

# Rapport

## Teknologi i transportsystemer for gods

Utvikling og bruk av teknologi for sikker, effektiv og miljøvennlig transport av gods

### Forfattere

Solveig Meland

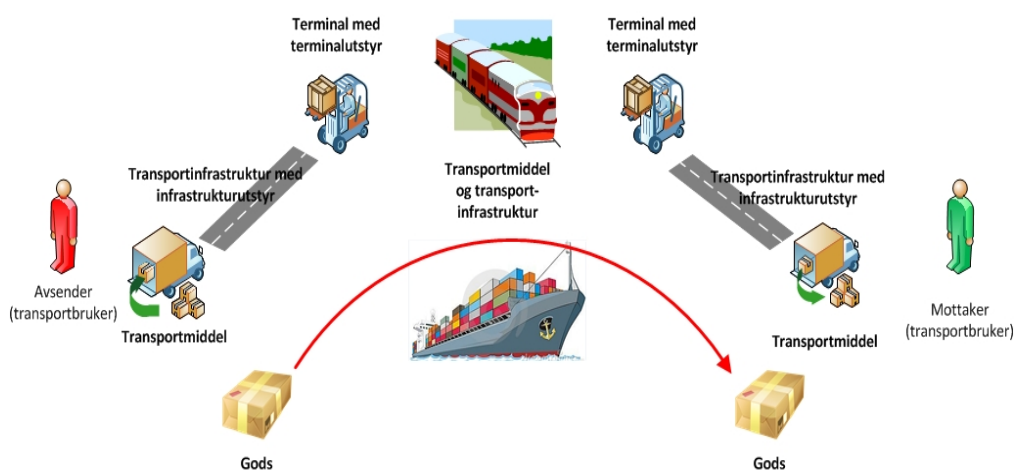
Trond Foss

Gunnar D. Jensen

Hans Westerheim

Astrid Bjørgen Sund

Dag Stenersen





# Rapport

## Teknologi i transportsystemer for gods

Utvikling og bruk av teknologi for sikker, effektiv og miljøvennlig transport av gods

**EMNEORD:**  
Godstransport  
Teknologi  
Transportmidler

**VERSJON**  
1.0

**DATO**  
2015-06-12

**FORFATTERE**  
Solveig Meland  
Trond Foss  
Gunnar D. Jenssen  
Hans Westerheim  
Astrid Bjørgen Sund  
Dag Stenersen

**OPPDRAGSGIVER**  
Sekretariatet for Nasjonal Transportplan 2018 - 2027

**OPPDRAGSGIVERS REF.**  
Else-Marie Marskar

**PROSJEKTNR**  
102006760

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**  
101 inkl. vedlegg

**UTARBEIDET AV**  
Solveig Meland

SIGNATUR



**KONTROLLERT AV**  
Dag E. Bertelsen

SIGNATUR



**GODKJENT AV**  
Roar Norvik

SIGNATUR



**RAPPORTNR** SINTEF A26324 **ISBN** 9788214056983

**GRADERING**  
Åpen

**GRADERING DENNE SIDE**  
Åpen



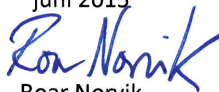
## Forord

Denne rapporten dokumenterer et arbeid som er gjennomført på oppdrag fra transportetatene og Avinor, som bistand til den brede samfunnsanalysen av godstransport som gjennomføres i forbindelse med Nasjonal transportplan (NTP) for 2018-2027. Rapporten oppsummerer erfaringer og kunnskap om utvikling og bruk av teknologi knyttet til godstransporter fra SINTEFs egen forskning.

Hos SINTEF har Solveig Meland vært prosjektleder og hovedansvarlig for denne rapporten, med bidrag fra en rekke andre fagpersoner i SINTEF Teknologi og samfunn, SINTEF IKT og MARINTEK. Trond Foss og Hans Westerheim har vært ansvarlige for omtalene av IKT-løsninger generelt og ARKTRANS spesielt, mens Gunnar Deinboll Jenssen har hatt hovedansvar for omtalene av autonome og automatiserte løsninger. Dag Stenersen har bidratt med omtale av gassdrevne skip, mens Astrid Bjørgen Sund har bidratt med prosjekterrelaterte erfaringer, og Dag E. Bertelsen har bistått med kvalitets sikring av rapporten. Hos oppdragsgiver har Else-Marie Marskar vært leder for oppdragsgivergruppen, der også Toril Presttun har vært diskusjonspartner i skriveprosessen.

Trondheim,

juni 2015



Roar Norvik

Forsknings sjef



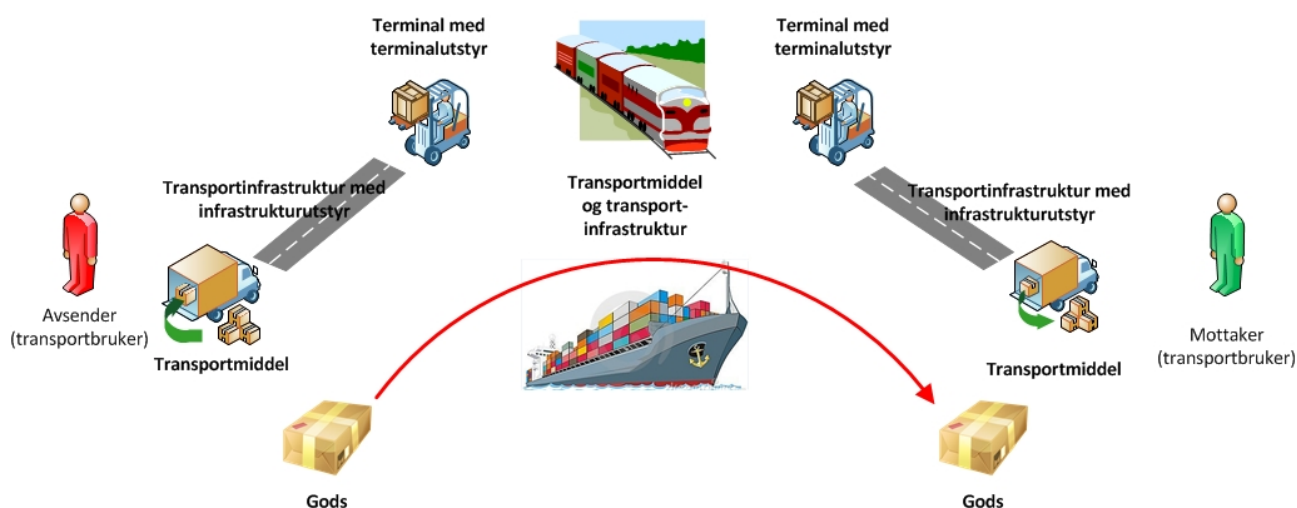
# Sammendrag

Samferdselsdepartementet har gitt transportetatene og Avinor i oppdrag å gjennomføre en bred samfunnsanalyse av godstransport. Denne analysen skal inngå i transportetatenes arbeid med forslag til neste nasjonale transportplan (NTP 2018 – 2027), der målet er å bidra til trafiksikker, miljøvennlig og samfunnsøkonomisk effektiv godstransport. Det er et delmål å overføre gods fra veg til sjø og bane, der dette støtter opp om hovedmålet. Hensikten med analysen er å øke kunnskapen om logistikk og godstransport i Norge og om tiltak og virkemidler for å nå det overordnede målet og delmålet.

SINTEF har fått i oppdrag av transportetatene å utarbeide en rapport som omhandler utvikling og bruk av teknologi relatert til disse målene. Arbeidet har bestått i å systematisere og sammenfatte erfaringer og kunnskap SINTEF besitter knyttet til teknologi som er eller kan bli benyttet i tilknytning til godstransporter. Dette omfatter erfaringer fra relevante prosjekter innen ITS og godstransport med fokus på utvikling, bruk og anvendelse av IKT, transportmiddel-teknologi og godshåndteringsteknologi. Kartleggingen har omfattet både de rent tekniske mulighetene, og samfunnets og aktørenes evne til å organisere virksomheten slik at en får nytte av de tekniske mulighetene.

## Transportsystem for gods

Transportsystemet for gods omfatter flere ulike transportformer som veg, bane og sjø, med muligheter for bytte mellom transportformer i terminaler. *Transportsystemet er altså multimodalt.*



*Eksempel på intermodal godstransport i et multimodalt transportsystem for gods*

*Intermodal transport* defineres som transport av varer med én og samme lastbærer, som benytter flere påfølgende transportformer, uten håndtering av selve varen ved bytte av transportform. Intermodal transport over medium lange strekninger (>400 km), konkurrerer med direkte biltransport. Konkurransesevnen for intermodal transport avhenger av det samlede transportopplegget man kan tilby, fra dør til dør, som en kombinasjon av kostnad, tid, pålitelighet og fleksibilitet.

## Teknologi i transportsystemet for gods

Tradisjonelt har teknologien i transportsystemet for gods i stor grad bestått av "hardware"-komponenter som benyttes for å tilrettelegge for, styre og gjennomføre transportene:

- Transportinfrastruktur, dvs. vegnett, banenett, luftfartskorridorer og farleder, med ulike typer tekniske installasjoner som f.eks. skilt, lyssignaler og belysning
- Terminaler der godset losses og lastes, bytter transportmiddel, og evt. lagres og/eller konsolideres, med tekniske installasjoner som kraner, trucker, transportbånd o.l. som benyttes for å håndtere godset på terminalen

- Transportmidler, dvs. lastebil, vogntog, tog, containerskip etc., som transporterer godset fra avsender til mottaker i transportkjeden, eller til/fra/mellom terminaler hvis det byttes transportmiddel under veis
- Lastbærere, f.eks. paller eller containere, som benyttes ved transport av godset

Innen dette "hardware"-området dreier aktuell teknologiutvikling seg i stor grad om:

- *motorteknologi og energibærere* som kan gi redusert energiforbruk totalt, og i særdeleshet redusert bruk av fossilt drivstoff, og dermed reduksjon i miljøutslipp fra transportmidler og terminalutstyr
- *materialteknologi og funksjonalitet*, med lette og sterke materialer som reduserer vekt på transportmidler, lastbærere og terminalutstyr, og som dermed bidrar til redusert energiforbruk og miljøutslipp, og nye løsninger/design som øker utnyttelsen av tilgjengelig kapasitet i transportmidler og terminaler, og dermed bidrar til økt effektivitet, redusert transportbehov, og dermed positive miljøeffekter og økt sikkerhet

Dette er teknologiutvikling som bidrar til at selve *den fysiske framføringen og håndteringen* av godset kan skje på en mindre ressurskrevende og mer miljøvennlig måte.

Det teknologiområdet som har vært i klart størst utvikling de seneste tiårene, og som får økende betydning og potensiale også innenfor transportsystem for gods, er IKT - informasjons- og kommunikasjonsteknologi. Utviklingen innen dette området har frambrakt både *nytt fysisk utstyr og nye muligheter/systemer* for innsamling, bearbeiding og formidling av data og informasjon som benyttes i de ulike delene av godstransportsystemet. Utvikling av *førerstøtte-systemer* og *autonome* (førerløse) transportmidler og terminalutstyr, er også en del av dette teknologiområdet. Utviklingen innenfor IKT bidrar positivt innenfor alle de tre hovedmål-områdene for analysen, og vil også kunne være en svært avgjørende faktor når det gjelder tilrettelegging for økt overføring av godstransporter til bane og sjø.

### Informasjonsflyt i godstransportsystemet

Effektiv og sømløs informasjonsflyt mellom aktørene er trolig en nøkkelfaktor til suksess når det gjelder mer konkurransedyktige intermodale godstransporter. Med utgangspunkt i dagens situasjon, er det fortsatt et stort uutnyttet potensiale når det gjelder utveksling av oppdatert og relevant informasjon som kan gi grunnlag for bedre planlegging, hendelsehåndtering, styring og prioritering, sporing og mer forutsigbarhet i alle deler av transportsystemet.

Statens vegvesen bruker IKT-systemer til å samle inn, bearbeide og formidle informasjon om status for vegnettet, trafikkstrømmene og - i noen tilfeller - de enkelte transportmidlene som benytter vegene. Informasjonen brukes både til å styre og overvåke trafikken i "sanntid", og som kilde til økt innsikt i utvikling og variasjonsmønstre i trafikken, noe som igjen benyttes som grunnlag for å vurdere behov for planlegging av tiltak på både kort og lang sikt. Informasjonen som samles inn omfatter som regel både godstrafikk og øvrige trafikantgrupper. I innsamling og bearbeiding av dataene gjøres det i noen grad skille mellom godskjøretøy og øvrig trafikk. Ved videreformidling av informasjon til trafikantene, gjøres det vanligvis ikke noe skille eller tilpassing av informasjonsinnholdet til godstrafikken. De øvrige transportetatene (jernbaneverket og kystverket) og Avinor har tilsvarende IKT-systemer for innsamling, bearbeiding og videreformidling av informasjon, tilpasset sitt ansvarsområde. Sammenlignet med de øvrige etatene er vegetaten i en særstilling, hva angår omfang og kompleksitet på transportnettverket de har ansvar for, antall transportmidler/trafikanter som benytter dette nettverket, og det faktum at det store flertallet av disse trafikantene er "ikke-profesjonelle". Transportetatene og Avinor samler i varierende grad inn informasjon om selve godset som fraktes.

Også i terminalene benyttes IKT-systemer for å styre og overvåke utstyr og aktiviteter. Dette gjelder både tekniske installasjoner, godsstrømmer, lager og kjøretøyer og personell på terminalen. Noe av terminalutstyret har en fører, men kan i noen tilfeller også være førerløse og styrt av egne IKT-systemer. IKT-systemene benyttes for å gi en mest mulig tids- og kostnadseffektiv og sikker drift av terminalene. I havner og jernbaneterminaler er båtanløp og togankomster i stor grad rutefestede, og det kommuniseres ankomsttidspunkt på forhånd. Godsbiler ankommer terminalene langt mer "tilfeldig" når det gjelder tidspunkt og rekkefølge, og i stor grad uten at terminaloperatøren vet hvilken bil som kommer til hvilket tidspunkt.

Transportmidlene/førerne har egne IKT-systemer som i varierende grad kan kommunisere med IKT-systemene i infrastrukturutstyret og terminalutstyret. Særlig på vegtransportsiden er det variasjon i utbredelse og bruk av IKT-løsninger. I noen grad skjer kommunikasjon med andre aktører via transportkoordinator hos det aktuelle transportselskapet.



Godset og lastbæreren har i noen grad eget IKT-utstyr, (vanligvis RFID-brikker) som kan kommunisere med IKT-utstyret i f.eks. transportmiddelet eller i terminalen. Dette benyttes blant annet i sporing av hvor godset befinner seg i transportsystemet. I fremtidige systemer vil godset trolig ha mer avanserte IKT-systemer som kan kommunisere med alle relevante IKT-systemer (Internet of Things).

## Utfordringer for mer effektiv informasjonsflyt

### *Forretningsmodeller*

Teknologien og dens modenhet ansees ikke å være noen vesentlig utfordring mht. å oppnå målene om effektiv, sikker og miljøvennlig godstransport. Det finnes sensorer, måleutstyr og IKT-systemer for det aller meste som en ser for seg mht. innsamling av data og styring av transportmidler og gods. I Norge er i tillegg kommunikasjonsinfrastrukturen godt utbygd. En utfordring som ikke er knyttet til teknologiens modenhet i seg selv, er at det kan være *vanskelig å finne forretningsmodeller* for all den teknologien en gjerne skulle sett hadde vært implementert. Et veldig nært eksempel er avanserte IKT-systemer for gods. Det er gjort en del implementeringer av enkle IKT-systemer, f.eks. enkle RFID-brikker på godset. De mer avanserte og kostbare systemene for gods har det imidlertid vært vanskelig å finne et marked for. Mange er enige om at det intelligente godset hadde kunnet bidra til en mer effektiv, sikker og miljøvennlig godstransport, men foreløpig har veldig få eksperimentert med dette for å finne gode forretningsmodeller.

### *Organisatoriske forhold*

Samordning av IKT-systemer krever både kontraktmessig, funksjonell og teknisk interoperabilitet, dvs. mulighet for at to eller flere systemer kan kommunisere og yte gjensidige tjenester. Den kontraktmessige interoperabiliteten krever et *avtaleverk* med klare og utvetydige beskrivelser av ansvarsområder, rettigheter og plikter for de involverte aktørene. Dette avtaleverket kan også gjerne inneholde retningslinjer for den funksjonelle og tekniske interoperabiliteten. Til sammenligning kan det nevnes den samordningen som er etablert i norske bompengesystemer. Det foreligger en kontraktmessig interoperabilitet gjennom det avtaleverket som Samferdselsdepartement og Statens vegvesen har etablert for rollene vegholder, bompengeselskap og driftsoperatører. Dette rammeverket referer til AutoPASS-spesifikasjonene som sikrer funksjonell og teknisk interoperabilitet for alle IKT-systemer involvert, - fra AutoPASS-brikken til sentralsystemet for alle bompengesystemer i Norge og samarbeidende bompengaktører i andre land. Det finnes til og med et EU-direktiv og en EU-beslutning som sier en del om hvordan europeiske bompengesystemer skal samordnes, og som legger mange føringer for hvordan samordningen skal skje. Bildet for godstransporten i Norge er imidlertid mye mer komplisert enn bompengerekkering. Dette skyldes en langt større kompleksitet pga. mange *flere grensesnitt* mellom ulike IKT-systemer og mange *flere roller og ulike aktører*. Dette byr på en utfordring mht. at IKT sub-systemer skal bidra til en effektiv, sikker og miljøvennlig godstransport. Det har i mange tilfeller vist seg vanskeligere å oppnå den kontraktmessige interoperabiliteten enn den funksjonelle og tekniske, fordi det kan være lettere å bli enig om tekniske løsninger og spesifikasjoner enn om fordeling av kostnader, inntekter og risiko.

### *Manglende standardisering*

Selv om det finnes mange IKT-standarder som kan anvendes i godstransporten, er det fortsatt mange huller å tette for å sikre funksjonell og teknisk samordning. Organisasjoner som GS1, CEN og ISO arbeider med standarder innenfor dette området, men med så *mange ulike typer IKT-systemer* i ulike sektorer, vil det ta tid før alle grensesnitt er standardiserte slik at en kan legge et grunnlag for funksjonell og teknisk interoperabilitet. Det er *ulike standardiseringsorganer* for transportformene veg, bane, sjø og luft og bare dette *skaper problemer mht. samordning av informasjonsstrømmer* mellom de ulike transportformene. GS1 ser på informasjonsstrømmene innenfor verdikjeden for vareflyt, og det er lite samordning med det som skjer av standardisering innenfor transportsektoren. Overføring av godsdata fra en vareprodusent til operatøren av et transportsystem er et eksempel på hvordan to ulike verdener skal møtes og bli enig om standardiserte kommunikasjonsprosedyrer og dataelementer. Det er også en mangel på standardisering av hvordan vegetaten kommuniserer dynamiske data om f.eks. vegtrafikken. Her kommer det nye muligheter gjennom Datex II, men bransjen og dens underleverandører av IT-systemer må presenteres for de nye dataene. Med andre ord, standarder kan finnes, men det kan hende at aktørene i bransjen ikke vet om dem. Her har offentlige etater et behov for å skape arenaer der transportører og de som utvikler standarder kan utveksle informasjon.

