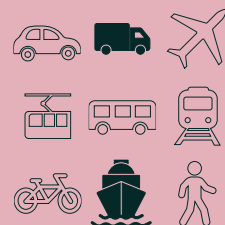
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
NORSIRK AS (Tidligere Elretur)	2013–2016	5,2 millioner kroner

Elretur ønsket høyere transporteffektivitet og lavere kostnader i innsamlingsystemet for EE-avfall, uten å svekke gjenvinning og miljø- og ressurseffektivitet. Prosjektet testet og implementerte modeller som kombinerer økonomi og GIS for å planlegge og visualisere verdikjeden. Prosjektet utviklet videre indikatorer for kvalitet, økonomi og miljø, prøvde ut RFID/EPC for sporbarhet og videreutviklet løsninger for innsamling, sortering, lagring og distribusjon med særlig fokus på sikker håndtering av småelektronikk. Arbeidet omfattet miljøanalyser, kalkyleverktøy for kunders klimagassinnsparinger og innspill til regelverk og bransjestandard. Analyser av husholdningsløsninger fra mer enn 50 kommuner identifiserer hvilke tiltak som reduserer feilsortering. Elretur har redusert innsamlings- og logistikk-kostnadene med over 20 prosent i første runde og anslår ytterligere 10 prosent i neste. Transportører rapporterer økt konkurranseevne, og resultatene gir grunnlag for nye tjenester og inntekter tilpasset krav til sikker innsamling. Prototypen for sikker innsamling videreføres av Alternativ Data.

### Realiserte effekter

- Reduserte kostnader

## 4.2 Effektive verdikjeder for skogbruket i Kyst-Norge



Analyseverktøy kobler effektiv logistikk med industriutvidelser og nyetablering ved tømmerkaier

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Sintef	2014–2017	3,8 millioner kroner

Skogbruk og skogindustri i Norge er transportintensive, særlig langs kysten der trelasttransport er kostbar og krevende på grunn av svake veger, flaskehalsar og lange avstander. Næringen etterlyste derfor bedre koordinering gjennom hele verdikjeden. Prosjektet har utviklet et analyseverktøy som kobler logistikkoptimalisering med vurdering av utvidelse av eksisterende industri og nyetablering. Modellen maksimerer verdikjedeprofitt og ringvirkninger og inkluderer investeringsbeslutninger for tømmerkaier. Den metodiske nyvinningen er en integrert samfunnsøkonomisk ringvirkningsanalyse av investering og fysiske transport og produktstrømmer. Verktøyet er testet i case fra Nord-Trøndelag og Nordland, og innsikten er omsatt til brukervennlige råd for aktørene. Analysene viser betydelige gevinster ved lokalisering ved havn og nær annen industri. Gevinstene kommer fra mer effektive transportstrømmer og utnyttelse av biprodukter, gitt tilstrekkelige skogressurser. Etter hovedprosjektet er modellen videreutviklet og tatt i bruk i kystskognæringen. Den har støttet valg av lokalisering og investeringer i tømmerkaier.

### Realiserte effekter

- Økt verdiskaping

## 4.3 NORSULP - Sustainable Urban Logistics Plans in Norway



Et langsiktig rammeverk for mer effektiv og klima- og miljøvennlig bylogistikk

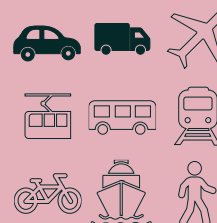
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Transportøkonomisk Institutt	2016–2020	8,8 millioner kroner

Norske og europeiske byer vokser raskt. Urbanisering presser areal og infrastruktur og øker vareleveranser, kø og utslipp. Det finnes få reelle alternativer til vare- og lastebil i by, og bylogistikk har hatt lite politisk og administrativ oppmerksomhet. Kommunene trenger et langsiktig rammeverk og bedre samhandling med næringslivet for å effektivisere godstransport og redusere klima- og miljøbelastning. NORSULP har utviklet bylogistikkplanlegging i norske kommuner, og gitt et langsiktig rammeverk for effektive og klima- og miljøvennlige varetransporter, inkludert avfall og utstyr, til, fra og i byer. Kommunenes engasjement og samarbeid mellom offentlige og private aktører er styrket. Prosjektet finansierte to doktorgrader og resulterte i en veileder for kommunal planlegging av bylogistikk. Veilederen er den første i Norge og gir et felles språk og en prosess for tiltak som effektiviserer vareflyt, bedrer luftkvalitet og kutter utslipp. NORSULP har bygget kunnskapsgrunnlag, publisert forskning og løftet kompetansen som legger til rette for raskere gjennomføring av tiltak i norske byer.