## Muligheter og potensiale for mer effektiv informasjonsflyt

Det ligger store muligheter og potensiale innenfor utvikling av IKT i transportsystemer mht. en mer effektiv, sikker og miljøvennlig transport av gods. Disse nye mulighetene vil primært være knyttet til følgende forhold:

- *Automatisert innsamling og behandling av data* om godset og transportmiddelet fra ulike IKT-systemer involvert i fremføring av transportmiddel og gods
- Bedre kvalitet og omfang på data gir *mer pålitelige data* om godstransporten
- Forventet kommersialisering av eksperimentelle komponenter og programvare i IKT-systemer for gods og transportmiddel vil *øke tilgangen på informasjon* om godset og transportmidlet
- Informasjon om og lettere tilgang på gode og pålitelige data som åpner muligheten for *nye ITS-applikasjoner* som kan gjøre godstransporten mer effektiv, sikker og miljøvennlig
- Nye rammeverk for avtaler mellom de ulike eierne og operatørene av IKT-systemene
- *Nye standarder* som dekker behovene i et samordnet IKT-system hvor alle grensesnitt mellom IKT-systemer er dekket av internasjonale standarder, industristandarder eller "best practice"-standarder.

Rett informasjon til rett aktør til rett tid vil gi gevinster for alle involverte i transportsystemet for gods. Det vil gi økt mulighet til å detaljplanlegge og optimalisere den ordinære driften, og bedre mulighet til å varsle og håndtere eventuelle avvik fra planene. Resultatet vil være økt effektivitet og kapasitetsutnyttelse for alle involverte. En mer effektiv flyt av informasjon mellom aktørene i den intermodale transportkjeden vil bidra til å styrke konkurransevnen for de intermodale transportalternativene.

## Autonome transportløsninger

Robotteknologi for ulike anvendelser har vært fokus for forskning det siste århundret. Særlig etter den andre verdenskrig gjøres det store framskritt innen automatisering og autonome systemer for romfart og luftfart. Fram mot 1990-tallet ser vi også stadig mer anvendelse av robotteknologi innen industriproduksjon. Roboter er anvendt i industrien for å effektivisere produksjon og kutte kostnader. På 1990-tallet øker også bruk av førerløse systemer for tog og metro. Dette gjelder primært lukkede systemer i tilknytning til flyplasser, severdigheter og lignende. Det siste tiåret har utviklingen og bruken av førerløse fly (droner) tatt av innen militære anvendelser og etterhvert innen sivil overvåkning og sivile formål. Vi ser også en utvikling innen skipsfart mot mer autonome system, fra bare en operatør på brua til helt førerløse skip og ubåter. Innen jordbruk er bruken av hel- eller halvautomatiske systemer kommet langt. System der en rekke traktorer eller skurtreskere følger en bemannet enhet i en vifteform med stor presisjon og minimal overlapp, fungerer, men er ikke tillatt benyttet.

Utvikling innen informasjonsteknologi og automatisering har gjort store framskritt. Samtidig ser vi at menneskelig kontroll har vært rådende designprinsipp. Det er først i de senere tiår at helt førerløse applikasjoner har sett dagens lys innen et begrenset antall domener. Men selv innenfor helt autonome/førerløse systemer, er mennesket med i styringssløyfen. Fjernstyring og styring av alt fra droner, tog, kjøretøy osv. krever at en operatør planlegger bruken, initierer oppstart og overvåker prosessen. Selv i førerløse kjøretøy for persontransport må føreren velge destinasjon, med mindre "cybertaxien" går i en fast rute. Av sikkerhetsgrunner vil det likevel være en operatør eller to som overvåker prosessen.

Innen transportområdet ser vi en utvikling fra systemer som er førersentrert, til halv- eller helautomatiske systemer som er kjøretøysentrerte eller nettverkssentrerte. Dette får konsekvenser for roller og fordeling av ansvar mellom fører/pilot, produsent og myndighetene. På sikt kan det tenkes vi ser en utvikling mot rene IKT-tilsyn på tvers av transportformer.

### Anvendelser innen landtransport

Grad av autonomi går fra helt selvstyrte biler (Google driverless car) til fjernstyrte gravemaskiner og dumpere (minerydding på Hjerkind) og avanserte autonome kjøretøy innen militær forsyningstjeneste som opererer i komplekse uforutsigbare miljø i vanskelige vær og føreforhold. Tungbilindustrien, som f.eks. SCANIA, har avanserte løsninger for autonome kjøretøy under utvikling og utprøving på offentlig veg. Teknologisk finnes sensorløsninger med tilstrekkelig nøyaktighet, men det er flere *juridiske utfordringer* omkring førerløse biler.

Autonome (selvstyrende) kjøretøyer til bruk i gruveindustrien, det militære, snørydding og til persontransport er under stadig utvikling. Det arbeides med å utvikle kostnadseffektive, robuste og fleksible løsninger. Teknologien knyttet til førerstøttesystemer finnes kommersielt som enkeltsystemer, men det er ennå ikke benyttet i sammenheng bortsett fra i forskningsprosjekter og i militære kjøretøy.

Helt førerløse kjøretøy (Google car) hadde i 2012 kjørt 300 000 miles (480 000 km) på offentlig vei uten ulykker. Denne dokumentasjonen har ført til at førerløse kjøretøy siden 2013 er tillatt på offentlig veg i Nevada og i California.

#### *Anvendelser i lager/terminaler*

Autonome roboter til frakt av varer er forbi forsknings-/prototypstadiet og finnes i dag som kommersielle produkter for bruk i driftssituasjoner. Dette er innendørs applikasjoner. Det finnes også erfaringer fra automatisk vareforsyning/ containerhåndtering utendørs i drift, bla. i havner i Rotterdam.

### **Utfordringer for autonome transportløsninger**

#### *Lovmessige barrierer*

Innen vegtransport har en av de største barrierer for utvikling av førerløs transport vært vegtrafikklovgivningen. Her står vi ovenfor en dramatisk og systematisk endring i måten å tenke sikkerhet på (paradigmeskifte). Nevada godkjente nylig en lov som tillater selvstyrte biler på veger fra 1. mars 2012. Loven krever at autonome biler må gjennomgå et omfattende program for testing og lisensiering. Alle autonome biler må ha røde nummerskilt slik at de raskt kan identifiseres av andre. Det første nummerskiltet ble gitt til Googles autonome Toyota Prius prototype.

California har også nylig vedtatt en lov om selvstyrte biler (bare 6 uker etter Nevada). Californias lover går ikke fullt så langt som i Nevada. Det er lovpålagt at bilene må ha en trent sjåfør i forsetet. Som følge av denne loven gis det fritak fra lov om bruk av mobiltelefon, teksting m.m. under kjøring. Dette innebærer at føreren i autonome kjøretøy kan holde på med aktiviteter som av sikkerhetsgrunner er forbudt i kjøretøy med manuell kontroll. Det er rimelig å anta at det er politiske og økonomiske motiver bak lovendringene som tillater selvstyrte biler, samt at teknologien er verifisert pålitelig og trafikksikker gjennom omfattende og langvarig testing i regi av Google.

Eventuelle lovmessige forhold som kan være til hinder for innføring av autonom godstransport i Norge må utredes og avklares. Ferdsløse i vegtrafikk er strengt regulert og overvåket, med høye krav til sikkerhet. Det bør likevel kunne ligge vel til rette for transportløsninger med autonome kjøretøy. Den svenske transportstyrelsen har i sin analyse ikke funnet grunnlag i gjeldende lover og retningslinjer som hindrer slike transportløsninger, - så lenge det er en fører som overvåker og kan gripe inn til enhver tid. Denne analysen og resultatet har så langt åpnet for prøveprosjekt med 100 autonome kjøretøy for persontransport i Gøteborg (Drive-Me prosjektet), og et EU-prosjekt med autonome kjøretøy for godstransport i kolonne.

#### *Pålitelighet*

Et sentralt spørsmål i veikart mot autonom godstransport på norske veger, er teknologiens modenhet: Hvor langt teknologien er kommet i retning av autonome kjøretøy, og hvor pålitelig denne teknologien er med hensyn til teknisk svikt og funksjon under ulike værforhold. Teknologien som inngår i autonome kjøretøy aktuelle for autonom godstransport, er i stor grad utviklet av bilindustrien og underleverandører til denne. Noen av underleverandørene betjener også det militære markedet for autonome kjøretøy. Både produksjonsfeil i hardware og feil i software kan føre til teknisk svikt, men det skjer uhyre sjelden. Det ser vi blant annet basert på rapporter Statens vegvesen sine ulykkesanalysegrupper (UAG) og studier SINTEF har utført blant norske bilførere med avansert førerstøtte som automatisk avstandsholder og antiskrens-system. Det er i bilindustrien veldig strenge kontrollrutiner for kvalitetssikring i produksjonslinje og utvikling. Bilindustrien er helt klart svært bevisst på hva svikt kan bety for salg, renommé og ansvar. Ny teknologi gjennomgår svært omfattende testing før den kommer på markedet.

Generelt er teknikken på dette området lang mer pålitelig enn mennesket. Forskning viser at bilførere i snitt gjør en feil hver 3. km, men at det ikke nødvendigvis fører til ulykker. Det kan være feil som er ufarlige i akkurat de trafikkomgivelsene og omstendighetene på det aktuelle tidspunktet feilen gjøres, eller andre trafikanter kan redde feilhandleren fra ulykke ved å vike unna, stoppe osv. Trøtthet, rusproblematikk og distraksjon er heller ikke et problem med roboter.

Scania ser et marked for autonome kjøretøyer til bruk på havner, i forsvaret, på flyplasser og innenfor autonom godstransport på veg, og har i dag ansatte som jobber med videreutvikling av teknologien knyttet til autonome kjøretøy. De ser blant annet på mulighetene for å få kjøretøyene til å ta valg mennesker i dag gjør basert på erfaringer, f.eks.:

- Vurdering av fare for glatt veg ved visse temperaturer, og dermed behov for å legge om kjørestilen
- Visuell kontroll som kan avsløre om en stein er liten nok til å kjøres over eller om det er grunn til å foreta stans og eller unnamanøver
- Gjenkjennelse av mennesker (eldre, barn, eller voksne) og derav forventninger om bevegelsesmønster fra det detekterte objektet

#### *Sårbarhet*

Ethvert system som har et element av trådløs styring kan hackes og utsettes for sabotasje. For å redusere sårbarhet er det viktig at sikkerhetsbarrierer er lagt inn i kjøretøy og drift av disse, og at vern mot hacking inkluderes i kravspesifikasjon til leverandør av kjøretøy/system for autonom godstransport

### **Muligheter og potensiale for autonome transportløsninger**

Økonomisk gevinst er felles motivasjon for alle disse anvendelser av roboter og autonome kjøretøy og farkoster. De kostnadsbesparende elementene som nevnes, er lavere bemanning, lavere drivstoff-forbruk og mindre kostnader tilknyttet skader pga. lavere ulykkesfrekvens. Platooning gir korte avstander til forankjørende, lavere luftmotstand og dermed redusert drivstoff-forbruk og lavere utslipp. Dette vil gi gevinster både mht. effektivitet og miljø - og vil kunne styrke vegtransportens konkurransevne. Bruk av autonome løsninger i terminaler vil likeledes kunne bidra til økt effektivitet, lavere kostnader og mindre miljøutslipp i terminalledet, noe som kan styrke de intermodale transportalternativenes konkurransevne.

### **Energibærere og motorteknologi**

Det skjer en stadig utvikling innen energi- og drivstoffområdet. Tradisjonelt har diesel vært benyttet for svært mye av det motoriserte utstyret som benyttes innen transportsystemet for gods. Det foregår imidlertid mye aktivitet knyttet til nye energikilder og ulike multi-fuel-løsninger for bruk innen godstransporten.

#### *Elektrifisering*

Det er økt elektrifisering knyttet til flere deler av transportsystemet for gods. El-drift/batteri benyttes alene eller i kombinasjon med diesel i terminalutstyr (f.eks. til både faste og mobile kraner), og strømforsyning (landstrøm) til skip ved kai gir reduserte CO<sub>2</sub>-utslipp og lavere miljøbelastning i havneområdene. El-drift benyttes også for godstog og skip (kombinert med diesel), og ny batteriteknologi for bruk i nærskipstestet ut med støtte fra Transnova. Beregninger utført ved DVN viser at batteridrift på skip kan spare miljøet for ti ganger så mye CO<sub>2</sub> som tilsvarende batterier i bil. På grunn av rekkevidde-problematikk, vil el-drift av tunge kjøretøy forutsette hybrid-drift, og evt. også el-forsyning underveis – "elektriske veger". Dette er på forsøksstadiet, bl.a. med testing i Sverige og Tyskland: I Sverige skal én km av vegen mellom Arlanda og logistikksentret i Rosersberg elektrifiseres. Det legges ned en el-skinne i vegbanen som driver og lader kjøretøyene i fart. Strekningen skal etter planen tas i bruk høsten 2015, og vil trafikkeres av lastebiler som går i skyttel mellom flyplassen og logistikksentret. Andre løsninger som prøves ut i Tyskland inkluderer bruk av kjøreledning for el-drift av tunge kjøretøy, kombinert med diesel for strekninger uten kjøreledning. Det er også kommet på markedet varianter av temperaturkontrollerte containere som benytter strøm: både hel-elektriske kjølecontainere og containere der elektrisk drevet kjøling kan kombineres med dieseldrift med egen tank. Ettersom tog bruker annen spenning og fase på strøm, er det få togoperatører som tilbyr strøm til containere. Helelektriske containere har derfor vært lite benyttet i togtransport. Kjølecontainere med egen dieseltank i tillegg til el-drift, gir økt fleksibilitet i valg av transportmåte, og dermed økt mulighet for overføring av gods til bane.

#### *Batteriteknologi*

Batteri inngår i de elektrifiserte løsningene, og det skjer også en utvikling mht. selve batteriteknologien. Utviklingen har gått fra bly-syrebatterier til lithium-ion batterier, og det forskes på neste generasjon batterier, såkalte solid state-batterier. Disse batteriene vil, om de kommer på markedet, kunne gi ytterligere økning i kapasitet og antall

ladesykluser per batteri, og redusert vekt. Det er snakk om at denne batteritypen vil kunne innføres rundt år 2020, men samtidig er det uttrykt tvil om hvorvidt det er mulig å masseprodusere denne batteritypen. Utviklingen i batteriteknologi er i stor grad knyttet til elbil-industrien, men vil på sikt komme hele transportområdet til gode.

#### *Gass*

CO<sub>2</sub> er hovedbestanddelen i drivhusgassene (GHG) fra forbrenningsmotorer, men for naturgassmotorer må også metanutslippene inkluderes når det snakkes om totale reduksjoner av GHG ved de ulike motorkonseptene. GHG-effekten av metan er 21-25 ganger høyere enn for CO<sub>2</sub>-ekvivalente utslipp, og det medfører at små utslipp av metan bidrar til å redusere den positive GHG-effekten med 5-10 %-poeng sammenlignet med de CO<sub>2</sub>-ekvivalente utslippene for LBSI (Lean burn spark ignited) og DF (Dual-Fuel) motorkonsepter. For GD (Gass-diesel) konseptet er metanutslippene tilnærmet lik null, så her oppnås den største GHG-gevinsten.

Gassdrevne ferger har vært i drift i norske fergesamband siden år 2000, og i de senere år er metanproblematikken håndtert gjennom krav til klimautslipp. Diesel/gass-løsninger er utviklet til bruk bl.a. for gods fartøy, og landets første fraktestartøy drevet med naturgass (LNG), ble tatt i bruk i 2012. Diesel/gass-kombinasjoner er også tatt i bruk for veitransport, og det forskes på muligheten for også å benytte gass i togdrift. Gassdrevne godstog vil kunne gi miljøgevinster der alternativet er dieseldrevne godstog.

#### *Andre energikilder*

Vindkraft kan igjen bli en aktuell energikilde til sjøs, med nye varianter av seilføring. Det finnes spesialskip som drives med rotorseil, og et nederlandsk firma har designet et firemastet flerbruksskip (Ecoliner) på 8 000 dødvectonn for frakt av bulk, stykk gods eller containerlast på transatlantiske ruter. Skipet drives av vind og motorkraft, og mastene kan brukes som kraner ved lasting og lossing.

Det er kommet på markedet temperaturkontrollerte containere som benytter kryogen (komprimert CO<sub>2</sub>) i kjøleaggregatene. Kryogen-systemer skal ha flere fordeler sammenlignet med tradisjonelle dieseldrevne kjølesystemer, både mht. støy, pålitelighet og vedlikeholdskostnader, samtidig som raskere temperaturfall i lasten gir bedre produkt-kvalitet og -holdbarhet. Hvis CO<sub>2</sub> som benyttes i systemet gjenvinnes fra industrielle prosesser, gir slike systemer potensielt null utslipp av drivhusgasser. Prisen på CO<sub>2</sub> og den nødvendige infrastrukturen er forventet å avta med vekst i antall kjøretøy som benytter kryogen-systemer. Usikkerhet i prisene på diesel og CO<sub>2</sub> gjør at beslutninger om investering i kryogen-systemer på kort sikt trolig primært vil begrunnes med miljøhensyn heller enn økonomiske forhold. ASKO har tatt i bruk kryogen kjøleaggregater med CO<sub>2</sub> i sin kjøretøypark.

### **Utfordringer, muligheter og potensiale for nye energibærere og motorteknologi**

Utviklingen innen motor- og drivstoffteknologi er i stor grad drevet av miljøhensyn, og miljøgevinstene ved økt utbredelse av nye løsninger vil kunne være betydelig. Myndighetene kan til en viss grad påvirke om, og hvor raskt, ny teknologi tas i bruk, gjennom krav og bestemmelser knyttet til transportmidler som skal utføre transporter i Norge. En av de største utfordringene knyttet til opptak av nye energibærere og motorteknologi, ligger i etablering av en infrastruktur for distribusjon og salg av nye drivstofftyper. Her kan myndighetene spille en viktig rolle som tilrettelegger. Likeledes kan eventuell usikkerhet med hensyn til utvikling i avgiftsstruktur knyttet til nye drivstofftyper forhindre eller forsinke innføring av ny teknologi. Forutsigelighet og langsiktighet i avgiftsregimene kan øke aktørens villighet til å satse på og investere i nye løsninger.

På sikt vil utviklingen innen motor- og drivstoffteknologi kunne redusere miljøutfordringene både på veg, sjø og bane. Utviklingen vil imidlertid ikke nødvendigvis skje med samme hastighet for de ulike transportformene. Samtidig utgjør miljøaspektene bare én av flere komponenter i vurderingene aktørene gjør ved valg av transportform. Om, og evt. hvordan, utviklingen innen motor- og drivstoffteknologi kan tenkes å påvirke etterspørselen etter intermodale transporter, vil bl.a. avhenge av evt. krav, avgifter og tilrettelegging som settes i verk fra det offentliges side.

### **Annen teknologi**

I tillegg til utviklingen innen energi- og motorteknologi, skjer det en stadig utvikling innen materialteknologi, funksjonalitet og metoder for datafangst og -analyse som muliggjør styring og overvåking av transportene. Dette er teknologiutvikling som bidrar til at selve den fysiske framføringen og håndteringen av godset kan skje på en mindre

ressurskrevende og mer miljøvennlig måte. Denne utviklingen drives i stor grad av markedets søken etter mer effektive og kostnadsbesparende løsninger, men motiveres også til en viss grad av krav og incentiver fra det offentlige.

#### *Overvåking og rensing av utslipp*

Fra 2015 trer det i kraft nye krav mht. svovelutslipp fra fartøy. Det er utviklet rensesystem som skal kunne installeres på alle typer fartøy, og som skal føre til at utslipp av svovel tilfredsstiller de nye kravene. NILU har utviklet "svovelkameraet" PortsEYE, som kan benyttes til overvåking av svovelutslipp inntil 5 km unna. Kameraet kan plasseres ved innløpet til havner, eller om bord på selve skipene. Systemet skal kunne gjøre det mulig å følge verdens skip fra havn til havn, og da spesielt de skipene som forurenser mest. Det vil igjen kunne gjøre det enklere for nasjonale og internasjonale myndigheter å gripe inn overfor fartøyer og rederier som ikke følger internasjonale regler. Vitenskapelig prototype på kameraet foreligger, mens kommersiell prototype ikke er ferdigstilt.

#### *Funksjonalitet og materialbruk*

Det skjer en utvikling mht. funksjonalitet og materialbruk innen flere områder av godstransportsektoren. *Containere* kommer i lettere materialer som skal gi kostnadsbesparelser i form av redusert drivstofforbruk på grunn av lavere vekt og bedre aerodynamiske egenskaper, og ved bruk i transportert med begrensninger på maksvekt: potensiale for høyere nyttelast. Det finnes sammenleggbare varianter som kan brettes sammen og stables hvis den ikke har returlast. Dermed spares mye av plassen returcontainere ellers bruker. Informasjonssystemer som gir oversikt over tomme containere, og som har til hensikt å oppnå reduksjon i kostnader og miljøeffekter ved å redusere transport av tomme containere, vil trolig primært kunne fungere for "anonyme" containere. Transportører som benytter egne containere med logo og profilering av eget selskap, vil ikke nødvendigvis gå inn på slike løsninger der de kan ende opp med at andre transporterer deres containere, og at de selv transporterer containere med profilering av evt. konkurrenter. Hvor store effekter slike løsninger vil kunne få, avhenger av aktørene i transportmarkedet.

Det utvikles nye løsninger som *effektiviserer operasjoner knyttet til terminaler*, og som dermed kan bidra til å gjøre intermodale transportløsninger mer konkurransedyktige. Det finnes ulike løsninger som krever ikke eksterne kraner ved *flytting av containere av og på tog*, og mellom tog og bil, noe som gir økt fleksibilitet mht. sted for omlasting utenfor tradisjonelle terminalområder. LKAB i Narvik tar i bruk et *automatisert fortøyningssystem* som er basert på bruk av vakuum-teknologi som overflødiggjør konvensjonell fortøyning med trosser. Systemet benyttes i forbindelse med både passasjerferger, container- og Ro-Ro skip over hele verden, og skal gi gevinster mht. bl.a. tidsbruk og effektivitet, kapasitetsutnyttelse, bemanningsbehov og drivstofforbruk for både fartøy og terminal. Det oppgis potensielle tidsbesparelser på 20 til 90 minutter for fortøyning av skip - med det nye systemet skal dette normalt ta et halvt minutt.

#### *Teknologi som påvirker godset som skal transporteres*

Teknologi og metoder som endrer selve godset som skal transporteres, vil også påvirke godstransporten. *Superkjøling* av ferske matvarer vil redusere eller helt fjerne behov for å pakke produktene i is, som f.eks. ved tradisjonelle transportert av fisk, kan utgjøre 30 % av lasten. Superkjøling av produktene vil føre til mindre drivstofforbruk og dermed mindre CO<sub>2</sub>-utslipp per tonn transportert produkt. Dersom denne teknologien tas i bruk i hele ferskisk-markedet, vil dette kunne gi store gevinster mht. kapasitetsutnyttelse, energibehov og miljøeffekter knyttet til transportene. *3D-printing* kan komme til å revolusjonere store deler av produksjonsindustrien. Muligheten til å printe ut produktene lokalt, vil også påvirke transportmønsteret. Deler av transportbehovet vil dreies fra transport av ferdige produkter, til transport av råmaterialer for 3D-printing. Dette vil kunne påvirke både det geografiske transportmønsteret, og hvilken transportform som vil være mest hensiktsmessig. Det kan bl.a. kunne gi en økning i etterspørsel etter bulk-transport.

### **Organisering og samarbeidsformer**

På teknologisiden skjer det en rivende utvikling, blant annet innen bruk av alternative energikilder, nye materialer, smarte og/eller autonome enheter og systemer, økt tilgang til og utvikling av nye tjenester basert på stordata, kommunikasjon mellom transportmidler, mellom transportmidler og gods, mellom transportmidler og transportsystem/-operatør, osv. Samtidig kan det være en lang vei å gå fra en teknologisk løsning er ferdig utviklet, til den faktisk blir tatt i bruk og kan bidra til å nå de transportpolitiske målene. Det er gjerne slik at jo flere ulike aktører

som berøres av de aktuelle teknologiske løsningene/systemene, jo mer krevende vil denne prosessen være, og jo flere utfordringer må finne sin løsning. En rekke rammebetingelser må være på plass for at potensielle gevinster knyttet til de ulike teknologiske løsningene skal kunne høstes fullt ut.

SINTEF har bred erfaring med gjennomføring av prosjekter som inkluderer utprøving /demonstrasjon av ny teknologi, bl.a. innenfor ITS-området. Fra slike prosjekter har vi erfart at både lovverk/regler, proprietære datasystemer og utforming av eksisterende fysisk infrastruktur kan utgjøre barrierer mot å kunne ta i bruk eller fullt utnytte de mulighetene som kan ligge i nye teknologiske løsninger som kan bidra til mer effektive, sikre og miljøvennlige godstransporter.

#### *Samarbeid - utfordringer og spilleregler*

Samarbeid mellom autonome selskaper om løsning av felles oppgaver er utfordrende i praksis, noe som bl.a. skyldes at aktørene har hver sine mål og prioriteringer, de anvender ulike teknologiløsninger, og at det ikke eksisterer en entydig modell for deling av gevinst og risiko. Det er f.eks. et klassisk dilemma at terminalfunksjoner kun utgjør en del av de involverte parternes aktiviteter, samtidig som konkurransekraften til alle i logistikknettverket er direkte avhengig av samspillet på terminalen. Villighet til informasjonsdeling og integrering har vist seg å være en hovedutfordring som krever nye samarbeidsmodeller og en felles samarbeidsstrategi for hvordan man best skal betjene kunder og marked.

Det vil ofte være behov for å definere spilleregler for samarbeid, dataflyt og informasjonsutveksling, rettferdig fordeling av nytte og evt. ulemper, etc. Et vellykket utfall av slike prosesser avhenger bl.a. av at det etterstrebtes å få til å etablere en "vinn-vinn"-situasjon, der alle de ulike aktørene/berørte ser en gevinst ved å delta, og et gjensidig tillitsforhold mellom aktørene.

#### *Informasjonsflyt og datasikkerhet*

Når det gjelder teknologiske løsninger som forutsetter utveksling av informasjon om godstransportene, vil det være en utfordring å finnes fram til et opplegg for systematisering og utveksling av data som både ivaretar informasjonsbehovet hos de ulike deltakerne, deres behov for å kunne holde på forretningshemmeligheter, og som ikke kan medføre konkurransevridning mellom aktørene. Hvilke data som er nødvendig for at slike system skal kunne virke etter hensikten, og hvordan data kan anonymiseres for å unngå lekkasje av forretningshemmeligheter, er viktige avklaringer som må gjøres i en slik prosess.

#### *Motstand mot standardisering*

Godstransportmarkedet er i økende grad internasjonalt, og standardisering av bl.a. datagrensesnitt for informasjonssystemer på tvers av landegrenser vil være et ledd i prosessen fram mot mer effektive, sikre og miljøvennlige transportløsninger. Samtidig viser erfaringer fra internasjonale prosjekter at utvikling av interoperable ITS-tjenester kan hindres eller treneres av myndigheter/forvaltningsorganer i de enkelte land, bl.a. på grunn av frykt for at dette vil kreve at de interne prosessene, det interne arbeidspråket og de interne datasystemene i de ulike landene ville måtte endres for å tilpasses krav og spesifikasjoner som kreves for at systemene skal kunne virke på tvers av landene.

#### *Regelverket hindrer utviklingen*

Prosjekterfaringene har også vist at regelverket ofte er til hinder for å kunne gjennomføre forsøk i reelle trafikk-situasjoner - både fullskala og med enkeltkjøretøy - der en utforsker mulighetene ITS-systemer gir mht. nye måter å styre og prioritere godstransportene på. Den teknologiske utvikling gjør det i prinsippet mulig å styre og prioritere individuelle kjøretøy i transportsystemet. Regelverket (f.eks. vegtrafikkloven og tilhørende forskrifter) forholder seg imidlertid kun til generelle grupper av transportmidler/trafikanter. Dette gir lite rom for å utforske mulighetene teknologien byr på, og de potensielle gevinstene den kan gi mht. både sikkerhet, effektivitet og miljø. Dette er gevinster som ville kunne komme både transportnæringen, det offentlige og lokalmiljøet til gode. I flere prosjekter har det vist seg umulig å få tillatelse til å gjennomføre avgrensede forsøk med nye teknologiske løsninger. Endring av lovverket slik at det åpnes for gjennomføring av begrensede, forskningsbaserte forsøk vil være et viktig bidrag i arbeidet med å utvikle ITS-løsninger for sikre, effektive og miljøvennlige godstransporter.





# Summary

The Norwegian Ministry of Transport and Communications has assigned commissioned the transportation agencies and Avinor to conduct a broad social analysis of freight transport. This analysis shall be included in the transport agencies work with suggestions for the next National Transport Plan (NTP 2018 - 2027), which aims to promote road safety, environmentally friendly and economically efficient freight transport. There is a secondary goal to transfer freight from road to sea and rail, where it supports the main objective. The purpose of the analysis is to increase knowledge of logistics and freight transport in Norway and the measures and means to achieve the overall goal and objective.

The transport agencies have commissioned SINTEF to prepare a report concerning the development and use of technology related to these goals. The work has consisted of systematising and summarizing the SINTEF's knowledge and experiences with technology that is or may be used in freight transport. This includes experiences in relevant projects within ITS and freight transport focusing on the development, use and application of ICT, vehicle technology and cargo handling technology. The report includes both the technological possibilities as well as the ability of stakeholders and society to incorporate these possibilities in their planning and organisation of organise activities and operations.

## The freight transport system

The freight transport system includes several modes of transport, such as road, rail and sea, with the possibility for changing modes at terminals. *The transport system is thus multimodal.*

*Intermodal transport* is defined as transport of goods by one and the same load carrier, which uses several modes of transport without handling of the product at modal changes. Medium range intermodal transport (> 400 km) competes directly with road transport. The competitiveness of intermodal transport depends on the overall transport scheme for door to door services, as a combination of cost, time, reliability and flexibility.

## Technology in the freight transport system

Traditionally, technology in the freight transport system has consisted largely of "hardware" components used to define, manage and execute transports:

- Transport infrastructure, i.e. road and railway networks, aviation corridors and fairways, with various types of technical installations such as signs, light signals and lighting
- Terminals where the goods are unloaded and reloaded, changes mode of transport and possible stored and / or consolidated, with technical installations such as cranes, forklifts, conveyor belts, etc. for handling the goods in the terminal
- Vehicles, i.e., truck, trains, container ships etc., which transport goods from sender to receiver in the transport chain, or to/from/between terminals after en route modal changes
- Load carriers, for example pallets or containers

Within this "hardware" area, current technology is largely about:

- *engine technology, energy carriers and fuels* that can reduce the total energy consumption and in particular the use of fossil fuels, thereby reducing emissions from transport and terminal equipment
- *materials technology and functionality*, with light and strong materials that reduces the weight of vehicles, load carriers and terminal equipment which reduce energy consumption and emissions, and new solutions/designs which increases the utilisation of available capacity in vehicles and terminals, thereby contributing to increased efficiency, reduced transportation needs, and thus reduced environmental impact and improved safety

These technologies contribute to the carrying and handling of goods taking place in a less costly and more environmentally friendly way.

ICT (information and communications technologies) have seen the greatest developments with increasing importance and potential also in the transport of goods. Developments have produced both *new physical equipment* and *new*

*facilities/systems* for collecting, processing and disseminating data and information used in the different parts of the freight transport system. Development of driver support systems and autonomous (driverless) vehicles and terminal equipment, are also included in this technology area. Developments in ICT contribute positively in all three main areas for this report, and will play a crucial role in transferring freight transport to rail and sea.

### **Information flow in the freight transport system**

Efficient and seamless information between stakeholders is probably a key factor to success when it comes to competitive intermodal freight transport. Given the current situation, there is still a large untapped potential for exchanging updated and relevant information that allows better planning, even management, management and prioritisation, and more predictability in all parts of the transport system.

The Norwegian Public Roads Administration (Statens vegvesen) uses ICT systems to collect, process and disseminate information on the status of the road network, traffic flows and - in some cases – the individual vehicles in the road network. The information is used both to control and monitor the traffic in "real time", and as a source for increased insight into the developments and variations in traffic, which in turn are used for evaluating required measures, both the short and long term. The collected information includes both freight traffic and other road users. The collection and processing of data to some extent distinguish between goods vehicles and other traffic, but in relaying this information to road users there is no such distinction. The other transport agencies (Norwegian National Rail Administration and the Norwegian Coastal Administration) and Avinor have similar IT systems for collecting, processing and disseminating information, tailored to their area of responsibility. Compared with the other agencies, The Public Roads Administration is in a unique position with regards to the scope and complexity of the transport network they are responsible for, the number of vehicles/road users in the network, and the fact that the vast majority of road users are "non-professionals".

ICT is also used to control and monitor equipment and activities in terminals. This includes technical installations, goods flows, stock and vehicles and personnel at the terminal. Some of terminal equipment has an operator, but can in some cases also be unmanned and controlled by separate IT systems. ICT systems are used to give safe, time- and cost efficient operation of the terminals. In ports and railway terminals calls and train arrivals are largely based on fixed routes, and arrival time is communicated in advance. Freight carriers arrive at terminals at a far more "random" time and sequence, and largely without the terminal operator knowing when the individual vehicles will arrive.

In varying degree the vehicles and/or the drivers have their own ICT systems which communicate with ICT systems in infrastructure and terminal equipment. In road transport especially there is variation in the distribution and use of ICT solutions. To some extent, there is communication with other actors via transport coordinator at the appropriate transport company.

Further, the goods are to some extent equipped with ICT (usually RFID) which communicate with ICT equipment in vehicles or at the terminal. This is used for example in tracking the goods in the transport system. In future systems the goods is probably equipped with more advanced ICT systems which communicate with all relevant IT systems (Internet of Things).

### **Achieving more efficient information flow**

#### *Business Models*

Technology is not considered a significant challenge with respect to achieving efficient, safe and environmentally friendly freight transport. There are sensors, measuring equipment and ICT systems relevant for most data collections and management of transport and goods. It is, however, *challenging to identify business models* for implementing all relevant technologies. For instance, some efforts are made for implementing advanced ICT systems for goods, such as RFID tags. However, the market for the more advanced and costly systems for freight transport is limited. Many agree that intelligent goods can contribute to more efficient, safe and environmentally friendly freight transport, but so far very few have tried to establish viable business models.

### Organisational issues

Coordination of IT systems requires contractual, functional, and technical interoperability, i.e. the possibility of two or more systems interacting and providing reciprocal services. The contractual interoperability requires agreements with clear and unambiguous descriptions of responsibilities, rights and duties of involved parties. These agreements may also include guidelines for functional and technical interoperability. A relevant example is the existing coordination between Norwegian road toll systems, where the contractual interoperability is established for the specific roles of road owner, toll companies and operators.

This refers to the AutoPASS specifications which ensure functional and technical interoperability for all ICT systems involved - from the AutoPASS tag to the central system for all toll systems in Norway and toll operators in other countries. Additionally, the EU provides directives for how European toll systems should be coordinate.

However, due to the number of interfaces between different ICT system, roles and actors involved freight transport is far more complicated than toll collection. *This complicates the coordination of various* ICT sub-systems. *In many cases it has been* more difficult to achieve the contractual interoperability than the functional and technical, because it may be easier to agree on technical solutions and specifications than the distribution of costs, revenues and risks.

### Lack of standardisation

Although many ICT standards can be used in freight transport, there are still many gaps to be filled in order to ensure functional and technical coordination. Organizations such as GS1, CEN and ISO work with establishing standards in this area, but with a *variety of ICT systems* it will take time before all interfaces are standardised and facilitate functional and technical interoperability.

There are standardisation bodies for different transport modes, which in itself complicate standardizing flows between transport modes. GS1 considers information flows within the goods supply chain, and find little coordination with standardisation processes in the transport sector. Transfer of cargo data from the manufacturer to the transport operator is an example of how different worlds have to meet and agree on standard communication procedures and data elements. There is also a lack of standardization of how road authorities communicate the dynamic data on e.g. road traffic. Datex II provides new possibilities, but the industry and suppliers of IT systems must be informed about the new data. In other words, standards may exist, but the industry does not necessarily know about them. Here's a need for government agencies to create venues where the transport industry and those who develop standards can exchange information.

### Opportunities and potential for efficient information flows

There are great opportunities and potential in the development of ICT in transport with respect to more efficient, safe and environmentally friendly transport of goods. These opportunities primarily relate to:

- *Automated collection and processing of data* about the cargo and vehicle from different ICT systems involved in conveying carriers and goods
- Greater quality and scope of data provides more *reliable data* on freight transport
- Expected commercialisation of experimental components and software in ICT systems for cargo and carriers will increase *access to information* about cargo and carriers
- Easier access to reliable, high-quality data allows for *new ITS applications* that can make freight transport more efficient, safe and environmentally friendly
- New framework for agreements between owners and operators of IT systems
- *New standards* that meet the needs of an integrated ICT system in which all interfaces between ICT systems are covered by international standards, industry standards or 'best practice' standards.