### Realiserte effekter

- Reduserte klimagassutslipp
- Redusert miljøpåvirkning

## 4.4 Lås opp - Et digitalt økosystem for levering av varer og tjenester bak låst dør



Nytt økosystem for digitale låser som gjør hjemlevering enklere

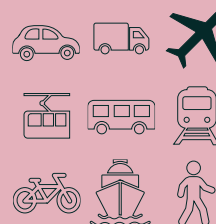
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Safe4 Security AS	2019-2024	11 millioner kroner

Økt interesse for hjemlevering øker behovet for løsninger som ivaretar behovene til avsendere, tjenesteytere, leverandører og mottakere samtidig. Eksempelvis er det i dag få nøytrale løsninger for å håndtere hjemlevering dersom mottakeren ikke er hjemme. Lås Opp-prosjektet, utviklet av Safe4 Security Group AS, hadde som formål å løse disse utfordringene gjennom utviklingen av et digitalt økosystem med ende-til-ende teknologi som gir kontrollert, sømløs og sikker datautveksling mellom involverte aktører. Løsningen fungerer ved å benytte digitale låser i et felles, teknologinøytralt system, og gi tilgang kun til riktig aktør ved riktig sted i et avgrenset tidsrom for dører, fellesinnganger og bokser. Prosjektet legger til rette for økt fleksibilitet i leveranser, samtidig som sluttkundens sikkerhet, kontroll og personvern ivaretas. Pandemien bidro til rask utvikling og utbredelse av lignende løsninger i markedet, noe som reduserte prosjektets særpreg innen hjemlevering av varer. Systemet viste særlig potensial knyttet til kommunale hjemmetjenester og er siden videreutviklet for kommersiell utrulling av nøkkelfri adgangskontroll for boliger, bygg og delte anlegg.

### Realiserte effekter

- Økt verdiskaping

## 4.5 Develop Airport Logistics Intelligence (ALI) - system for å optimisere bagasjeflyt



Mer effektiv bagasjebehandling på lufthavner, ved hjelp av KI og prediksjon.

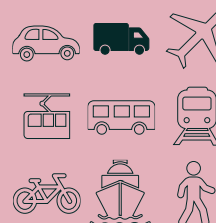
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
TRATEC SOLUTIONS AS	2019-2024	1,9 millioner kroner

Nye IATA-retningslinjer (resolusjon 753) krever tracking av bagasje ved fire nøkkelpunkter: bagasjeinnsjekk, bagasjelasting, mellomlandinger og ankomst. Airport Logistic Intelligence (ALI)-prosjektet har som mål å utvikle verktøy for å oppfylle disse retningslinjene. Tratec Solutions AS utviklet systemet i samarbeid med Tromsø lufthavn. Systemet følger bagasjen semi-kontinuerlig gjennom en blanding av kameratracking ved utvalgte punkter, stokastisk estimering av bagasjens posisjon basert på historiske data samt bagasjegenkjenning ved bruk av kunstig intelligens. Informasjonen samles i en sanntidsplattform som gir operatører oversikt over bagasjeflyten gjennom anlegget. Prosjektet gir bedre oversikt og mer effektiv håndtering av bagasje ved lufthavner. Dette bidrar til reduserte kostnader gjennom tidsbesparelser, lavere risiko for brudd på IATA-retningslinjene og reduserte utgifter knyttet til kompensasjonsutbetalinger ved tap eller forsinkelse av bagasje. Prosjektet har laget løsninger som nå er i produksjon på Tromsø lufthavn og som skal leveres på andre flyplasser framover og bidrar dermed til økt verdiskaping.

### Realiserte effekter

- Reduserte kostnader
- Økt verdiskaping

## 4.6 Kontaktfri



Nye leveringsløsninger basert på pakkebokser og signaturløs hjemlevering

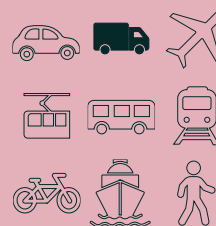
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Postnord AS	2021–2023	8,1 millioner kroner

Pandemien endret forbrukeratferd og løftet netthandel og hjemlevering. Etter gjenåpningen forble netthandel en viktig kanal. KONTAKTFRI testet nye last-mile-løsninger gjennom pilotering av pakkebokser og hjemlevering uten signatur. Fokus var smittefrie og automatiserte tjenester og leveringer som ikke krever at mottaker er til stede. Prosjektet dekket hele verdikjeden fra nettbutikk til leveringspunkt, inkludert IT-støtte og app for elektronisk opplåsing som alternativ til sonenøkkelssystem. Analysene ga kunnskap om hvilke leveringsløsninger som er mest bærekraftige for samfunnet målt i CO<sub>2</sub>-utslipp og kostnadseffektivitet. Prosjektet ga beslutningsgrunnlag for lokasjonsvalg og høyere utnyttelse av pakkeboksnettverket, og videreutviklet pakkebokser for returer og forsendelser mellom forbrukere. Prosjektet sammenstilte også kunnskap om forbrukerens betalingsvillighet for leveringstid versus miljøpåvirkning ved ulike leveringsvalg. Utover bærekraftig kapasitetsutvidelse under pandemien, kan analyseresultatene bidra til økt kostnadseffektivitet og bærekraft for netthandelsleveranser.

### Realiserte effekter

- Reduserte klimagassutslipp
- Reduserte kostnader

## 4.7 Last Mile 2025



En last mile-plattform for bærekraftig vekst i netthandel ved hjelp av KI

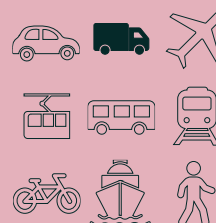
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Distribution Innovation AS	2021-2025	16 millioner kroner

Last Mile 2025 er et FoU-prosjekt som adresserer miljø-, samfunns- og kapasitetsutfordringer knyttet til veksten i netthandel og hjemlevering. Distribusjonsnæringen har behov for løsninger som innfrir bærekraftsmål og transportpolitiske krav uten å svekke lønnsomheten. Prosjektet har utviklet et budverktøy som nå er i bruk av over 5 000 bud i Norden. Verktøyet gir presise leveranser og lar budene justere leveringsdetaljer i sanntid, noe som forbedrer ruteplanlegging og øker andelen vellykkede førsteforsøksleveranser, som re. Gjennom applikasjonen Buddy kan budene i tillegg dokumentere leveranser med foto, noe som har redusert antall klager og forkortet behandlingstiden. Dette har ført til lavere kostnader for distribusjonsselskapene og kortere oppklaringstid for kundene. I tillegg har prosjektet i samarbeid med SINTEF er det utviklet en algoritme for rute- og transportplanlegging, testet på reelle caser og integrert i et brukervennlig GIS-grensesnitt (QGIS). Løsningen DI Optimize er nå lansert, men ingen aktører har foreløpig tatt den i kommersiell bruk.