Providing each actor with the appropriate information at the right time is beneficial for all actors in the freight transport system. It increases the opportunity for making detailed plans and optimising operations, as well as notifying and managing non-conformances. This results in increased efficiency and capacity utilization for all involved. More efficient flow of information between actors in the intermodal transport chain will strengthen the competitiveness of intermodal transport options.

## **Autonomous transport solutions**

Robotics has been the focus of research over the last century. Especially after the Second World War big strides are made towards automation and autonomous systems in aerospace and aviation. Until the 1990s the use of robotics in manufacturing has increased. Robots are used to streamline production and cut costs. In the 1990s, the use of unmanned systems for trains and metro increases. This applies primarily closed systems in relation to airports, sights etc. Over the last decade, the development and use of unmanned aircrafts (drones) in military applications, and later in civilian surveillance and civilian purposes, has escalated. There is also a trend towards more autonomous systems in shipping, from only one operator on the bridge to unmanned ships and submarines. Within agriculture, the use of fully or semi-automated systems have come a long way. Systems where a line of tractors or harvesters follow a manned unit in a fan shape with great precision and minimal overlapping are proved to function, but are yet to become legal.

Developments in information technology and automation have made great progress. However, human control has been the prevailing design principle and only in recent decades that have unmanned applications seen the light of day. But even within autonomous/unmanned systems, man is included in the control loop. Remote control and management of drones, trains, vehicles etc. requires an operator which plans, initiates and monitors the start-up process. Even in unmanned vehicles for passenger transport the operator must select the destination. For safety reasons there will still be an operator or two monitoring the process.

In transport system developments are now less driver centred, but more often semi- or fully automatic systems which are vehicle-centric or network-centric. This influences roles and division of responsibilities between the driver/pilot, manufacturer and government. In the future, there might be simple ICT supervision across transport modes.

### *Applications in land transport*

The degree of autonomy ranges from fully autonomous vehicles (Google driverless car) to remotely controlled excavators and dumpers (de-mining at Hjerkin) and advanced autonomous vehicles in military combat service operating in complex unpredictable environments with difficult weather conditions. Heavy vehicle manufacturers, such as SCANIA, are developing advanced solutions for autonomous vehicles and testing these on public roads. There are sensor solutions with sufficient accuracy, but there are several legal challenges surrounding driverless cars.

Autonomous vehicles for use in the mining industry, the military, snow clearance and passenger transport are under constant development, and efforts are made to develop cost-effective, robust and flexible solutions. The technology related to driver support systems are commercially available as individual systems, but not yet combined for any other purposes than research and in military operations.

Fully driverless vehicles (such as the Google car) had in 2012 driven 300,000 miles (480,000 km) on public roads without accidents. Documenting safety effects has been cardinal in allowing driverless vehicles to drive legally on public roads in Nevada and California the past few years.

### *Terminal/storage applications*

Autonomous robots which transport goods have surpassed the research/prototype stage and are today commercially available for operational use indoor. There are also experiences from automatic goods supply and outdoor container handling in the ports of Rotterdam.

## **Challenges for autonomous transport solutions**

### *Legal barriers*

One of the most prominent barriers against driverless road transport has been road traffic legislation. Autonomous transport represents a dramatic and systematic change in understandings of security (paradigm shift). The state of Nevada has approved a law which allows autonomous cars on roads from 1 March 2012. The law requires that autonomous vehicles undergo a comprehensive program for testing and licensing. All autonomous vehicles must have red number plates so that they can be quickly identified. The first number plate was given to Google's Autonomous Toyota Prius prototype.

Six weeks after Nevada, California also adopted a law on autonomous vehicles. The Californian law requires a trained driver in the front seat, and users are exempted from restrictions on use of mobile phone while driving. Consequently, the user can engage in activities which for safety reasons are prohibited in vehicles with manual control. One can assume that the legislative changes result from political and economic motives, as well as the technology being confirmed as safe and dependable through extensive testing by Google.

Any legal matters that may preclude the introduction of autonomous freight transport in Norway must be studied and clarified. It is an area of application with high security demands, and road traffic is strictly regulated and monitored. One could nevertheless expect transport solutions with autonomous vehicles to be feasible, as the Swedish Transport Agency's has not found existing laws and policies to prevent such transport solutions - as long as there is a driver that monitors and can intervene at any time. Their analysis has allowed for a pilot project with 100 autonomous passenger vehicles in Gothenburg (Drive-Me project), and an EU project with autonomous vehicles for bumper-to-bumper goods transport.

### *Reliability*

A key question in moving towards autonomous freight transport in Norway, is how far the technology progressed and how reliable is this technology under different weather conditions. The technology which is relevant to freight transport is largely developed by the automotive industry and its subcontractors. Some subcontractors also serve the military market for autonomous vehicles. Manufacturing defects in both hardware and software can cause technical failure. However, both the National Public Roads Administration's (NPRA) accident analysis groups (UAG) and research among Norwegian drivers with advanced driver assistance as ACC and ESP show that such defects are rare.

The automotive industry has very stringent inspection routines in the production line and development, and is conscious of what failure might imply for sales, reputation and responsibility. New technology is therefore extensively tested before being launched at the commercial market.

In general, the technology in this field is far more reliable than man. Research shows that drivers on average make a mistake every 3 km, without necessarily causing accidents. These errors may be harmless in the specific traffic environments or circumstances at the specific time the error is made, or other road users might prevent an accident by giving way, stopping, etc. Robots, however, are not prone to fatigue, substance abuse and distraction.

Scania considers there to be a market for autonomous vehicles at ports, in military defence, airports and in autonomous road freight transport, and develops technologies related to autonomous vehicles. They investigate the possibility of the vehicles making the choices the driver today makes based on his or her experiences, such as:

- Assessing the risk of slippery roads at certain temperatures, and, thus the need to alter your driving style.
- Visual inspection which may reveal if a stone is small enough to be run over or if there is reason to stop or make evasive manoeuvres.
- Recognition of people (elderly, children, or adults) and hence expectations about the movement pattern of the detected object.

### *Vulnerability*

Any system that has an element of wireless control can be hacked and tampered with. To reduce vulnerability it is important to install safety barriers placed in vehicles and that protection against hacking is included in the specifications to supplier of autonomous freight vehicles/systems.

## **Opportunities and potential for autonomous transport solutions**

Financial gain is a common motivation using robots and autonomous vehicles. Costs are reduced through less staff, lower fuel consumption and less costs associated with injuries and accidents. Platooning allows for short bumper-to-bumper driving and less air resistance, which in turn reduces fuel consumption and emissions. This produces benefits in terms of efficiency and environment preservation- and could strengthen the competitiveness of road transport. Autonomous solutions in terminals would further contribute to increased efficiency, lower costs and reduced environmental emissions at the terminal, thus strengthening competitiveness and attractiveness of intermodal transport.

## Energy carriers and engine technology

There is a continuous development within fuel and engine technology. Traditionally, diesel has been used for much of the motorized equipment used in freight transportation. There is, however, much activity related to new energy sources and a variety of multi-fuel solutions for use in the field of freight transport.

### *Electrification*

Electric power is used alone or in combination with diesel at terminals (e.g. fixed and mobile cranes), and (shore) power for ships at berth reduce CO<sub>2</sub> emissions and lower the environmental impact in the port areas. Electric power is also used by freight trains and ships (combined with diesel), and new batteries for short sea shipping is tested with support from Transnova. Calculations performed by DVN indicate that the use of battery power for ships can save the environment for ten times as much CO<sub>2</sub> as the equivalent of batteries in the car. Because of the range problem, the el-operation of heavy vehicles will require hybrid operation, and possibly also el-supply during operation - "electric roads". This is experimental, with testing going on e.g. in Sweden and Germany. In road transport, "electric roads" are tested in Sweden and Germany: In Sweden, a one km stretch of road between Arlanda and the logistics centre in Rosersberg is electrified, where vehicles are operated and recharged at speed by an electric rail roadway.

The route is planned opened in 2015 and will be operated by trucks in shuttle between the airport and the logistics centre. Other solutions tested in Germany include the use of a trolley wire for electric heavy vehicles, combined with diesel for other stretches. The market also offers temperature controlled containers using electric power: both full-electric reefer containers and containers in which the electrically-powered cooling can be combined with diesel operation with its own fuel supply. As the train uses different voltage and phase of the power, few train operators provide power for containers. Full-electric containers have therefore not been used much in rail transport. Reefer containers with their own diesel tank in addition to el-operation, provide increased flexibility in the choice of means of transport, thereby increasing the possibility of the transfer of freight to rail transport.

### *Battery technology*

Battery is part of the electrified solutions, and the battery technology is rapidly evolving. The development has gone from lead-acid batteries to lithium-ion batteries, and currently research is focussing on the next generation of batteries, so called solid state batteries. These batteries will, if they come on the market, be able to provide a further increase in capacity and number of charge cycles per battery, as well as reduced weight. Suggestions are that this type of battery may be ready to be introduced around the year 2020. At the same time, there is some doubt as to whether or not it is possible to mass produce this type of battery. Developments in battery technology are largely related to the electric car-industry, but will in the long run benefit the entire transport area.

### *Gas*

CO<sub>2</sub> is the main component in greenhouse gases (GHG) from internal combustion engines, but for natural gas engines methane must also be included when considering the total reductions of GHG by the various engine concepts. The GHG-effect of methane is 21-25 times higher than for carbon dioxide equivalent emissions. This means that small methane emissions reduces the positive GHG effect with 5-10 %-points compared with the CO<sub>2</sub> equivalent emissions for LBSI (Lean burn spark ignited) and DF (Dual-Fuel) engine concepts. For the GD (gas-diesel) concept, emissions of methane is close to zero, so this gives the largest GHG-effect.

Gas-powered ferries have been operating in the Norwegian ferry service since year 2000, and for the most recent years, the methane related issues have been handled through standards for GHG emissions for these vessels. Diesel/gas solutions are developed for use i.a. for freight vessels, and Norway's first cargo vessel powered with natural gas (LNG) started operating in 2012. Diesel/gas combinations are also used for road transport, and research investigates the possibility to for using gas in train operations as well. Gas powered freight trains may provide environmental benefits where the alternative is diesel-powered freight trains.

### *Other sources of energy*

Wind power may once again become a relevant energy source at sea, with new versions of sails. There are special ships operated by rotor sails, and a Dutch firm has designed a multi-mast ship (Ecoline) of 8000 deadweight tons for transportation of bulk, general cargo and container cargo on transatlantic routes. The vessel is powered by wind and engine power, and the masts can be used as cranes for loading and unloading. Temperature-controlled containers

using cryogen (compressed CO<sub>2</sub>) in the cooling aggregates are available. Cryogenic systems have several advantages compared to traditional diesel-powered cooling systems, in terms of noise, reliability, and maintenance costs. This technology also gives a faster temperature drop in the goods, resulting in a better product quality and durability. If the CO<sub>2</sub> used in the system is recovered from industrial processes, such systems potentially provide zero emissions of greenhouse gases. The price of CO<sub>2</sub> and the required infrastructure is expected to decline with growth in the number of vehicles using the cryogenic systems. Uncertainty in the prices of diesel and CO<sub>2</sub> is likely to make environmental considerations rather than economic conditions being the main motivation for decisions about investment in cryogenic systems in the short term. ASKO has started to use cryogenic cooling aggregates with CO<sub>2</sub> in its vehicle fleet.

### **Challenges, opportunities and potential for new energy carriers and engine technology**

Developments in engine and fuel technology are largely driven by environmental concerns, and the environmental benefits of new solutions may be significant. Among other things, the challenge lies in the establishment of an infrastructure for the distribution and sale of new fuels in general. The authorities can to a certain extent affect whether, and how quickly, new technology is applied, through the requirements and the provisions relating to the means of transport that may perform freight transport in Norway. One of the biggest challenges associated with the uptake of new energy carriers and engine technology, is related to establishing infrastructure for the distribution and sale of new fuel types. In this area, the authorities can play an important role as a facilitator. Likewise, any uncertainties with regard to the development of tax structure for new fuel types may prevent or delay the introduction of new technologies. Predictable and long-term approach in tax regimes can increase the willingness to invest in new solutions.

### **Other technology**

As in the field of energy and engine technology, there is an ongoing development in the field of materials technology, functionality and methods of data capture and analysis that enables management and monitoring of the transports. This technology also contributes to the transport and handling of the goods being carried out in a less resource-intensive and more environmentally-friendly way. This development is to a large extent driven by the market's quest for more effective and cost-saving solutions, but is also to some degree motivated by the requirements and incentives from the public authorities.

#### *Monitoring and cleaning of emissions*

As of 2015 new requirements are introduced for sulphur emissions from vessels. Cleaning systems have been developed, possible to install on all types of vessels, reducing the emission of sulphur to meet the new requirements. NILU has developed the "sulphur camera" PortsEYE, which can be used for monitoring sulphur emissions on a distance of up to 5 km. The camera can be placed at the entrance to ports, or on board the ships. The system may be a tool to make it easier to identify and take action towards vessels and shipping companies which do not follow international regulations. Scientific prototype of the camera is available, while the commercial prototype has not yet been completed.

#### *Functionality and materials*

New functionality and materials are being introduced within many areas of the freight transport sector. Containers come in lighter materials, providing cost savings in terms of reduced fuel consumption due to lower weight and better aerodynamic properties, and if used for transports affected by weigh restrictions: potential for higher payload. Collapsible containers which can be folded together and stacked if not being used for return cargo, thus saving space the return containers otherwise would use. Information systems which provide overviews of the empty containers, developed to achieve reduction in costs and environmental effects by reducing the transport of empty containers, are likely to be relevant primarily for the "anonymous" containers. Carriers who use their own containers with logo and profiling of own company, may not use solutions where they might end up with other operators transporting their containers, and they themselves transporting containers with the logo of competitors.

New solutions are being developed to help streamlining operations related to terminals, and consequently making intermodal transport solutions more competitive. There are various systems which do not require external cranes for moving the containers on and off trains, and between the train and the car, providing increased flexibility in terms of location for reloading outside traditional terminal areas. LKAB in Narvik has installed an automated mooring system

using vacuum technology eliminating the need for conventional mooring with hawsers. The system can be used for passenger ferries, container vessels and Ro-Ro vessels alike, providing gains in terms of efficiency and time use, capacity, staffing needs and fuel consumption for both vessel and terminal. Potential time savings are said to be of 20 to 90 minutes for mooring a vessel - with the new system, this is expected to take a half a minute.

#### *Technology that affects the goods to be transported*

Technology and methods that change the actual goods to be transported, may also affect the transport requirements. Super cooling of fresh foods will reduce or completely eliminate the need to package the products in the ice, which by traditional transports of e.g. fresh fish, can amount to 30 % of the load. Super cooling of the products will lead to less fuel consumption and thus less CO<sub>2</sub> emissions per ton of transported product. If this technology is implemented in the whole fresh fish market, there will be major gains in terms of capacity utilization, energy needs and environmental effects related to the transports. 3D printing may affect much of the manufacturing industry. The ability to print out the products locally will also influence the transport patterns. Parts of the transport demand will be shifted from the transport of finished products, to the transport of the materials for 3D printing. This may influence both the geographic transport pattern, and what mode of transport which will be most appropriate. It can e.g. result in an increase in the demand for bulk-transport.

### **Organization and collaboration**

In the technology area, there is a rapid development, including the use of alternative energy sources, new materials, smart and/or autonomous units and systems, increased access to and development of new services based on big data, communication between means of transport, between means of transport and goods, between means of transport and transport system/operator, etc. At the same time, it may be a long way to go from a technological solution is fully developed, until it is actually being put to use, and can help to reach the transport policy objectives. It is often so that the more different players that are affected by the relevant technological solutions/systems, the more demanding this process will be, and the more challenges must find their solutions. A number of conditions must be in place in order for the potential gains associated with the different technological solutions to be realized.

SINTEF has broad experience from projects which includes testing/demonstration of new technologies, i.a. within the ITS area. From such projects, we have learned that e.g. laws and regulations, proprietary computer systems and the design of the existing physical infrastructure may pose barriers to making use of or fully take advantage of the opportunities that may lie in new technological solutions which can contribute to more efficient, secure and environmentally friendly freight transports.

#### *Collaboration - challenges and rules of the game*

Cooperation between autonomous companies aiming at resolving mutual tasks are often challenging. This may among other things be due to each of the parties having their own goals and priorities, they use a variety of technology solutions, and the lack of an unambiguous model for the sharing of profit and risk. There is, for example, a classic dilemma related to terminals, as the terminal only represent a part of the involved partners' activities, at the same time as the competition power of all in the logistics network is directly dependent on the interaction in the terminal. The willingness to information sharing and integration has been identified to be a major challenge which requires new business models and a joint cooperation strategy for how best to serve the customers and the market.

There will often be a need to define the rules of the game for collaboration, data flow and information exchange, the equitable distribution of the benefits and any disadvantages, etc. A successful outcome of such processes will depend on i.a. that the aim is to establish a "win-win" situation, in which all the various players or affected parties find a gain by participating, and a mutual relationship of trust between the players.

#### *Information flow and data security*

For technological solutions which require the exchange of information about freight transports, a major challenge will be to find an arrangement for the systematization and exchange of data which both safeguards the information needs of the various participants, their need to be able to hold on to business secrets, and which does not result in competition between the players. What data is needed for such a system to be able to work as intended, and how data can be anonymized in order to avoid the leakage of trade secrets, are important clarifications that need to be made in such a process.



### *Reluctance towards standardization*

The freight transport market is increasingly international, and the standardization of among e.g. data interface for information systems across national borders will be a step in the process leading up to more efficient, secure and environmentally-friendly transport solutions. At the same time experience from international projects show that the development of interoperable ITS services can be prevented or delayed by of authorities/administrative bodies in individual countries, e.g. due to a fear that this will require that the internal processes, the internal working language and the internal computer systems in the different countries would have to be changed in order to be adapted to the requirements and specifications for a system developed to work across national borders.

### *The regulations may be an obstacle*

Project based experiences have also shown that the regulations often may an obstacle when it comes to carrying out experiments in the real-world traffic situations - both the full scale and with a single vehicle - where one explores the possibilities ITS-systems provide w.r.t. new ways to manage and prioritize freight transports. The technological development makes it, in principle, possible to manage and prioritize individual vehicles in the transport system. The regulations (e.g., road traffic law and associated regulations) related, however, only to general groups of means of transport/road users. This provides little room to explore the opportunities the technology offers, and the potential benefits it can provide in the areas of security, efficiency and environmental effects. These are gains that would which could benefit the transport industry, the public and the local environment alike. In several projects it has proven impossible to get permission to conduct limited experiments with new technological solutions. The change of the legislation so that it will open for the conduct of limited, research-based teste and demonstrations will be an important contribution in the process of developing ITS solutions for secure, efficient and environmentally friendly freight transports.

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b>	<b>1</b>
1.1	OPPGAVE OG MÅLSETTING	1
1.2	AVGRENSNINGER OG REFERANSER	1
<b>2</b>	<b>TRANSPORTSYSTEM FOR GODS – ELEMENTER, ROLLER OG IKT-SYSTEMER</b>	<b>2</b>
2.1	INTERMODAL TRANSPORT I ET MULTIMODALT TRANSPORTSYSTEM	2
2.2	ELEMENTER I ET MULTIMODALT TRANSPORTSYSTEM FOR GODS	3
2.3	REFERANSEMODELL FOR ROLLER OG ANSVAR	6
2.4	INFORMASJONS- OG KOMMUNIKASJONSTEKNOLOGI -IKT	10
<b>3</b>	<b>ANVENDELSE AV IKT I TRANSPORTSYSTEMER FOR GODS</b>	<b>15</b>
3.1	SAMORDNING - INTEROPERABILITET	15
3.2	ARKTRANS	15
3.3	ERFARINGER MED BRUK AV ARKTRANS	17
3.4	STANDARDISERING	18
3.5	UTFORDRINGER MED Å BRUKE ARKTRANS	18
3.6	KOBLING MED INFORMASJONS- OG KOMMUNIKASJONSTEKNOLOGI	19
3.7	UTFORDRINGER MHT. MÅLOPPNÅELSE	19
3.8	MULIGHETER OG POTENSIALE	20
<b>4</b>	<b>AUTONOME OG AUTOMATISERTE TRANSPORTLØSNINGER</b>	<b>21</b>
4.1	INTELLIGENTE SYSTEMER I BILER - HISTORIKK	21
4.2	AUTONOME TRANSPORTLØSNINGER	22
4.3	AUTOMATISERING INNEN TRANSPORTRELATERTE ANVENDELSER	25
4.4	LOVMESSIGE BARRIERER	31
4.5	FAKTORER DET MÅ TAS HENSYN TIL VED INNFORING AV AUTONOME TRANSPORTLØSNINGER	32
<b>5</b>	<b>ANDRE TYPER TRANSPORTRELATERT TEKNOLOGI</b>	<b>37</b>
5.1	ENERGIKILDER, MOTOR- OG DRIVSTOFFTEKNOLOGI	37
5.2	OVERVÅKING OG RENSING AV UTSLIPP	46
5.3	FUNKSJONALITET OG MATERIALBRUK	47
5.4	INFORMASJONSSYSTEMER	49
<b>6</b>	<b>UTFORDRINGER KNYTTET TIL ORGANISERING OG SAMARBEIDSFORMER - PROSJEKTERFARINGER</b>	<b>51</b>
6.1	GOFER – ETABLERING AV STYRINGS- OG PRIORITERINGSSYSTEM FOR TUNGBILER	51
6.2	PROFIT – FREMTIDENS INTERMODALE TERMINAL	53
6.3	EASYWAY	55

## BILAG/VEDLEGG

Vedlegg A	Anvendelsesområder i ARKTRANS
Vedlegg B	Noen begrep og definisjoner

# Figuroversikt

FIGUR 1: TERMINALEN ER NØKKELEN I DE INTERMODALE GODSTRANSPORTENE .....	2
FIGUR 2: EKSEMPEL PÅ GODSFLYT GJENNOM ET MULTIMODALT TRANSPORTSYSTEM FOR GODS .....	3
FIGUR 3: EKSEMPLER PÅ ELEMENTER I TRANSPORTSYSTEMER FOR GODS .....	4
FIGUR 4: EKSEMPLER PÅ TERMINALUTSTYR .....	5
FIGUR 5: EKSEMPLER PÅ TRANSPORTMIDDELTEKNOLOGI.....	5
FIGUR 6: ROLLEMODELL FOR TRANSPORTSYSTEMER FOR GODS.....	7
FIGUR 7: TRANSPORTTJENESTE: TRANSPORT AV GODSET FRA A TIL B .....	8
FIGUR 8: EKSEMPEL PÅ ITS-APPLIKASJON: ADAPTIV CRUISEKONTROLL.....	11
FIGUR 9: ITS SUB-SYSTEMER FOR VEGSEKTOREN .....	11
FIGUR 10: PRINSIPPSKISSE, ERTMS FOR JERNBANE .....	12
FIGUR 11: AIS FOR STYRING AV MARITIM TRAFIKK.....	13
FIGUR 12: IKT SUB-SYSTEMER FOR TRANSPORTSYSTEMER FOR GODS .....	13
FIGUR 13: PLAN FOR UTVIKLING OG ANVENDELSE AV ELEKTRONIKK I KJØRETØY OG VEGTRAFIKK FRAMLagt PÅ FØRSTE PROMETHEUS-MØTE I BRUSSEL 1987.....	21
FIGUR 14: SARTRE TEST AV PLATOONING .....	24
FIGUR 15: EKSEMPLER PÅ UTSTYR FOR FJERNSTYRING AV LANDBRUKSMASKINER.....	26
FIGUR 16: BELTEGÅENDE FØRERLØS TRAKTOR/GRESSKLIPPER.....	27
FIGUR 17: FØRERLØS MINERYDDING PÅ HJERKINN .....	28
FIGUR 18: SWISSLOG TRANSCAR .....	30
FIGUR 19: AUTOMATED GUIDED VEHICLES.....	30
FIGUR 20: FØRERLØS INTERNTRANSPORT VED ST. OLAVS HOSPITAL .....	31
FIGUR 21: GOOGLE SIN PROTOTYP PÅ SELVSTYRENDE BIL.....	32
FIGUR 22: FAKTORER DET MÅ TAS HENSYN TIL VED EVT. INNØRNING AV AUTONOM GODSTRANSPORT .....	33
FIGUR 23: FLERE AV DAGENS AUTOMATISKE BREMSESYSTEMER ER KONSTRUERT FOR Å REAGERE PÅ DYR OG MENNESKER I VEIBANEN.....	35
FIGUR 24: EKSEMPEL PÅ STRADDLE CARRIER.....	38
FIGUR 25: REVOLT BATTERIDREVT GODSSKIP FOR NÆRSKIPSFART .....	39
FIGUR 26: VERDENS FØRSTE BATTERIDREVNE FERGE .....	39
FIGUR 27: BILDEMONTASJE MED LUFTLEDNING FOR ELDRIFT AV TUNGE KJØRETØY I HOVEDVEGNETTET .....	40
FIGUR 28: 45 FOTS DIESEL-ELEKTRISK CONTAINER .....	40
FIGUR 29: 45 FOTS HEL-ELEKTRISK CONTAINER.....	40
FIGUR 30: ANTALL GASSDREVNE SKIP I VERDEN I DRIFT PER JANUAR 2015 OG KONTRAHERT, (EKSKLUSIV STORE GASSTANK-SKIP OG SKIP FOR INNENLANDS VANNVEGER).....	41
FIGUR 31: GASSDREVNE SUPPLYFARTØY.....	41
FIGUR 32: WITH HARVEST, GASSDREVEN BULKBÅT SPESIALBYGD FOR FRAKT AV FISKEFØR .....	42
FIGUR 33: TYPISK UTSLIPP FRA REN GASSMOTOR (LEAN BURN SPARK IGNITED) SAMMENLIGNET MED MGO-DRIFT. ....	42
FIGUR 34: MS KVITBJØRN, GASSDREVT RORO-SKIP.....	43
FIGUR 35: EKSEMPLER PÅ GASSDREVNE FERGER I NORGE .....	43
FIGUR 36: MS HØYDAL - LANDETS FØRSTE FRAKTEFARTØY SOM GÅR PÅ REN NATURGASS .....	44
FIGUR 37: VERDENS FØRSTE CONTAINERSKIP MED LNG OG HØYTRYKKS "LANGSOMTLØPENDE TOTAKTS DUAL-FUEL" MOTOR .....	44
FIGUR 38: GREENVILLE TM MP1500, DIESEL/GASS-DREVT LOKOMOTIV FOR GODSTOG .....	44
FIGUR 39: E-SHIP 1 - LASTESKIP DREVT MED ROTORSEIL.....	45
FIGUR 40: ECOLINER - SEILDREVT LASTESKIP PÅ TEGNEBORDET .....	45
FIGUR 41: PORTSEYE – KAMERABASERT OVERVÅKNING AV SVOVELUTSLIPP .....	46
FIGUR 42: 4FOLD – SAMMENLEGGBAR CONTAINER .....	47
FIGUR 43: EKSEMPEL PÅ LETTERE CONTAINERE .....	47
FIGUR 44: MOORMASTER™ – VAKUUMBASERT FORTØYNING .....	48
FIGUR 45: MEGASWING FOR HORIZONTAL LASTING/LOSSING AV CONTAINERE OG HENGERE PÅ TOG.....	48
FIGUR 46: CONTAINERMOVER-3000® FOR HORIZONTAL LASTING/LOSSING AV CONTAINERE OG HENGERE PÅ TOG .....	48

# Tabelloversikt

TABELL 1: HISTORIKK FOR UTVIKLING AV ROBOTTEKNOLOGI, AUTOMATISERING OG FØRERLØSE KJØRETØY FOR ULIKE LAND .....	23
TABELL 2: UTSLIPPSREDUKSJON VED GASSDRIFT SAMMENLIGNET MED DIESELDRIFT FOR ULIKE MOTORKONSEPTER MED BEST TILGJENGELIG TEKNOLOGI, % REDUKSJON SAMMENLIGNET MED MDO.....	43

# 1 Innledning

## 1.1 Oppgave og målsetting

Samferdselsdepartementet har gitt transportetatene og Avinor i oppdrag å gjennomføre en bred samfunnsanalyse av godstransport. I henhold til beskrivelsen i prosjektplanen<sup>1</sup> for denne analysen, skal den inngå i transportetatenes arbeid med forslag til neste nasjonale transportplan (NTP 2018 – 2027), der målet er å bidra til trafiksikker, miljøvennlig og samfunnsøkonomisk effektiv godstransport. Det er et delmål å overføre gods fra veg til sjø og bane, der dette støtter opp om hovedmålet. Hensikten med analysen er å øke kunnskapen om logistikk og godstransport i Norge og om tiltak og virkemidler for å nå det overordnede målet og delmålet.

SINTEF har fått i oppdrag av transportetatene å utarbeide en rapport som omhandler utvikling og bruk av teknologi relatert til disse målene. Arbeidet har bestått i å systematisere og sammenfatte erfaringer og kunnskap SINTEF besitter knyttet til teknologi som er eller kan bli benyttet i tilknytning til godstransporter. Dette omfatter erfaringer fra relevante prosjekter innen ITS og godstransport med fokus på utvikling, bruk og anvendelse av IKT, transportmiddelteknologi og godshåndteringsteknologi. Kartleggingen har omfattet både de rent tekniske mulighetene, og samfunnets og aktørenes evne til å organisere virksomheten slik at en får nytte av de tekniske mulighetene. Arbeidet er basert på prosjekter gjennomført hos SINTEF, samt kunnskap om annen relevant forskning og litteratur som er opparbeidet i forbindelse med prosjektarbeidet. Arbeidet er strukturert rundt aktuelle løsninger og anvendelser i ulike deler av transport- og informasjonskjeden, og inkluderer vurderinger av utfordringer og muligheter for å nå målene for den brede godsanalysen i NTP og tilrettelegging for multimodale transportere.

Rapporten tar for seg følgende tema:

- Overordnet beskrivelse av transportsystem for gods, med elementer, roller og tilhørende IKT-systemer (kapittel 2)
- En mer detaljert beskrivelse av anvendelse av IKT i transportsystemer for gods (kapittel 3 og Vedlegg A)
- Autonome løsninger, utviklingstrekk, muligheter og barrierer (kapittel 4)
- Eksempler på andre typer transportrelatert teknologi, som energikilder og materialbruk (kapittel 5)
- Utfordringer knyttet til organisering og samarbeidsformer (kapittel 6)

En oversikt over definisjoner av noen begreper som benyttes i rapporten, er gitt i Vedlegg B.

## 1.2 Avgrensninger og referanser

Dette arbeidet er altså primært basert på kunnskap, erfaringer og resultater som er framkommet gjennom annet prosjektarbeid. Det er bare i mindre grad gjort søk etter supplerende informasjon. Det gjør også at ikke alle tema vil inngå eller være like godt belyst.

Mye av den tilgjengelige informasjonen om utvikling og nyvinninger innen aktuell teknologi finnes på ulike nettsteder på Internett, blant annet teknologi-blogger, nyhetsfora og nettsider hos utviklere/produsenter og interesseorganisasjoner. Relativt lite er vitenskapelig dokumentert. Dette gjenspeiler seg også i referansene det vises til i denne rapporten. Der det vises til nettsider, er det også oppgitt dato for når siden sist ble besøkt, og informasjon hentet ut fra siden.

---

<sup>1</sup> [http://www.ntp.dep.no/Forside/\\_attachment/597996/binary/949670?\\_ts=144c1066650](http://www.ntp.dep.no/Forside/_attachment/597996/binary/949670?_ts=144c1066650)

## 2 Transportsystem for gods – elementer, roller og IKT-systemer

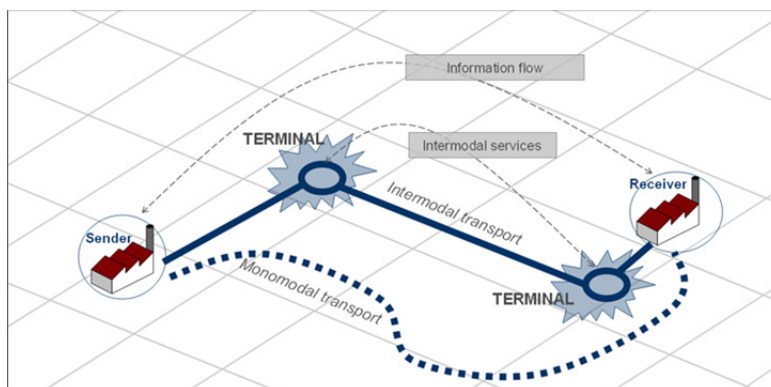
I tillegg til hovedmålet om å bidra til trafikkisikker, miljøvennlig og samfunnsøkonomisk effektiv godstransport, er et delmål for NTP-arbeidet å legge til rette for å overføre gods fra veg til sjø og bane, der dette støtter opp om hovedmålet. Dette vil i praksis si at det er et mål å øke andel intermodale transporter.

### 2.1 Intermodal transport i et multimodalt transportsystem

Transportsystemet for gods omfatter flere ulike transportformer som veg, bane og sjø, med muligheter for bytte mellom transportformer i terminaler. *Transportsystemet er altså multimodalt.*

*Intermodal transport* defineres som transport av varer med én og samme lastbærer eller transportmiddel, som benytter flere påfølgende transportformer, uten håndtering av selve varen ved bytte av transportform (European Conference of Ministers of Transport, 1997). "The movement of goods in one and the same loading unit or vehicle, which uses successively several modes of transport without handling the goods themselves in changing modes".

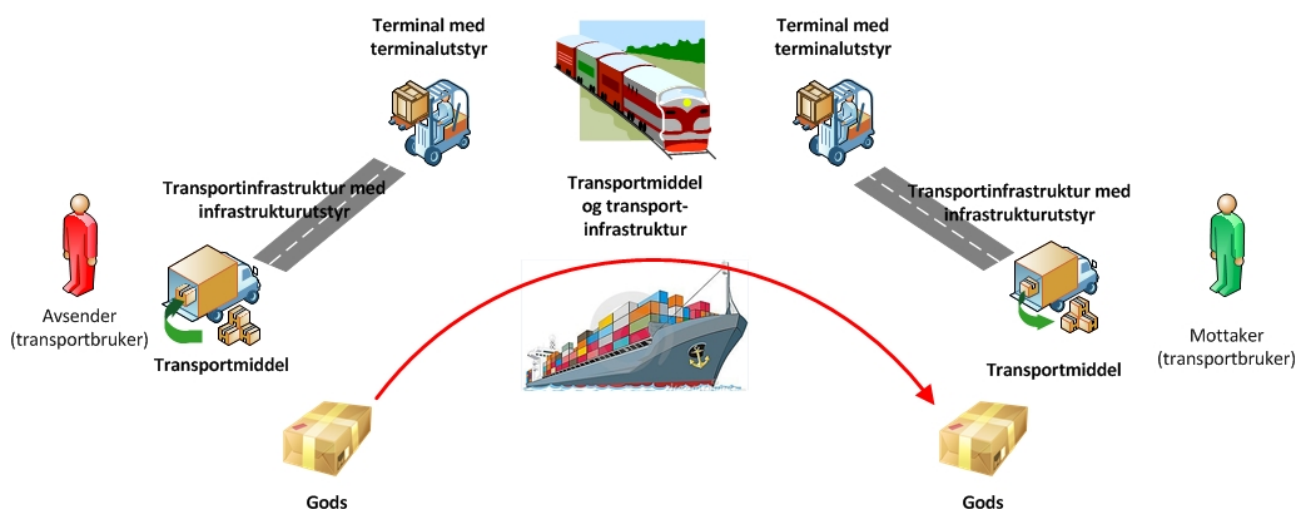
Intermodal transport over medium lange strekninger (>400 km), konkurrerer med direkte biltransport (Trip and Bontekoning, 2002). I valg av transportløsning er total framføringstid, pålitelighet og kostnad de viktigste kriteriene. Biltransport er i utgangspunktet mer *fleksibel*. Dette skyldes at intermodale løsninger krever at flere enhetslaster transporteres samlet, og man må med andre ord samle opp gods fra flere avsendere mot én avgangstid. *Frekvens* for den intermodale transporten blir nødvendigvis lavere enn den mer eller mindre kontinuerlige flyten av godstransport på vei. *Framføringstid* for en enhetslast i et intermodalt transportopplegg handler ikke bare om hvor fort man kan kjøre på de ulike delstrekningene. Minst like viktig er det å fokusere på *tidsbruk ved de ulike omlastingsoperasjonene* underveis, altså terminalleddet. Tidsbruk i omlasting vil avhenge av hvor mye ressurser som settes på oppgavene og dermed også hvilken *kostnad* som er forbundet med omlastingen. Konkurransesevnen for intermodal transport avhenger av det samlede transportopplegget man kan tilby, fra dør til dør, som en kombinasjon av kostnad, tid, pålitelighet og fleksibilitet. Figur 1 viser terminalens posisjon og viktighet for å oppnå effektiv intermodal transport (Gran og Sund, 2012).



Figur 1: Terminalen er nøkkelen i de intermodale godstransportene

Tid og prosess knyttet til aktiviteter i terminalleddet har stor innvirkning på konkurransestykken til intermodale logistikknettverk. I litteraturen framheves terminalen som nøkkelen til å oppnå konkurransekraft i intermodale nettverk (European Commission (2009). Det er på terminalen at "inter"-aspektet ved intermodalitet kan realiseres (Netland og Spjelkavik, 2009). Et felles initiativ på tvers av konkurrentenes og industrielle grenser er nødvendig for å realisere potensialet som ligger i økt intermodalitet. Fokus på forbedringsområder i terminalleddet kan bidra til å gjøre intermodal transport til et reelt alternativ. Informasjonssystem basert på felles standarder kan gi sømløs informasjonsutveksling mellom aktørene som er tilknyttet terminalklyngen, og grunnlag for planlegging og styring av godsflyten i det intermodale nettverket.