### Realiserte effekter

- Reduserte kostnader

## 4.8 Digitalisert og automatisert transportmeglingstjeneste for logistikk



Nye løsninger gir bedrifter bedre oversikt over kapasitetsutnyttelse og energibruk i transportplanleggingen

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
SWIPLoad Technologies AS	2022-2025	8,1 millioner kroner

Transport- og logistikkbransjen preges av manuelle prosesser med e-post og telefon. Vareeiere og transportører mangler verktøy som planlegger helheten, beregner energibruk og utslipp og utnytter kapasitet på tvers. Prosjektet har utviklet og testet automatisert transportmegling og en anbefalingsmodell basert på kunstig intelligens. Metodene kombinerer rute- og energioptimalisering, beregner energi og CO<sub>2</sub> for hvert oppdrag og fordeler utslipp på aktører og sendinger. Løsningene planlegger daglig transport for egne biler og eksterne transportører, også i flåter som blander elektriske og fossile lastebiler. Beregningene presenteres for brukeren i et CO<sub>2</sub>-regnskap og er tatt i bruk i web-løsninger mot kunder. Prosjektresultatene kan lede til bedre kapasitetsutnyttelse, mindre manuelt arbeid og potensielt lavere utslipp. Vareeiere får mer optimal frakt til kunde og transportører kan kombinere flere ordre på samme kjøretøy. Dashboardet med CO<sub>2</sub>-regnskap er allerede tatt i bruk av flere kunder og har gitt økt verdiskaping. Reduserte klimagassutslipp er derimot potensielle effekter som forutsetter økt bruk av anbefalingsmodellen. Selskapet doblet omsetningen fra 2024 til 2025.

### Potensielle effekter

- Økt verdiskaping
- Reduserte klimagassutslipp

## 5 Intelligente transportsystemer, digitalisering og automatisering



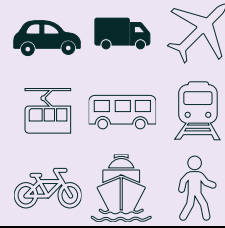
Illustrasjonsfoto. iStock –Natalia Tymofieieva

Counting Hero utviklet et sensorsystem for telling av personer i kjøretøy, som åpner muligheten for goder til bilister som samkjører (prosjekt 5.10)

---

## 5.1 Collab II: Transportoptimering med parallelle beregninger

Nye optimeringsmetoder kan gi mer effektiv planlegging av transport



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
SINTEF	2013–2017	4 millioner kroner

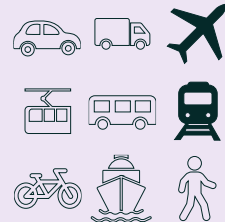
Økt datakraft kommer ikke lenger kommer fra høyere prosessorfrekvens, men fra mer parallell maskinvare som gjør flere beregninger samtidig. Mange eksisterende optimeringsmetoder er utviklet for eldre datamaskiner og utnytter i begrenset grad flerkjerneprosessorer og grafikkprosessorer, selv om transportplanlegging innebærer svært beregningsstunge oppgaver. I Collab II har SINTEF utviklet nye parallelle optimeringsmetoder for koordinering av transport. Det er utviklet en grafikkprocessorbasert metode for ruteplanlegging som gir løsninger av tilsvarende kvalitet som ledende metoder, men på kortere tid, særlig for store problemer. I tillegg er det utviklet en mer presis metode som kombinerer bruk av ulike prosessortyper og fordeler beregningene etter tilgjengelig kapasitet. Prosjektet har også videreutviklet metoder for rute- og nettverksberegninger og testet dem på store datasett. Prosjektet har styrket SINTEFs kompetanse på parallell optimering og lagt grunnlag for videre utvikling av raskere planleggingsverktøy for logistikk og transport.

### Potensielle effekter

- Økt robusthet
- Økt verdiskaping

## 5.2 OPSTRA - OPTimal Scheduling for next-generation intelligent TRANsport systems

Nye optimeringsalgoritmer gir bedre ruteplanlegging i jernbanen og andre transportformer



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
SINTEF	2017–2021	9 millioner kroner

Ruteplanleggingsoppgaver innen transportsystemer finnes på strategisk nivå, for infrastrukturvalg, på taktisk nivå, for rutetabeller, og på operasjonelt nivå, for håndtering av forsinkelser og avvik i sanntid. I dag utføres mye av dette arbeidet manuelt, og eksisterende beregningsmetoder håndterer i liten grad store og komplekse nettverk. I OPSTRA har SINTEF utviklet nye matematiske modeller og beregningsmetoder for planlegging og styring av transport, med hovedvekt på jernbane og luftfart. Et sentralt resultat er en ny modelltilnærming for togledelse, som gir bedre ytelse enn etablerte metoder og som egner seg for dynamiske situasjoner. Metodene er videreutviklet for store knutepunkt som Oslo S, for flytrafikkstyring og for kombinerte rute- og tidsplanleggingsproblemer. Resultatene er publisert i anerkjente tidsskrifter og formidlet bredt. Flere av metodene er testet på reelle problemstillinger og tatt i bruk i prototyper og verktøy utviklet i samarbeid med Bane NOR, med mål om bedre planleggingskvalitet, mer stabil drift og redusert belastning på operatører.