## 2.2 Elementer i et multimodalt transportsystem for gods



Figur 2: Eksempel på godsflyt gjennom et multimodalt transportsystem for gods

I denne rapporten tar vi utgangspunkt i en beskrivelse av det *multimodale transportsystem for gods* som omfatter følgende elementer:

- *Transportinfrastruktur*, dvs. vegnett, banenett, luftfartskorridorer og farleder. Denne infrastrukturen planlegges, vedlikeholdes og drives av en forvalter, f.eks. Statens vegvesen for riksvegnettet og Jernbaneverket for banenettet. *Infrastrukturutstyr* er installert for å tilrettelegge for, styre og overvåke transporten som foregår i transportinfrastrukturen. Utstyret inkluderer både tekniske installasjoner som f.eks. skilt og belysning, og IKT-systemer med ulike typer signal- og registreringsutstyr. Statens vegvesen har f.eks. en del registreringspunkter i vegnettet og dette brukes til å samle inn informasjon om status på transportinfrastrukturen og trafikkstrømmene. Denne informasjonen brukes igjen til å styre og overvåke vegtrafikken. Tilsvarende finnes for de andre transportformene bane, sjø og luft.
- *Terminaler* er knutepunkter i transportsystemet hvor godset behandles, f.eks. lasting, lossing, bytte av transportmiddel og evt. -form, lagring og konsolidering. Terminalen planlegges, vedlikeholdes og drives av en forvalter, f.eks. Jernbaneverket for Alnabruterterminalen. *Terminalutstyr* benyttes for å håndtere, styre og overvåke den godstrafikken som foregår på terminalen. Dette omfatter både tekniske installasjoner som kraner, trucker, transportbånd o.l. og IKT-systemer for å styre og overvåke både tekniske installasjoner, godsstrømmer, lager og kjøretøyer og personell på terminalen. Noe av terminalutstyret kan ha en fører, men kan også i noen tilfeller være førerløse og styrt av IKT-systemer i terminalutstyret og/eller sentralsystemet for driften av terminalen.
- *Transportmidler* transporterer godset i transportsystemet mellom terminalene eller fra avsender /til mottaker i transportkjeden. Typiske eksempler på transportmiddel er lastebil, vogntog, tog, containerskip og transportfly. Transportmiddelet har egne IKT-systemer som kan kommunisere med IKT-systemene i infrastrukturutstyret og terminalutstyret. Transportmiddelet har vanligvis en fører, men kan også i noen tilfeller være førerløse (autonome).
- *Gods* er de objektene som blir transportert av transportmidler i transportinfrastrukturen og håndtert på terminalene. Gods kan være alt fra en liten pakke til en container - eller bulktransport. En container eller andre former for *lastbærere* (f.eks. en pall) kan således inneholde mange andre objekter som hver for seg vil karakteriseres som gods i det øyeblikk de er gjenstand for en individuell transport i et transportsystem. Godset kan ha påmontert enkelt *IKT-utstyr* (f.eks. RFID-brikker) som kan kommunisere med IKT -utstyret i f.eks. transportmiddelet eller i terminalen. I fremtidige systemer vil godset trolig ha mer avanserte IKT-systemer som kan kommunisere med alle relevante IKT-systemer (Internet of Things).



Transportinfrastruktur, transportmiddel, gods og infrastruktur-utstyr (Kilde: jernbane.net)



Transportinfrastruktur, transportmiddel, infrastruktur-utstyr (Kilde: motoring.co.uk)



Terminalutstyr, gods og transportmiddel (Kilde: www.sanduskyregister.com)



Terminal, transportinfrastruktur og transportmiddel (Kilde: www.riig.org)

Figur 3: Eksempler på elementer i transportsystemer for gods

### 2.2.1 Teknologi knyttet til terminalutstyr

Terminalutstyret skal benyttes til følgende overordnede terminalfunksjoner:

- Losse godset
- Transportere godset til eventuell mellomlagring eller til nytt lastested
- Konsolidere gods, inkludert evt. intern transport av godset
- Laste godset
- Overvåke og styre godsstrømmene på terminalen
- Overvåke og styre terminalens interne transportinfrastruktur og transportmidler

Teknologien på terminalutstyret kan derfor deles inn i følgende kategorier:

- Losse- og lasteutstyr som flytter godset av og på transportmidlene, f.eks. faste kraner
- Losse- og lasteutstyr som transporterer godset, f.eks. mobile kraner og trucker
- Egne transportsystem for lager og konsolideringssentra, f.eks. transportbånd og lagerroboter
- IKT-systemer for overvåking og styring av gods på terminalen
- IKT-systemer for overvåking og styring av terminalens infrastruktur og transportmidler





Container og palletrucker (Kilde: forklifts.co.nz)



Lagerrobot (Kilde: supplychaindigital.com)



RFID-lesing av paller (Kilde: www.wandzl.com)



Terminal, transportinfrastruktur og transportmiddel (Kilde: www.2degreesnetwork.com)

Figur 4: Eksempler på terminalutstyr

## 2.2.2 Transportmiddelteknologi

Transportmiddelteknologi er knyttet til det transportmiddelet som utfører transporten av godset mellom terminalene eller fra/til første og siste ledd i transportkjeden.



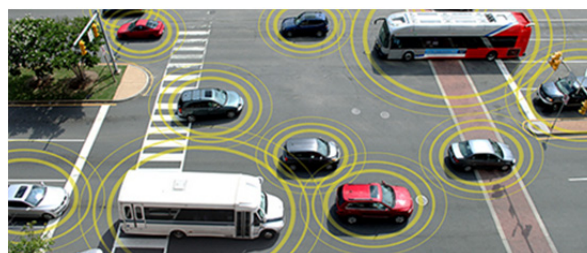
Lasting av godstrikk (Kilde: vvvortex.com)



Godstrikk (Kilde: en.wikipedia.com)



Elektrisk varebil (Kilde: www.greenautoblog.com)



ITS applikasjoner (Kilde: www.its.dot.gov)

Figur 5: Eksempler på transportmiddelteknologi

Teknologien kan være knyttet til følgende viktige områder:

- Transportmiddelets motor og drivstoffteknologi
- Transportmiddelets IKT-system og mulighet for implementering av ITS-applikasjoner og samhandling med eksterne IKT-systemer
- Transportmiddelets styresystem og mulighet for autonome (førerløse) transportmidler
- Transportmiddelets lastekapasitet, også sett i forhold til rekkevidde
- Transportmiddelets laste-/lossesystem
- Materialer anvendt i transportmiddelet, f.eks. vektreduserende materialer

## 2.3 Referansemodell for roller og ansvar

I et transportsystem for gods vil det være ulike aktører som eier og driver ulike deler av transportsystemet og som eier og driver ulike IKT-systemer. En transportkjede er gjerne multimodal, dvs. flere ulike typer transportinfrastruktur og transportmidler inngår i kjeden. *Avklarte ansvarsforhold mellom de ulike aktørene, og riktig informasjon til riktig tid og sted* er meget viktig for at transportsystemene for gods skal kunne bli sikre, effektive og miljøvennlige.

Samferdselsdepartementet og Statens vegvesen har finansiert utviklingen av et rammeverk for intelligente transportsystemer for personer og gods, kalt ARKTRANS. Dette rammeverket er omtalt i St.meld. nr. 024 (2003-2004) Nasjonal transportplan 2006-2015. Fra Stortingmeldingen er det hentet følgende utklipp:

### **«Transportsamarbeid om IKT-ARKTRANS**

*Samferdselsdepartementets strategi for bruk av informasjons- og kommunikasjonsteknologi «Bedre, tryggere og mer effektiv transport- med IKT» ble utgitt som egen publikasjon i 2002. Strategien skal:*

- Bidra til å øke bevisstheten om betydningen av IKT for transportområdet, og blant annet vise hvordan IKT kan styrke næringslivets konkurranseevne og verdiskaping.
- Danne grunnlaget for en samordnet og målrettet innsats for utnyttelse av IKT innenfor rammene av Regjeringens transportpolitikk.
- Avklare rolle- og ansvarsfordelingen mellom offentlig og privat sektor for en effektiv bruk av IKT i transportsektoren.
- Synliggjøre viktige satsingsområder innenfor departementets og underliggende etaters ansvarsområde.
- Bidra til samordning mellom transportetatene.

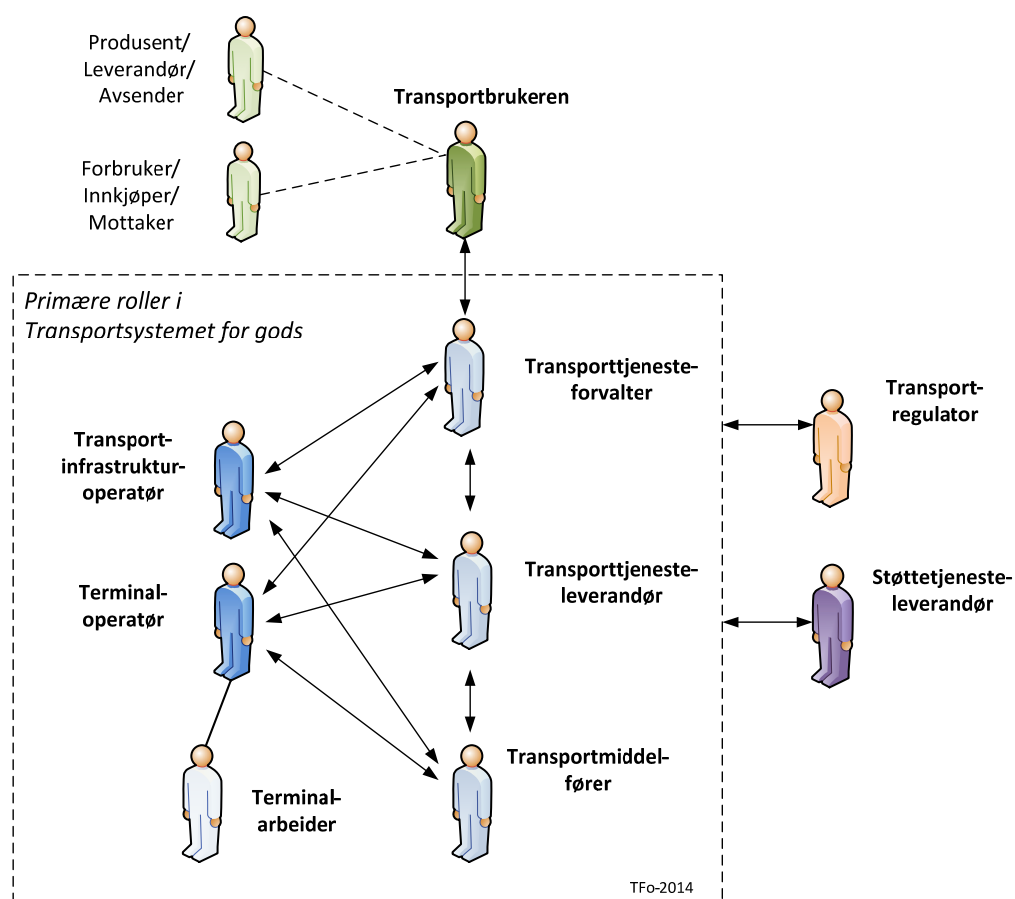
*Med utgangspunkt i Samferdselsdepartementets overordnede strategi for IKT i transportsektoren, Nasjonal transportplan og det nordiske regjeringssamarbeidet om transporttelematikk, er det etablert et samarbeid om IKT innen alle transportgrener. I Norge er det etablert et samarbeid mellom de fire transportetatene, næringsliv og ulike forskningsmiljøer. Sentralt i dette arbeidet står ARKTRANS (ARKitektur for TRANSportområdet). Foruten det flersektorielle aspektet innebærer ARKTRANS tilrettelegging for samordning av person- og godstransport.*

*ARKTRANS er basert på et samarbeid mellom forskere, myndigheter og næringsliv. Hovedmålsettingen er et rammeverk som beskriver datautveksling i transportsystemet og hvordan samspillet mellom informasjonssystemer og transporttjenester kan være. Systemarkitekturen omfatter alle typer transport, og gjelder både person- og godstransport. Utfordringene knyttet til informasjonsflyt i transportsystemet er i stor grad knyttet til dårlig tilgjengelighet og manglende samordning. Formålet er å tilrettelegge for bedre transporttjenester og mer effektiv informasjonsflyt på tvers av transportmidler og også mellom person- og godstransport.*

*ARKTRANS gir aktører som utvikler og reviderer IKT-systemer stor frihet til å konstruere disse tilpasset egne behov. Ved å benytte arkitekturens beskrivelser kan det sikres at grensesnitt og informasjonselementer blir tilpasset alle andre systemer som følger ARKTRANS. Dermed sikres at informasjonsflyt og samordning mellom systemer og tjenester blir enkelt. Brukerne vil oppnå bedre og ensartet informasjonstilgang fra alle deler av transportsystemet. Samferdselsdepartementet vil legge til grunn at ARKTRANS tas i bruk som rammeverk ved utvikling av elektroniske tjenester på transportområdet.»*

Figur 6 viser de viktigste rollene fra ARKTRANS i et transportsystem for gods. Rollenavnene er så generelle at de gjelder for alle typer transportmodi og transportmiddel og er dermed lett å anvende i multimodale transportkjeder. *Det er viktig å skille mellom en rolle og en aktør.* En rolle er en generell og abstrakt beskrivelse av et sett med ansvarsområder. En *aktør* er en person, etat, organisasjon eller et selskap som tar på seg å fylle ett eller flere av ansvarsområdene til en rolle. En aktør kan også fylle ansvarsområdene til flere roller. Både de offentlige og de kommersielle aktørene har forskjellig organisering og ansvar i de forskjellige transportformene. *Rolle- og ansvarsmodellen er derfor meget nødvendig for å definere informasjonsstrømmene i de IKT-systemene som er involvert i transport av gods.* De viktigste informasjonsstrømmene er vist i figuren som tovegs piler mellom rollene.

Det er viktig å merke seg at *en aktør kan ha flere roller.* Et transportfirma f.eks. kan ha rollene både som *selger* av transporttjenester (transporttjenesteforvalter), *utfører* av transporttjenesten (transporttjenesteleverandør) og en *kjøper* av transporttjenester (transportbruker). Det siste er tilfelle når en forvalter eller leverandør av transporttjenester kjøper transporttjenester hos en tredjepart. Mange av transportselskapene som opptrer som aktører i godstransportmarkedet, vil ha disse tre rollene. Enkelte vil også ha rollen som *terminaloperatør*.



Figur 6: Rollemodell for transportsystemer for gods

I det følgende omtales de ulike *rollene* og deres *ansvarsområder* nærmere. I Vedlegg A beskrives nærmere aktuelle anvendelsesområder og potensiell nytte for aktørene som innehar de ulike rollene. I kapittel 3 beskrives status og erfaringer mht. bruk av ARKTRANS nasjonalt og internasjonalt.

### 2.3.1 Transportregulator

Transportregulatoren har følgende ansvarsområder:

- Fastsette lover og regler som gjelder for transportsystemet, for eksempel lover og forskrifter for utforming, forvaltning, drift og vedlikehold av det norske vegnettet, kjøretøyer som brukes i det norske vegnettet og krav til førerne av kjøretøyene
- Gi informasjon til alle brukere og aktører innenfor transportsystemet om hvilke lover og regler som gjelder for bruk av transportsystemet
- Overvåke og kontrollere at lover og regler etterleves
- Gjennomføre innsamling av data om transportsystemet på nasjonalt nivå og etterbehandle og distribuere disse dataene til nytte for allmennheten og tjenestetilbydere som ønsker å tilby transportrelaterte tjenester til brukerne av transportsystemet

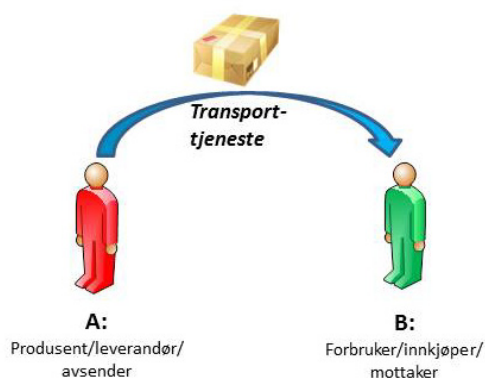
Aktører som innehar rollen som transportregulator:

Innenfor vegsektoren er Samferdselsdepartementet, Statens vegvesen og Vegtilsynet typiske aktører som innehar rollen som Transportregulator. Tilsvarende er Jernbaneverket og Jernbanetilsynet typiske aktører innenfor banesektoren, Kystverket på sjøsiden og Luftfartstilsynet for flytransport. Samferdselsdepartementet er en sektorovergripende Transportregulator.

### 2.3.2 Transportbruker

Transportbrukeren har følgende ansvarsområder:

- Definere behovet for en transporttjeneste, for eksempel å beskrive behovet for å flytte gods fra A til B
- Planlegge transporttjenesten inkludert å finne det beste alternativet, f.eks. med hensyn til framføringstid og miljøvennlig transport. Deler av dette ansvarsområdet overlates gjerne til Transporttjenesteforhandler, men formelt sett ligger ansvaret hos brukeren
- Inngå en eksplisitt eller implisitt avtale med en som leverer en transporttjeneste og betale for transporttjenesten
- Kontrollere gjennomføringen av transporttjenesten



Figur 7: Transporttjeneste: Transport av godset fra A til B

Aktører som innehar rollen som transportbruker:

Når gods transporteres fra avsender til mottaker (se Figur 7), vil både Produsent/leverandør/avsender av godset (A) og Forbruker/innkjøper/mottaker (B) av godset ha rolle som Transportbruker (egentlig Transporttjenestebruker). Begge aktørene har behov for å få utført den transporttjenesten som inkluderer transport av godset. Hvem som til slutt har ansvaret for at transporten blir utført og betalt, vil gjerne være en del av en implisitt eller eksplisitt avtale mellom A og B. Selv om avsender har planlagt, betalt og inngått avtale med en transporttjenesteforhandler, vil alltid mottaker ha et ønske om å kunne kontrollere gjennomføringen av transporten. Mottaker vil også kunne bli belastet

kostnaden for transporttjenesten selv om avsender har gjennomført planlegging og anskaffelse av transporttjenesten.

### 2.3.3 Transporttjenesteforvalter

*Transporttjenesteforvalteren har følgende ansvarsområder:*

- Definere og markedsføre transporttjenester som skal tilbys brukerne
- Inngå avtale med brukerne om kjøp og levering av transporttjenester
- Inngå avtale med leverandører av transporttjenester
- Planlegge utførelsene av transporttjenestene basert på brukerens krav og tilgjengelige tjenester
- Overvåke leveransene av transporttjenester

*Aktører som innehar rollen som transporttjenesteforvalter:*

Eksempler på aktører er Schenker, Toll Post Globe, DHL og Bring. De markedsfører og selger transportprodukter, inngår avtaler med transportbruker (kunde), finner beste løsning for transporten i samråd med brukerne og skaffer leverandører av transporttjenesten. I tilfeller der de også utfører transporten selv, har aktøren mer enn én rolle.

### 2.3.4 Transporttjenesteleverandør

*Transporttjenesteleverandøren har følgende ansvarsområder:*

- Planlegge og forberede gjennomføringen av transporttjenesteleveransen
- Gjennomføre og styre utførelsen av transporttjenesten
- Kontrollere gjennomføringen av transporttjenesten

*Aktører som innehar rollen som transporttjenesteleverandør:*

Eksempler på aktører kan være en lastebileiers enkeltmannsforetak i vegsektoren og CargoNet i banesektoren. Det samme selskapet kan også selvfølgelig være både en Transporttjenesteforvalter og Transporttjenesteleverandør. DHL er et eksempel på et slikt selskap.

### 2.3.5 Transportmiddelfører

*Transportmiddelfører har følgende ansvarsområder:*

- Styre og kontrollere det aktuelle transportmiddelet iht. de bruksregler som er gitt i tilknytning til transporttjenesten eller det transportsystemet som benyttes
- Håndtere informasjon knyttet til transportmiddelet, eksempelvis informasjon som samles inn underveis eller informasjon som er knyttet til transportmiddelet i form av registreringspapirer, sertifikater, lastdokumenter, tillatelser osv.
- Melde fra til den som har definert transporttjenesten om bruken av transportmiddelet og utførelsen av transporttjenesten, eksempelvis kritiske hendelser underveis

*Aktører som innehar rollen som transportmiddelfører:*

Føreren av et vogntog er et typisk eksempel på en aktør, likeledes lokfører på bane og skipsfører på sjø.

### 2.3.6 Transportinfrastrukturoperatør

*Transportinfrastrukturoperatør har følgende ansvarsområder:*

- Vedlikeholde og drifte infrastruktur og infrastrukturutstyr
- Opprette, vedlikeholde og distribuere informasjon om infrastrukturen slik at denne er tilgjengelig for andre roller som trenger slik informasjon.

*Aktører som innehar rollen som transportinfrastrukturoperatør:*

Et opplagt eksempel her er Statens vegvesen som er en aktør som har begge disse ansvarsområdene og kan derfor kalles en aktør som fyller hele rollen. Andre eksempler er Jernbaneverket, Kystverket og Avinor.

### 2.3.7 Terminaloperatør

*Terminaloperatøren har følgende ansvarsområder:*

- Vedlikeholde og drifte terminalen og terminalutstyret
- Opprette, vedlikeholde og distribuere informasjon om terminalen slik at denne er tilgjengelig for andre roller som trenger slik informasjon

*Aktører som innehar rollen som terminaloperatør:*

Jernbaneverket er eksempel på en terminaloperatør for Alnabruterminalen. Lokale havnevesen, Avinor og ulike kommersielle aktører er andre eksempler på aktører som har rolle som Terminaloperatør.

### 2.3.8 Støttetjenesteyter

Støttesystemer til transportområdet er et underområde som omfatter aktører som leverer tjenester til flere av rollene i ARKTRANS referansemodell, og som kan ha en felles rollebetegnelse som Støttetjenesteyter. De aktørene som leverer slike tjenester har gjerne ikke transportområdet som sitt eneste forretningsområde, siden tjenesten de leverer er av mer generell karakter, og siden tjenesten også kan være etterspurte innenfor andre områder. Disse tjenesteleverandørene kan derfor ha ett eller flere av disse ansvarsområdene:

- Leverer informasjonstjenester, eks. trafikkinformasjon, reiseinformasjon eller værinformasjon
- Leverer IKT-tjenester
- Leverer sporingstjenester
- Leverer betalingstjenester
- Leverer distribusjonstjenester
- Leverer infrastruktur tjenester, for eksempel kabelnettverk
- Leverer rengjørings- og renovasjonstjenester
- Leverer sikkerhetstjenester
- Leverer overvåkings- og kontrolltjenester

Listen over aktuelle støttetjenester er ikke komplett, men de viktigste i forhold til transport av gods er tatt med.

## 2.4 Informasjons- og kommunikasjonsteknologi - IKT

Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) er et begrep som omfatter *teknologi for innsamling, lagring, behandling, overføring og presentasjon av informasjon*. Innsamlingen av data kan skje ved hjelp av sensorer, manuelt innlagte data, automatiske lesere, f.eks. strekkodeleser og QR-kodeleser eller innhenting av data fra andre systemer eller sub-systemer. Lagringen, behandlingen, overføringen og presentasjonen kan skje i det som senere i rapporten er beskrevet som ITSsub-systemer.

Det finnes mange bruksområder for IKT i transportsystemer for gods, og IKT kan anvendes både til:

- effektivisering og kvalitetssikring av planleggings-, utførelses- og overvåkingsprosessene for de involverte aktørene og myndighetene
- utveksling av informasjon, slik at godstransporten går mest mulig "sømløst" gjennom de ulike delene av transportsystemet på sin ferd fra avsender til mottaker

### 2.4.1 Intelligente transportsystemer - ITS

IKT kan anvendes i de ulike elementene i transportsystemet, og intelligente transportsystemer (ITS) er definert som samhandling mellom de individuelle IKT-systemene i flere ulike elementer. I slike tilfeller snakker en gjerne om

samhandlende (kooperative) ITS-systemer. Det er ikke de individuelle IKT-systemene i seg selv, men de systemovergrepene ITS-applikasjonene, som bidrar til mer sikre, effektive og miljøvennlige transportsystemer for gods. Den europeiske standarden (ETSI<sup>2</sup>, 2012) definerer en ITS-applikasjon som "En assosiasjon av to eller flere komplementære ITS-stasjons-applikasjoner utgjør en ITS-applikasjon som leverer en ITS-tjeneste til en ITS-bruker." ETSI sin definisjon legger opp til at ITS-tjenester som brukeren tilbys, både samler, prosesserer og lagrer informasjon på flere ITS-stasjoner. Denne informasjonen sammenstilles så, og presenteres for brukeren.



Figur 8: Eksempel på ITS-applikasjon: Adaptiv cruisekontroll

Litt forenklet kan man si at *en applikasjon* er et sett av funksjoner med tilhørende datasett i et IKT-system, hvor funksjonene har som mål å tilby *en ITS-tjeneste*, f.eks. automatisk vegvisning for en fører av et vogntog, eller automatisk oppbremsing av kjøretøyet ved registrering av for kort sikkerhetsavstand til kjøretøyet foran (se eksempel i Figur 8). Flåtestyring kan også karakteriseres som en ITS applikasjon hvor funksjonaliteten gjerne er delt mellom IKT-systemet i kjøretøyet og et sentralsystem hos den som styrer en kjøretøyflåte.

Samordnede informasjonsmodeller og sømløs kommunikasjon er viktige virkemidler mht. å oppnå sikre, effektive og miljøvennlige transportsystemer for gods. I den europeiske standarden er det definert en fysisk arkitektur med fire såkalte ITS sub-systemer for intelligente transportsystemer. I henhold til denne definisjonen, omfatter begrepet ITS-systemer kun IKT-systemer i vegsektoren. Dette er altså en terminologi som er spesielt utviklet for intelligente transportsystemer på veg, men som relativt enkelt kan generaliseres til å gjelde IKT sub-systemer innenfor alle transportmodi og transportmidler. *En slik modell for sub-systemer er meget nødvendig for å definere informasjonsstrømmene i de IKT-systemene som er involvert i transport av gods.* Praksisen er egentlig ganske lik i andre deler av transportsektoren, med sentrale IKT-systemer som samler og sammenstiller data for flere transportmidler i trafikksystemet. Data kan så distribueres til applikasjoner langs infrastrukturen, og om bord på kjøretøyene, togene, flyene eller fartøyene.

#### 2.4.2 ITS sub-systemer for vegsektoren

De fire sub-systemene som er definert for implementering av ITS-applikasjoner i transportsystemer i vegsektoren er vist i Figur 9. Et sub-system inkluderer alle sensorer, periferiutstyr, prosesseringsenhet og kommunikasjonsenhet.



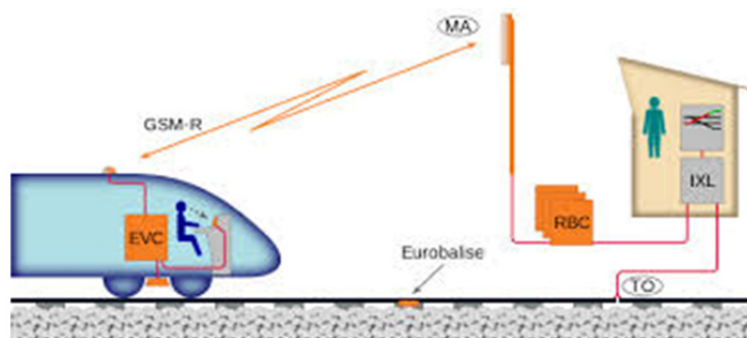
Figur 9: ITS sub-systemer for vegsektoren

<sup>2</sup> <http://www.etsi.org>, per 1. desember 2014

- *Det personlige ITS sub-systemet* tilbyr ITS-applikasjoner som er tilpasset den enkelte bruker, og leveres på håndholdt utstyr som smarttelefoner og PDA-er. Dette er også meget relevant for effektive transportsystemer for gods, siden det åpner muligheten for et brukervennlig grensesnitt mellom fører av transportmiddelet og andre relevante roller, f.eks. Transporttjenesteleverandør og Støttetjenesteleverandør.
- *ITS sub-system for transportmiddel* tilbyr ITS-applikasjoner i transportmidlet og er også meget relevant for transportsystemer for gods. Disse ITS-applikasjonene kan bidra til å gjøre transporten av gods sikrere, mer effektive og miljøvennlige. Typiske eksempler er førerstøttesystemer, vegvisningssystemer, eco-driving, applikasjoner for bestilling av terminalplass, parkering o.l. og overvåking av godsets status.
- *ITS sub-system for vegkant* tilbyr ITS-applikasjoner som er meget relevante for transport av gods. Dette kan være informasjon til fører av transportmiddel om status på infrastruktur og trafikkstrømmer. Informasjonen kan enten vises på eget ITS-utstyr i vegkanten (f.eks. tavle med resultat av fartsmåling), eller den kan sendes til ITS-utstyr i transportmidlet eller førerens personlige enhet. Sub-systemet kan også kommunisere med godsets IKT-system etter hvert som det blir implementert. Viktig informasjon om godset (f.eks. forekomst av farlig gods, ADR) kan dermed registreres flere steder i transportinfrastrukturen og distribueres til relevante aktører som vil ha nytte av slik informasjon. Eksempelvis vil en Terminaloperatør kunne få informasjon om gods på veg inn til terminalen.
- *Det sentrale ITS sub-systemet* er gjerne styrings- og overvåkingsentraler for vegtrafikken, men i forhold til transportsystemer for gods kan det gjerne være en styrings- og overvåkingsentral for transport av gods inkludert flåtestyringssystemer.

### 2.4.3 IKT sub-systemer for jernbanesektoren

ERTMS<sup>3</sup> er det nye, felles-europeiske trafikkstyrings- og signalsystemet for jernbane. De fysiske signalmastene langs jernbanenettet forsvinner, og blir erstattet med "flytende" blokkstrekninger som følger det enkelte tog. Dette realiseres ved hjelp av mobilkommunikasjon, GPS og baliser i skinnegangen. Som for ITS har man sentrale systemer, installasjoner langs skinnegangen og systemer om bord på lokomotivene. Det er ikke noe personlig delsystem i ERTMS.



kilde: [www.railway-technology.com](http://www.railway-technology.com)

Figur 10: Prinsippkisse, ERTMS for jernbane

<sup>3</sup> [www.railway-technology.com/projects/european-rail-traffic-management-system-ertms](http://www.railway-technology.com/projects/european-rail-traffic-management-system-ertms) per 1. desember 2014



#### 2.4.4 IKT sub-systemer for sjøsektoren

AIS-transpondere er obligatorisk om bord på alle skip som ferdes i Europa<sup>4</sup>. En slik transponder angir skipets posisjon og fart, men kan også brukes til å overføre annen type informasjon.

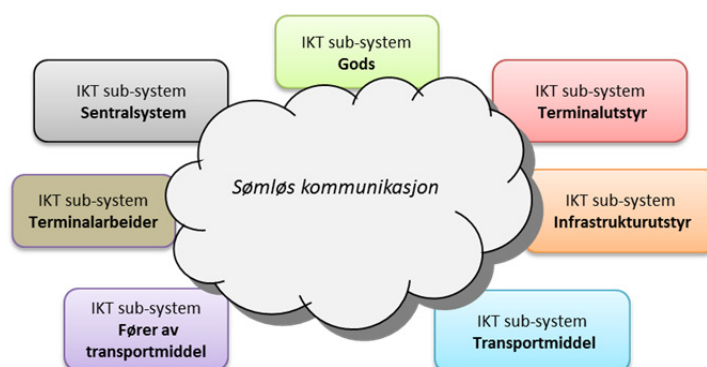


Figur 11: AIS for styring av maritim trafikk

AIS-systemet består av sentrale trafikkstyringssenter på land, og utstyr om bord på skipene. Kommunikasjonen utføres ved hjelp av satellitter.

#### 2.4.5 IKT sub-systemer for transportsystemer for gods

Figur 12 viser hvordan arkitekturen for ITS-systemer definert av ETSI (Figur 9), kan utvides og omformes til en IKT-arkitektur for transportsystemer for gods. F.eks. ville *Personlig ITS sub-system* for vegsektoren tilsvare *Fører av transportmiddel* i et IKT-system for godstransportsystemer. IKT sub-system *Terminalarbeider* vil kunne dekke håndholdt utstyr som benyttes av terminalarbeidere, f.eks. en PDA med terminalapplikasjoner eller håndholdte skannere for QR- og strekkodelesning.



Figur 12: IKT sub-systemer for transportsystemer for gods

For at disse IKT sub-systemene skal kunne brukes til å gjøre transportsystemer for gods sikrere, mer effektive og miljøvennlige, må alle disse IKT sub-systemene kunne kommunisere med hverandre og tilby tjenester til hverandre, dvs. de må være *interoperable*. Situasjonen i dag er at mange av disse IKT sub-systemene ikke kan kommunisere med hverandre. Dette gjelder spesielt for IKT sub-systemer på tvers av transportmodi. Dette kan være en vesentlig barriere for intermodale transporter hvor gods og tilhørende informasjon bør gå sømløst mellom de ulike transportmodi i godstransportsystemet. Noen av de viktigste årsakene til den situasjonen man har i dag er:

<sup>4</sup> [www.imo.org/OurWork/Safety/Navigation/Pages/AIS.aspx per 1.](http://www.imo.org/OurWork/Safety/Navigation/Pages/AIS.aspx%20per%201) desember 2014

- Det kan være ulike CEN<sup>5</sup>-, ISO<sup>6</sup>- og de facto standarder for informasjonsflyt i de ulike transportmodi
- Ikke all informasjon knyttet til godset og transporten foreligger på elektronisk form
- Ikke all elektronisk informasjon er tilgjengelig for alle interessenter og aktører i godstransportens verdikjede
- Mange operatører driver godstransporten med sine egne proprietære IKT-systemer
- Det er ulike nivåer mht. implementering av IKT sub-systemer, slik at det dannes huller/manglende forbindelser i informasjonsflyten fra godset forlater første avsender til siste mottaker i godsflyten
- Det mangler et avtaleverk for godstransportens verdikjede som sikrer gjennomgående informasjonsflyt
- Det mangler forretningsmodeller som sikrer en rettferdig fordeling av risiko, investeringer og besparelser for de ulike aktørene i gods- og informasjonsstrømmene
- Det er ulike standarder for å beskrive egenskaper ved godset, ofte unike for de ulike transportformene

---

<sup>5</sup> <https://www.cen.eu/Pages/default.aspx>, per 1. desember 2014

<sup>6</sup> [www.iso.org](http://www.iso.org), per 1. desember 2014

### 3 Anvendelse av IKT i transportsystemer for gods

Hovedutfordringen ved å ta i bruk IKT i transportsystemet for gods er å samordne alle de involverte aktørene. Aktørene har ulike målsettinger, de har ulike ansvarsområder, de forholder seg til hverandre, til godset og til kjøretøy på forskjellige måter og de har ulike informasjonssystemer med ulik modenhet og ulike grensesnitt mot omverden.

Det vil være flere ulike fremgangsmåter for å forsøke å få til en slik samordning. En mulighet er å ta tak i tekniske spesifikasjoner og løsninger og gjøre en harmonisering fra bunnen av. Noen av erfaringene ved denne tilnærmingen er ikke gode, blant annet har det tatt mange år fra RFID som teknologi i det hele tatt har funnet et bruksområde (Sharma & Thomas, 2013).

#### 3.1 Samordning - Interoperabilitet

Interoperabilitet er nødvendig på flere nivåer for at samhandling mellom ulike aktører skal kunne finne sted. Det er flere ulike definisjoner på interoperabilitet, og det er flere måter å se på ulike nivåer av interoperabilitet. Grovt sett kan man skille mellom teknisk interoperabilitet og funksjonell interoperabilitet.

*Teknisk interoperabilitet* er definert av IEEE som: "The ability of two or more systems or components to exchange information and to use the information that has been exchanged" (ETSI, 2012). Denne definisjonen sier ingenting om hvordan informasjonen skal kunne forstås. Ser man på GSM og mobilitet så vil denne definisjonen dekke det faktum at meldingsklienter på ulike mobiltelefoner er i stand til å utveksle SMS, uten at innholdet i meldingene berøres.

*Organisatorisk interoperabilitet* er definert av Lende og Wegner som "The organizational and operational ability of an enterprise to cooperate with its business partners and to efficiently establish, conduct and develop IT-supported business relationships with the objective to create value" (Legner, 2006). Denne definisjonen bringer inn behovet for å kunne forstå og nyttiggjøre seg informasjonen som utveksles.

Teknologiutviklingen de siste årene har for en stor del oppfylt kravet til teknisk interoperabilitet. Det finnes flere standarder som dekker fysisk informasjonsutveksling. De fleste moderne utviklingsverktøy har gode, innebygde mekanismer for datautveksling, for eksempler ved bruk av APIer og netjtjenester.

For å kunne nyttiggjøre seg de mulighetene som teknologien nå tilbyr må aktørene i godstransportsektoren arbeide med den organisatoriske interoperabiliteten seg imellom. Dette innebærer ikke at interne forretningsprosesser og -funksjoner skal samordnes, men at det etableres effektive grensesnitt mellom disse, ved hjelp av IKT-baserte tjenester. En slik samordning krever at det bygges en felles forståelse

Situasjonen har vært slik at de enkelte aktørene har spesifisert og utviklet systemer og tjenester som er tilpasset egne utfordringer og behov, uten særlig samordning med andre aktører. For de større aktørene har det også delvis vært slik at intern samordning har vært mangelfull eller fraværende. Denne mangelen på samordning gjør at det er vanskelig å snakke om *ett* transportsystem for gods.