### Potensielle effekter

- Reduserte kostnader
- Økt robusthet

## 5.3 GeoSUM- Geofencing for Smart Urban Mobility



Virtuelle trafikksoner gjør det mulig å regulere trafikk i sanntid

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Statens Vegvesen	2018–2021	7 millioner kroner

Bakgrunnen for GeoSUM var behovet for nye, fleksible virkemidler for å styre trafikk og redusere miljø- og sikkerhetsutfordringer i byområder. "Geofencing" gjør det mulig å definere digitale soner i vegnettet og formidle regler om tillatt hastighet, utslipp eller annet, direkte til kjøretøy eller sjåfører, uten bruk av fysisk infrastruktur. Teknologien gir myndighetene et dynamisk verktøy for regulering av trafikk i sanntid. Prosjektet har undersøkt nytten av geofencing gjennom to konkrete bruksområder: vegbruksavgift i lavutslippssoner og dynamisk fartstilpasning rundt skoler. Pilotene omfattet frivillige sjåfører i Trondheim og Oslo, med ettermontert utstyr for eldre kjøretøy, samt testing i et integrert testkjøretøy med automatisk overgang til el-drift og automatisk fartsreduksjon i definerte soner. GeoSUM har bidratt til standardisering av geofencing og lagt til rette for digital bruk av lavutslipp- og nullutslippssoner, samt andre reguleringer som for eksempel regulering av elsparkesykler. For teknologipartneren Q-Free har pilotene i GeoSUM dannet grunnlaget for videre utvikling av løsninger for vegprising, og bidratt til videreutvikling av et produkt rettet mot et internasjonalt marked.

### Potensielle effekter

- Økt verdiskaping
- Økt trafikksikkerhet
- Reduserte klimagassutslipp

## 5.4 Multimodal Reisemønsteranalyse



Bedre forståelse av reisemønstre i multimodale transportsystemer

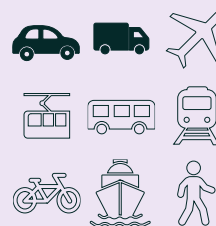
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
FourC AS	2019–2022	4,8 millioner kroner

Bakgrunnen for MultiRA var behov for mer presis og helhetlig kunnskap om hvordan mennesker faktisk reiser, inkludert hvor de starter og avslutter reisen og hvilke transportmidler de kombinerer undervegs. Eksisterende løsninger, som billettdata og automatiske passasjertellinger, gir informasjon om på- og avstigninger, men mangler data om sammenhengen mellom disse og gir ikke ende til ende-informasjon for multimodale reiser. I prosjektet er det utviklet en løsning for å beregne såkalte opprinnelse-destinasjonsmatriser for hele transportsystemet. Løsningen kombinerer flere datakilder, blant annet passasjertellinger, posisjonsdata, rutenettverksdata og anonymiserte signaler fra mobile enheter. Statistiske metoder og maskinlæring er brukt for å analysere og sammenstille dataene på en måte som ivaretar personvern og samtidig gir høy nøyaktighet. Prosjektet har resultert i robuste metoder for datainnsamling, analyse og visualisering av reisemønstre, inkludert overganger mellom transportmidler. Resultatene videreutvikles og kan gi verdiskaping for bedriften gjennom inntjening fra økt kompetanse og teknologiens kommersielle potensial.

### Potensielle effekter

- Økt verdiskaping

## 5.5 ASAM Meldingstjenester for C-ITS



Digital infrastruktur for kommunikasjon mellom kjøretøy og myndigheter

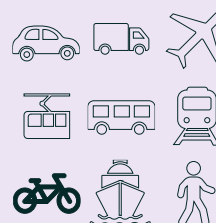
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
AIC INTELLIGENT COMMUNICATION AS	2019–2023	4,2 millioner kroner

Europakommisjonens transportmyndigheter satser stor på CCAM (Cooperative, Connected and Automated Mobility), der kjøretøy, infrastruktur og trafikksentraler deler informasjon for bedre trafiksikkerhet og mer effektiv trafikkavvikling. Prosjektet har særlig testet to deler som tidligere var lite utprøvd i stor skala: Service Announcement Message (SAM) og en sentral ITS server i skyen. SAM kan brukes for å varsle kjøretøy om at en tjeneste finnes i et bestemt område, for eksempel dynamisk vegprising, lavutslippssone, piggdekkavgift eller informasjon om ladestasjoner. Prosjektet har utviklet og testet en skalerbar sentral ITS-server som distribuerer slike meldinger til riktige områder og kjøretøytyper. For å teste kapasitet utover noen få testbiler ble det laget en simulator som etterligner svært mange kjøretøy. Resultatene viser at SAM kan brukes som verktøy for digitale trafikkreguleringer, og at den skybaserte arkitekturen er stabil ved høy meldingsmengde. Løsningen ble brukt som eksempel i arbeidet med KVV for vegprising i regi av Skatteetaten og Statens vegvesen, og har vekket interesse hos aktører som jobber med bom og vegprising.

### Potensielle effekter

- Økt robusthet
- Økt verdiskaping
- Økt trafiksikkerhet

## 5.6 FOMO - Future of Micromobility



Datadrevet drift og planlegging av mikromobilitet

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
URBAN SHARING AS	2020–2023	10 millioner kroner

Systemer for mikromobilitet, som bysykler og elsparkesykler, krever kontinuerlig omfordeling av kjøretøy og effektivt vedlikehold. Eksisterende løsninger har i stor grad vært basert på manuelle vurderinger og enkle regler, med begrenset støtte fra prediktive verktøy. I FOMO har NTNUs Urban Sharing og partnere utviklet datadrevne og optimeringsbaserte beslutningsstøtteverktøy for mikromobilitet. Kjernen i prosjektet er Urban Crew, en web- og app-basert løsning for operatører, som kombinerer prediksjon, rebalansering og planlegging. Løsningen ble pilotert hos Oslo City Bike i 2021 og 2022. I tillegg er det utviklet en avansert simulator for testing av strategier for rebalansering og vedlikehold. Resultatene viser redusert kostnad til drift og vedlikehold og bedre utnyttelse av flåten. Prosjektet har resultert i vitenskapelige publikasjoner på høyt nivå, nye verktøy tatt i bruk i praksis, og gitt grunnlag for et kommersielt produkt.

### Realiserte effekter

- Økt verdiskaping
- Økt robusthet

## 5.7 SMART PLAN

Bærekraftig samfunnsutvikling gjennom samskaping og visuell simulering i planprosesser



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Ålesund kommune	2020–2023	7,0 millioner kroner

Det er behov for gode kunnskapsgrunnlag til samfunnsplanlegging, og planleggingsprosesser tar ofte lang tid. SMART PLAN undersøker hvordan digitale verktøy kan forbedre offentlige planleggingsprosesser gjennom visualisering og simulering av byområder. Målet er å få raskere, mer involverende og transparent planlegging ved å vurdere hvilke data og verktøy som egner seg, og hvordan brukergrensesnittet bør utformes for ulike aktører. Prosjektet utviklet datamodeller og en interaktiv digital tvilling av Ålesundregionen for å analysere mobilitet og forhold for gående, som kan støtte kommunal planlegging. Prosjektet har bidratt med konkrete råd om utforming av relevante digitale verktøy for ulike brukergrupper, i hvilke faser av planprosessen det er mest hensiktsmessig å bruke ulike digitale verktøy. Noe funksjonalitet i utviklet verktøy til OSC (Augment City) har blitt kommersialisert videre. Teknologien og mobilitetsanalysene er siden tatt i bruk i kommersielle prosjekter, hovedsakelig av private aktører, også i regionen som omfattes av transportplanen PAKT - plan for areal, transport og klima i Ålesundregionen.

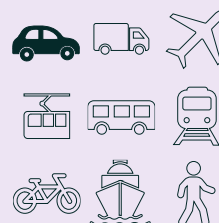
### Potensielle effekter

- Økt verdiskaping

## 5.8 GeoFlow – Next generation ITS station



Videreutviklet C-ITS-stasjon muliggjør sikre og personvernvennlige piloter av C-ITS-tjenester i personbiler.



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Q-FREE NORGE AS	2020–2022	7,5 millioner kroner

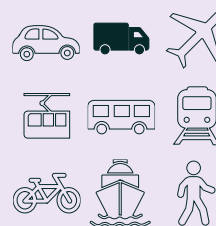
C-ITS-stasjoner er kommunikasjonsenheter plassert på kjøretøy, som blant annet kan brukes til å sende meldinger til kjøretøy og dynamisk veiprisning. Dagens C-ITS-stasjoner er store, kostbare og lite egnet for bruk i vanlige personbiler. Utvendig montering gjør dem sårbare for tyveri og hærverk. Samtidig stiller C-ITS-tjenester høye krav til datasikkerhet og personvern. Dette har gjort det krevende å teste og ta i bruk nye tjenester som C-ITS-basert veiprisning og løsninger for automatisert transport. Prosjektet har utviklet en ny generasjon C-ITS-stasjon for bruk i personbiler. Den nye enheten er vesentlig mindre og rimeligere enn tidligere løsninger, tilpasset montering inne i kjøretøyet, og bedre beskyttet mot tyveri og hærverk. Løsningen støtter tilkobling mot kjøretøyets systemer og bruk av smarttelefon som brukergrensesnitt. En sentral del av prosjektet har vært å etablere en sikker kommunikasjonsplattform i tråd med europeiske og amerikanske krav til datasikkerhet og personvern. Prosjektet har utviklet en modell for veiprisning basert på C-ITS-teknologi, med vekt på personvern og etterlevelse av GDPR-prinsipper. Modellen er implementert i både maskinvare og programvare.

### Realiserte effekter

- Økt verdiskaping

## 5.9 Nonstop

Automatisk veiing og målrettet kontroll av tunge kjøretøy i fart



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Statens Vegvesen	2012–2015	3,4 millioner kroner

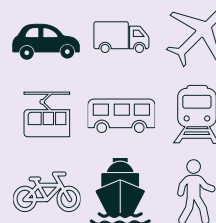
Tunge kjøretøy som er feil lastet øker ulykkesrisiko og kan gi store skader. Tradisjonelle kontrollstasjoner fanger opp få overtredelser og påfører forsinkelser for kjøretøy som er korrekt lastet. NonStop-prosjektet har utviklet et system som kan veie kjøretøy i fart og automatisk peke ut aktuelle kjøretøy for nærmere kontroll. Teknologien består av sensorer i vegbanen (Weigh-in-Motion) som måler hjul- og akselvekt når kjøretøyet passerer. Data kobles med nummerskiltgjenkjenning og offentlige registre for å finne kjøretøyets tillatte lastevækt. Et beslutningsstøttesystem sammenstiller informasjonen og identifiserer kjøretøy som avviker fra regelverket. I en fullskalatest på E6 ble 30 000 kjøretøy registrert, og systemet identifiserte kandidater for målrettet kontroll. En nytte–kostnadsanalyse viste positiv samfunnsnytte gjennom spart tid og mer effektiv kontrollvirksomhet. Systemet kan redusere feillastede kjøretøy på vegene og gi mer presis ressursbruk i kontrollarbeidet.

### Potensielle effekter

- Reduserte kostnader
- Økt trafikksikkerhet

## 5.10 Passasjertelling i kjøretøy

Nytt kamerabasert sensorsystem som kan telle og klassifisere mennesker i forbigående biler og kjøretøy



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Counting Hero AS	2019-2023	8,0 millioner kroner

Dagens systemer for passasjertelling krever mye manuelt arbeid, kan være unøyaktig og gir få muligheter for operatører til å utnytte informasjonen til veiprisering. I prosjektet ble det utviklet et kamerabasert sensorsystem som kan telle og klassifisere mennesker i forbigående biler og kjøretøy. Løsningen er installert og utviklet i tre ulike piloter. 1) for telling i personbiler i ett kjørefelt. 2) for telling av personbil og lastebil i ett kjørefelt og 3) for telling av alle kjøretøy i to kjørefelt. Løsningen er i hovedsak pilotert for ombordkjøring av biler på bilferger, mens bruk innenfor bompenger, samkjøring og parkering er sekundærmarkeder. Målet er en nøyaktig og sikker løsning for telling av personer i kjøretøy, der personvernet ivaretas. Gjennom prosjektet er det utviklet en metode for å ta bilder inn i passerende kjøretøy, som fungerer uavhengig av lysforhold og håndterer refleksjoner og fargede vinduer. Piloten viser at automatisert passasjertelling gir høyere nøyaktighet, lavere kostnader og bedre sikkerhet for fergeselskapene. Produktet har internasjonalt potensial innen telling av personer i kjøretøy og innen kontroll for å gi goder til bilister som velger å samkjøre.

### Potensielle effekter

- Reduserte kostnader

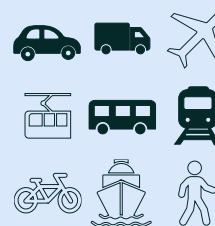
## 6 Infrastruktur og vedlikehold



NTNU utviklet modeller for bedre vegdimensjonering i kaldt klima, med potensial for lavere kostnader og høyere kvalitet (prosjekt 6.1)

## 6.1 Frostsikring av vegger og jernbane

Oppdatert kunnskap om telehiv gir bedre grunnlag for vegutbygging i kaldt klima og dermed lavere vedlikeholdskostnader



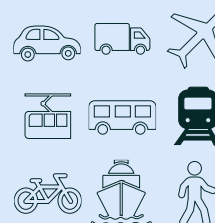
Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
NTNU	2015–2019	6,7 millioner kroner

Skader på norske vegger og jernbane på grunn av telehiv og teleløsning påfører trafikanter ulemper og eier utgifter til vedlikehold. Størst problemer ser vi på eldre vegger som ofte ikke er bygd i henhold til dagens kvalitetskrav, men det er også betydelige telehiv på nye og vegger med mye trafikk. Før prosjektet var kunnskapen om telehiv i Norge basert på forskning fra 1970-tallet. Siden den gang har det vært endringer i både klima og byggeskikk. Prosjektet undersøkte hvordan frost trenger gjennom ulike materialer og hvor telefarlige materialene er. Det ble utviklet forbedrede laboratorieforsøk, gjennomført feltmålinger og utviklet numeriske modeller. Modellene gir bedre grunnlag for dimensjonering av vegger i kaldt klima, og kan bidra til reduserte kostnader og høyere kvalitet på vegene. Ny praksis er i ferd med å bli implementert i det nye dimensjoneringsverktøyet for vegger. Forskningen ble gjennomført av NTNU i samarbeid med Laval Universitet i Quebec og SINTEF. Bane Nor, Statens vegvesen, Leca og Glaspor bidro med finansiering og faglige innspill.

### Realiserte effekter

- Reduserte kostnader

## 6.2 Overgang til tilstandsbasert vedlikehold i jernbanen



Fra rådata til optimal planlegging: bedre prediksjon av behov for vedlikehold av tog

Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Mantena AS	2019-2023	6,3 millioner kroner

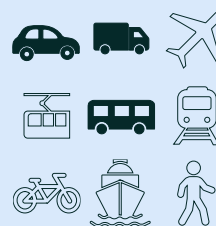
Vedlikehold av tog er en av de største kostnadsdriverne i jernbanesektoren. Condition-based maintenance (CBM) gjør det mulig å overvåke tilstanden til rullende materiell i sanntid, og gjennomføre vedlikehold bare når det er nødvendig. Dette gir potensial for kostnadsbesparelser og mer effektiv ressursbruk. I prosjektet er det utviklet et system for innsamling og lagring av driftsdata fra tog i normal trafikk. Systemet benytter et industrielt IoT-modem med sensorer som måler bevegelse og vibrasjoner. Data lagres hvert tiende minutt og kombineres med GPS-informasjon om rute og hastighet. I tillegg registreres akselerasjon og helning i tre dimensjoner, noe som gir bedre grunnlag for å tolke belastninger på toget. Løsningen er fleksibelt utformet og kan tilpasses ulike sensortyper. Prosjektet legger et teknisk grunnlag for mer effektivt vedlikehold av tog. Forventede konsekvenser er reduserte vedlikeholdskostnader, lavere ressursbruk og bedre utnyttelse av materiell. Dette kan gi kostnadsbesparelser og økt effektivitet i jernbanesektoren, gitt at de tekniske rammeverkene videreutvikles. Mantena har lagt dette prosjektet på is inntil videre.

### Potensielle effekter

- Reduserte kostnader
- Redusert miljøpåvirkning

## 6.3 Rensing av overvann fra veg og tunnelvaskevann

Bedre tunnelvask for trafikksikkerhet og tunnelens levetid



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
AQUATEAM COWI AS	2020-2024	8,0 millioner kroner

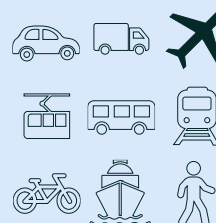
Tunnelvask gjennomføres normalt 1–12 ganger årlig for å ivareta trafikksikkerhet og forlenge levetiden til norske tunneler. Under vasken brukes store mengder vann blandet med vaskemidler, noe som gir betydelige mengder forurenset tunnelvaskevann (TWW). En meter tunnelvask krever om lag 60–100 liter vann med 0,5–1 prosent vaskemiddel. Med rundt 800 km vegtunneler i Norge utgjør dette store vannmengder. I tillegg oppstår vegavrenningsvann (RRW) som følge av nedbør på vegoverflaten. Behandlingen av TWW og RRW har tradisjonelt vært basert på sedimenteringstanker. Nyere studier viser imidlertid at slike løsninger ikke gir tilstrekkelig rensing av farlige stoffer som tungmetaller og organiske prioriterte forurensninger. Prosjektet har som mål å øke kunnskapen om sammensetning og miljøpåvirkning av TWW og RRW, samt å undersøke mer effektive renseløsninger. Prosjektet bidrar til et bedre beslutningsgrunnlag og mer robuste samfunnsøkonomiske vurderinger knyttet til drift, vedlikehold og miljøtiltak i norske tunneler.

### Potensielle effekter

- Redusert miljøpåvirkning

## 6.4 Autonome sensorer for effektiv flyplassdrift

Sensorer og droner kan fange opp avvik og effektivisere flyplassdrift



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
OPSCOM SYSTEMS AS	2020–2023	5,4 millioner kroner

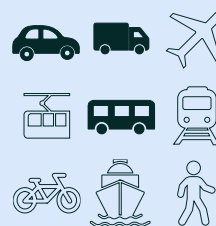
Flyplassoperatører har identifisert flere behov for automatisert inspeksjon, av blant annet gjerder, fremmedlegemer (FOD), skader på skilt, sikkerhetsbelysning og asfalt/betongoverflater og samt til forebyggende vilt- og fuglek kontroll. Prosjektet har utviklet autonome sensorsystemer og automatisert prosessering for å effektivisere flyplassdriften og redusere behovet for manuelle inspeksjoner av sikkerhetskritiske områder. Prosjektet har utviklet dronesystemer og prosedyrer for droneflyging som daglig rutine, og gitt opplæring til flyplassbetjener. Det er utviklet et system som automatisk laster opp data fra dronene til skybasert datalagring. Identifiserte avvik vil bli analysert og publisert gjennom eksisterende løsninger for flyplassdrift, og vil dermed dukke opp som «ikke ønskede hendelser» i flyplassens systemer. Systemene er enda ikke tatt i bruk kommersielt, men kan gi mer kostnadseffektiv inspeksjon av flyplassinfrastruktur på sikt.

### Potensielle effekter

- Reduserte kostnader
- Økt verdiskaping

## 6.5 Klimatilpasning og vegtransport

Nye verktøy for å ta hensyn til klimaendringer i investeringer i vegsektoren



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Statens Vegvesen, Vegdirektoratet	2021-2024	5,7 millioner kroner

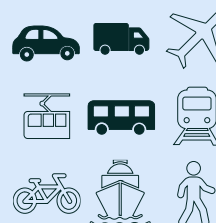
Investeringer i vegsektoren er særlig utsatt for utfordringer knyttet til endringer i naturfare og endret normalvær. Det tas i dag lite hensyn til klimarisiko i samfunnsøkonomiske analyser for beslutninger i planlegging, prosjektering og drift av veginfrastruktur, og det finnes få tilgjengelige metoder for å håndtere dette. Prosjektet utarbeidet metoder og verktøy for å bedre å ivareta klimarisiko i vegsektoren. Dette oppnås gjennom fire innovasjoner: i) et verktøy for vegsektoren i Norge som operasjonaliserer klimarisiko i samfunnsøkonomiske analyser, ii) kraftig forbedret verktøy for nytte-kostnadsanalyse, iii) oppdaterte retningslinjer for samfunnsøkonomisk analyse i vegsektoren som i større grad ivaretar klimarisiko og iv) bevisst arbeid med å integrere verktøyene i arbeidet til involverte aktører. Prosjektet legger til rette for mer robuste og fremtidsrettede beslutningsgrunnlag i vegsektoren, der forventede effekter av klimaendringer inngår eksplisitt i vurderingen av tiltak. Dette bidrar til bedre prioritering av investeringer og klimatilpasningstiltak, og mer effektiv bruk av samfunnets ressurser. Les mer [her](#).

### Potensielle effekter

- Økt robusthet

## 6.6 Reduserte livsløpskostnader for bruer

Droner kan optimalisere vedlikehold av overflatebeskyttelse, og redusere driftskostnader



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Statens Vegvesen	2021–2024	3 millioner kroner

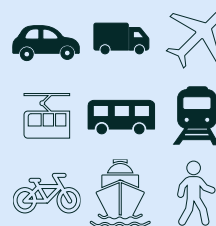
Overflatevedlikehold på stålbruer er tradisjonelt basert på begrenset kunnskap om antatt miljøbelastning og levetid på belegget, noe som kan føre til for tidlig eller for sent vedlikehold. Prosjektet har analysert sammenhengen mellom beleggets levetid, vedlikeholdskostnader og målbare miljø-, konstruksjons- og driftsparametere. Datagrunnlaget omfatter feltundersøkelser, måling av korrosivitet, inspeksjoner og vurdering av ulike inspeksjonsmetoder, inkludert bruk av droner. Resultatene viser at påføringsfeil og lokal korrosivitet har størst betydning for levetiden. Samtidig dominerer ofte kostnader til tilkomst vedlikeholdskostnadene, og preventivt vedlikehold er derfor bare hensiktsmessig i noen tilfeller. Nytt datagrunnlag for vurdering av vedlikeholdsbehov innføres i IT-løsninger for forvaltning og fungerer som beslutningsstøtte for bruforvaltere i Statens vegvesen og fylkeskommunene. Resultatene forventes å kunne effektivisere Statens vegvesen og andre vegeiere med flere millioner kroner årlig ved å iverksette nødvendig vedlikehold av belegget på stålbruer til rett tid.

### Realiserte effekter

- Reduserte kostnader
- Redusert miljøpåvirkning

## 6.7 Risikostyring i BIM-drevne offentlige samferdselsprosjekter

Bedre risikostyring i planlegging av samferdselsprosjekter



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
BANE NOR SF	2019-2022	4,5 millioner kroner

I samferdselsprosjekter benyttes bygningsinformasjonsmodellering (BIM), altså digitale 3D-modeller med informasjon om anlegg og komponenter, i begrenset grad som støtte for risikostyring. Risikofagene håndteres ofte i egne systemer og dokumenter, uten direkte kobling til BIM-modellene. Dette gir svak oversikt over risikoforhold, og liten mulighet for å bruke risikoinformasjon aktivt gjennom prosjektets livsløp. Prosjektet kartla eksisterende arbeidsprosesser og verktøy for risikohåndtering i transportsektoren og analyserte hvordan BIM kunne støtte behovene i risikofagene. På bakgrunn av dette ble det utviklet og testet flere konsepter for å integrere risikoinformasjon i BIM, blant annet visualisering av risiko og tiltak i modeller, samhandling mellom prosjektering og risikofag, bruk av åpne standarder for informasjonsutveksling og kobling av risikomodeller til BIM. Partnerne i prosjektet utarbeidet prototyper som kan visualisere farer og risikoforhold og som kan fungere som et risikoregister. Dette gir muligheten til å lage et sammenhengende risikobilde på tvers av fagområder og faser, som gir bedre risikostyring og et bedre beslutningsgrunnlag. Partnerne (Bane NOR, IFE, Statens vegvesen, COWI, Multiconsult, NTNU) tar med resultatene i videre arbeid.

### Realiserte effekter

- Økt robusthet
- Økt trafikksikkerhet

## 6.8 Grønn kai: planlegge infrastruktur for utslippsfrie fartøy

Tilrettelegging for utslippsfrie verdensarvfjorder



Prosjektansvarlig	Prosjektperiode	Prosjektstøtte
Stranda kommune	2021-2023	6 millioner kroner

Stortinget har vedtatt nullutslipp i verdensarvfjordene. Dette skaper behov for å tilpasse kaianlegg for å ta imot nullutslippsfartøy. Grønn kai-prosjektet har avklart hvilke tilpasninger som kreves i kai- og havneinfrastruktur i Geiranger, Helligsølt og Stranda for å håndtere økt bruk av mindre nullutslippsfartøy. Arbeidet har resultert i konkrete og økonomisk gjennomførbare forslag, med vekt på trinnvis utbygging og effektiv bruk av eksisterende infrastruktur. Løsningene legger til rette for tendring, overgang til mindre fartøy og bedre styring av trafikk og besøksvolum. Prosjektet har hatt en tydelig tverrfaglig profil gjennom involvering av studenter og fagmiljøer ved NTNU i samarbeid med offentlig og privat sektor. Resultatene gir et beslutningsgrunnlag for videre utvikling av Geirangerfjorden som et robust og utslippsfritt reisemål, samtidig som lokal verdiskaping og sysselsetting ivaretas.

### Realiserte effekter

- Reduserte klimagassutslipp
- Redusert miljøpåvirkning



Menon  
Economics

Menon Economics

Sørkedalsveien 10 B, 0369 Oslo

+47 909 90 102

post@menon.no

menon.no