#### 3.2 ARKTRANS

I Norge har man valgt å utvikle et overordnet rammeverk for samordning mellom aktørene i transportsektoren, ARKTRANS, med deltakelse og bidrag fra både myndigheter, transportnetterkforvaltere og kommersielle aktører. Både passasjertransport og godstransport ble dekket i utviklingsarbeidet.

ARKTRANS inneholder en referansemødel som deler transportområdet inn i delområder på en måte som er uavhengig av den ulike, faktiske organiseringen innen ulike transportformer. Til denne referansemødel er det tilknyttet en rollemødel, som også er generisk og brukes til å beskrive funksjoner som må utføres og deres ansvar ovenfor andre, uten at noen faktisk organisering er dokumentert, rollebeskrivelsene er generiske. ARKTRANS inneholder generiske funksjoner og informasjonsstrukturer som kan brukes som utgangspunkt for spesifikasjoner for elektronisk samhandling. I tillegg er eksempler på bruksområder, eller prosesser, en del av ARKTRANS. Referansemødel for roller og ansvar er beskrevet i kapittel 2.3, og en mer detaljert beskrivelse av bruksområdene knyttet til rollene er gitt i vedlegg A.

ARKTRANS eies og forvaltes av ITS Norge, og SINTEF har hatt ansvaret for oppdateringer og vedlikehold av rammeverket (Natvig, Westerheim, Moseng & Vennesland, 2009).

De første versjonene av ARKTRANS ble benyttet i ulike norske forskningsprosjekt, hvor kunnskapen bidro til en bedre forståelse av transportområdet. I tillegg ble erfaringene fra disse forskningsprosjektene bragt tilbake til rammeverket. ARKTRANS har blant annet inngått i følgende forskningsprosjekter:

- *MultiRIT* arbeidet med å spesifisere multimodale reiseinformasjonstjenester. Disse spesifikasjonene ble delvis brukt som grunnlag for arbeidet med å spesifisere en nasjonal reiseplanlegger (Natvig & Vennesland, 2010).
- *VITSAR* arbeidet med virtuelle organisasjoner på havneterminaler, og ARKTRANS ble brukt for å identifisere hvilke informasjonsstrukturer og -strømmer som var nødvendige for å kunne drive slike typer organisasjoner (Fjørtoft, Kvamstad, & Bekkadal, 2009).
- *META* arbeidet med godstransport, og så på hvordan bruk av moderne informasjons- og kommunikasjonsteknologi kunne knytte ulike aktører bedre sammen og derved sørge for en mer effektiv godstransport<sup>7</sup>.
- *NONSTOP* arbeidet med beslutningsstøtte for tungbilkontrollørene til Statens vegvesen. Også her ble ARKTRANS brukt for å spesifisere informasjonsflyt og -struktur mellom de ulike aktørene som er involverte i kontroll av lastebiler og vogntog (Cruzes, Vennesland, & Natvig, 2013).
- *GOFER*-prosjektet<sup>8</sup> utviklet og testet ut et system for informasjonsutveksling mellom kjøretøy/sjåfør, transportoperatør, terminaloperatør og vegmyndigheter, med mål om å legge grunnlaget for en vinn-vinn-situasjon, der det offentlige får bedre grunnlag for planlegging og tilrettelegging for næringstransporter, og der næringsaktørene vil få en bedre utnyttelse av ressurser og tilgjengelig kapasitet, og mer forutsigelige driftsforhold. Også i dette prosjektet ble ARKTRANS brukt for å spesifisere informasjonsflyt og -struktur mellom de ulike aktørene. (Meland m.fl., 2013).
- *MARNIS* var et europeisk forskningsprosjekt som arbeidet med å bedre maritim trafikkstyring og beredskap, blant annet basert på informasjon om skip og skipstrafikk fra AIS-transpondere om bord på skipene. ARKTRANS ble brukt for å identifisere ansvarlige for ulike informasjons-elementer, og for å strukturere informasjonen og sette opp forslag til prosesser for informasjons-håndteringen (Rødseth, 2011).

En av utfordringene med et såpass altomfattende rammeverk som ARKTRANS, er at det oppleves som fjernt fra den virkelighet det skal beskrive, når virkeligheten er mye mindre enn hele transportsektoren. Gjennom EUs sjuende rammeprogram for forskning ble ARKTRANS brukt som utgangspunkt for å utvikle et rammeverk for godstransport og transportlogistikk. Dette arbeidet skjedde i prosjektet Freightwise (Pedersen, Paganelli, & Westerheim, 2009) og resulterte i den første versjonen av det som nå kalles *Common Framework* (Pedersen, 2012). *Common Framework* har vært benyttet i flere ulike europeiske forskningsprosjekter som også bidratt til videreutvikling av rammeverket:

- *RISING* arbeidet med de systemene som styrer den innenlandske vannbårne trafikken i Europa, elvetrafikken<sup>9</sup>.
- *e-Freight* brukte resultatene fra Freightwise til å utforme en infrastruktur hvor IKT-baserte tjenester kan ruller ut, og hvor de på vegne av de ulike (kommersielle) interessentene kan operere og kommunisere (Karakostas, 2012). Prosjektet gjorde interessante erfaringer med å knytte ulike standarder sammen. Blant annet ble Common Framework sammenstilt med GS1<sup>10</sup> sin standard for gods- og kjøretøyidentifikasjon.
- *SMARTFREIGHT* fokuserte på samspillet mellom trafikkstyring og styring av godstransport i byområder<sup>11</sup>. Prosjektet bygget på resultater fra arbeidet med å spesifisere CVIS-arkitekturen for samhandlende systemer i vegtrafikken (Wang, 2013).

<sup>7</sup> [http://www.forskningsradet.no/prognett-smartrans/Artikkel/META\\_Mer\\_Effektiv\\_Transport\\_med\\_ARKTRANS/1253955017318?lang=no](http://www.forskningsradet.no/prognett-smartrans/Artikkel/META_Mer_Effektiv_Transport_med_ARKTRANS/1253955017318?lang=no) per 1. des. 2014

<sup>8</sup> <http://www.sintef.no/home/projects/sintef-technology-and-society/2008/GOFER/> per 10. des. 2014

<sup>9</sup> [www.rising.eu](http://www.rising.eu), per 1. des. 2014

<sup>10</sup> [www.gs1.org](http://www.gs1.org), per 1. des. 2014

<sup>11</sup> [www.smartfreight.info](http://www.smartfreight.info) per 1. des. 2014

- *iCargo* bygget videre på e-Freight ved å i større grad involvere forvaltere av transportnettverkene og myndigheter, så som tollmyndigheter. I tillegg ble det fokusert på godsenehetene, deres muligheter til å bære informasjon om seg selv, og hvordan denne informasjonen kan nyttiggjøres av de ulike interessentene<sup>12</sup>.

### 3.3 Erfaringer med bruk av ARKTRANS

ARKTRANS kan sees på som en samling med eksempler og maler for hvordan de ulike aktørene i transportsektoren jobber, og danne grunnlag for interoperabilitet gjennom utvikling av grensesnitt basert på en felles forståelse. ARKTRANS inneholder funksjonelle beskrivelser, informasjonsstrukturer og delvis ferdige web-tjenester som kan brukes som grensesnitt.

ARKTRANS kan også sees på som en prosess for å komme frem til de felles grensesnittene som er nødvendige for at de ulike aktørene skal kunne utveksle data.

#### 3.3.1 Bruk av referansemodellen og rollemodellen

Referansemodellen i ARKTRANS har vært et godt utgangspunkt for å få ulike aktører til å begynne å se sin organisasjon i forhold til andre aktører. En av fordelene med å bruke en referansemodell som er generisk, er at noen aktører ser at de tilhører flere enn ett område i referansemodellen, og at de derfor også må se på sine interne samhandlinger. Et eksempel kan være Kystverket som både arbeider innenfor området «Styring og forvaltning av transportinfrastrukturen» men også som en myndighet (på enkelte områder).

Erfaringen er at det krever en del forklaringer og en del arbeid blant aktørene for å skjønne de generiske rollene, og ikke minst kunne relatere sine egne ansvarsområder, organisatoriske strukturer og systemer, til rollemodellen.

Et eksempel er at *speditør* ikke er definert som en rolle i ARKTRANS, er, selv om spedisjon er en vanlig og viktig funksjon i planlegging og gjennomføring av godstransport. ARKTRANS har en generisk rolle for *transportkjøper* og en generisk rolle for *transportselger*. En speditør vil inneha begge disse rollene. En speditør vil typisk kjøpe inn ulike mindre transporttjenester (*transportkjøper*), sette sammen disse til større sammenhengende tjenester som så selges til egne kunder (*transportselger*). Oppfølgingen av underleverandørene og egne kunder er også delt på disse to rollene. Fordelen med å tenke på denne måten er at det forenkler. Et transportselskap som selger transporttjenester med skapbil vil kunne presentere sine tjenester på samme måte ovenfor en speditør som ovenfor en kunde som kjøper sine transporttjenester direkte.

En annen fordel er at det blir mulig å presentere, planlegge, gjennomføre og følge opp transporttjenester på samme måte uavhengig av transportform. En transportkjøper er den samme rollen enten det forhandles med tilbydere på veg-, sjø-, lufttransport- eller jernbanesiden.

Ved at funksjonalitet og ansvar knyttes til en generisk rolle, er man ikke knyttet til en fast organisering. Det vil være enklere å bytte mellom ulike tilbydere, og tilbyderne selv kan forholde seg til et marked av kjøpere, og ikke flere markeder.

#### 3.3.2 Bruk av den funksjonelle nedbrytingen

ARKTRANS inneholder et sett med overordnede og generiske funksjoner for alle delområder i referansemodellen. Nedbryting og organisering av funksjonene er presentert ved hjelp av hjernekart, i tillegg er hver av funksjonene tekstlig beskrevet. Beskrivelsene er helt uavhengig av noen transportformers terminologi, og beskrivelsene er teknologiavhengige.

Erfaringene er at disse funksjonelle beskrivelsene fungerer godt på idédugnader og møter hvor flere aktører sammen arbeider med en overordnet beskrivelse av den samhandlingen de ønsker. Det er ikke alle funksjoner som produserer eller konsumerer informasjon som kan tenkes å komme fra eksterne aktører, og dette er det lett å avdekke ved å ha samlingen med ARKTRANS-funksjoner som et utgangspunkt for diskusjonen. Vi har sett i mange prosjekter og aktiviteter at ARKTRANS ikke dekker alle nødvendige funksjoner, og dette har vært lett å avdekke. For den enkelte

---

<sup>12</sup> [www.i-cargo.eu](http://www.i-cargo.eu) per 1. des. 2014

situasjon har man da tilføyd de nye og nødvendige funksjonene. Disse nye funksjonene blir ikke automatisk en del av ARKTRANS, men er beskrevet på samme måte som ARKTRANS-funksjonene og de er knyttet til samme referansemodell og samme rollemodell.

### 3.3.3 Bruk av informasjonsstrukturer

Informasjonsstrukturene i ARKTRANS er beskrevet ved hjelp av standard UML<sup>13</sup> klassediagram, som brukes til å beskrive objektene systemet består av, og hvilke relasjoner det er mellom objektene. Strukturene må sies å være overordnede. Informasjonsstrukturene brukes for å illustrere nødvendig informasjonsinnhold og struktur på dette for at de generiske rollene skal kunne utføre sine funksjoner.

Erfaringene med bruken av disse er at de, som såpass overordnede, er godt egnet som startpunkt for diskusjoner rundt mer detaljert modellering av informasjonen. I flere av prosjektene hvor ARKTRANS er brukt, har de overordnede informasjonsstrukturene blitt detaljert til ferdige XML<sup>14</sup>-skjema.

### 3.3.4 Bruk av prosesser

Prosessene i ARKTRANS er beskrevet ved hjelp av UML "svømmebandediagram". Disse diagrammene viser fra hvilke hovedfunksjoner hos de ulike rollene, informasjonen må flyte. De viser også hvilke informasjonselementer som må utveksles.

## 3.4 Standardisering

ARKTRANS har lagt grunnlaget for «The Common Framework», som enkelt sagt er ARKTRANS spesialisert for transportlogistiktjenester og håndtering av disse. Dette inkluderer kommunikasjon mellom kjøper og selger av slike tjenester, utvikling av såkalte aksesspunkt som tilknytning til et økosystem av tjenester og delvis *intelligent goods*.

Informasjonsstrukturene, funksjonene og delvis prosessene ble tilpasset GS1-standarden. Den overordnede tilnærmingen fra ARKTRANS ble brukt på mer detaljerte aspekter hentet fra en annen standard.

Flere av informasjonsstrukturene ble brukt som utgangspunkt for å modellere ulike informasjonsmeldinger. Noen av disse ble adoptert, og er i dag en del av informasjonsstandarden *Universal Business Language (UBL) 2.1 for Transportation*. UBL bygger på de ulike informasjonselementene som finnes i det såkalte UN/CEFACT-biblioteket.

Erfaringene fra dette arbeidet er positive på den måten at vi fikk vist at det er mulig å bruke et overordnet og generisk rammeverk som utgangspunkt for en detaljert informasjons- og prosessmodell innenfor et standardiseringsregime.

## 3.5 utfordringer med å bruke ARKTRANS

ARKTRANS er et overordnet rammeverk som støtter opp under diskusjoner på et ikke-teknisk nivå. Det har vist seg enkelt å få til enighet om overordnede krav til en felles «standard» for informasjonsutveksling mellom ulike aktører, og ARKTRANS har også vist seg egnet til å bidra med å få på plass en forståelse for bruk av grensesnitt.

Mange organisasjoner er store og komplekse innen godstransportektoren. Mange har egne IT-avdelinger med ansvar for spesifikasjoner og utvikler av enkelte løsninger. Det har vist seg vanskelig å koble den overordnede forståelsen som kan skapes ved bruk av ARKTRANS til konkrete tekniske løsninger i de ulike prosjektene.

En annen utfordring er de generiske begrepene og de generiske rollene som er beskrevet i ARKTRANS. Disse er med å skape en forståelse på tvers av organisasjoner og aktører, men skaper også utfordringer ved navngivning og terminologi oppfattes som fjernt fra den virkeligheten som de ulike lever i. Det er også en utfordring at disse generiske begrepene, og den generiske forståelsesmodellen, oppfattes som abstrakt og uforståelig blant de som arbeider nært til selve informasjons- og kommunikasjonsteknologien.

---

<sup>13</sup> [www.uml.org](http://www.uml.org), per 9.januar 2015

<sup>14</sup> [www.w3.org](http://www.w3.org), per 9.januar 2015

Det er en stor utfordring knyttet til å det kunne se på helheter ved hjelp av overordnede konsepter og modeller, og å knytte dette til faktiske systemkravspesifikasjoner, informasjonsmodeller og prosessdiagrammer.

### 3.6 Kobling med informasjons- og kommunikasjonsteknologi

Gjennom de ulike prosjektene og aktivitetene hvor ARKTRANS har vært brukt har vi erfart at den teknologiavhengige tilnærmingen har vist seg å kunne realiseres ved hjelp av mange ulike teknologier. Både fast og mobil datakommunikasjon har vært brukt for å realisere rammeverket. Ulike teknologiske standarder som CALM<sup>15</sup>, CVIS<sup>16</sup>, OPC-UA<sup>17</sup> og DATEX II<sup>18</sup> har vært brukt i forbindelse med utvikling og utrulling av ARKTRANS. De generiske elementene har kunnet la seg realisert med til dels ulike teknologier, ofte for samme formål.

### 3.7 Utfordringer mht. måloppnåelse

#### Modenhet på teknologi

Teknologien og dens modenhet ansees ikke å være noen vesentlig utfordring mht. å oppnå målene om effektiv, sikker og miljøvennlig godstransport. Det finnes sensorer, måleutstyr og IKT-systemer for det aller meste som en ser for seg mht. innsamling av data og styring av transportmidler og gods. En utfordring som ikke er knyttet til teknologiens modenhet i seg selv, er at det kan være *vanskelig å finne forretningsmodeller* for all den teknologien en gjerne skulle sett hadde vært implementert. Et veldig nært eksempel er avanserte IKT sub-systemer for gods. Det er gjort en del implementeringer av enkle IKT sub-systemer, f.eks. enkle RFID-brikker på godset. De mer avanserte og kostbare sub-systemene for gods har det imidlertid vært vanskelig å finne et marked for. Mange er enige om at det intelligente godset hadde kunnet bidra til en mer effektiv, sikker og miljøvennlig godstransport, men foreløpig har veldig få eksperimentert med dette for å finne gode forretningsmodeller.

#### Organisatoriske forhold

Samordning av IKT systemer krever både kontraktuell, funksjonell og teknisk interoperabilitet<sup>19</sup>. Den kontraktuelle interoperabiliteten krever et *avtaleverk* med klare og utvetydige beskrivelser av ansvarsområder, rettigheter og plikter for de involverte aktørene. Dette avtaleverket kan også gjerne inneholde retningslinjer for den funksjonelle og tekniske interoperabiliteten. Til sammenligning kan det nevnes den samordningen som er etablert i norske bompengesystemer. Det foreligger en kontraktuell interoperabilitet gjennom det avtaleverket som Samferdselsdepartement og Statens vegvesen har etablert for rollene vegholder, bompengeselskap og driftsoperatører. Dette rammeverket referer til AutoPASS<sup>20</sup>-spesifikasjonene som sikrer funksjonell og teknisk interoperabilitet for alle IKT systemer involvert, - fra AutoPASS-brikken til sentralsystemet for alle bompengesystemer i Norge og samarbeidende bompengaktører i andre land. Det finnes til og med et EU-direktiv og en EU-beslutning som sier en del om hvordan europeiske bompengesystemer skal samordnes, og som legger mange føringer for hvordan samordningen skal skje. Bildet for godstransporten i Norge er imidlertid mye mer komplisert enn bompengerekkering. Dette skyldes en langt større kompleksitet pga. mange *flere grensesnitt* mellom ulike IKT-systemer og mange *flere roller og ulike aktører*. Dette byr på en utfordring mht. at IKT sub-systemer skal bidra til en effektiv, sikker og miljøvennlig godstransport. Det har i mange tilfeller vist seg vanskeligere å oppnå den kontraktuelle interoperabiliteten enn den funksjonelle og tekniske, fordi det kan være lettere å bli enig om tekniske løsninger og spesifikasjoner enn om fordeling av kostnader, inntekter og risiko.

---

<sup>15</sup> [www.iso.org](http://www.iso.org), per 9. januar 2015

<sup>16</sup> [www.cvisproject.org](http://www.cvisproject.org), per 9. januar 2015

<sup>17</sup> <https://opcfoundation.org>, per 9. januar 2015

<sup>18</sup> [www.datex2.eu](http://www.datex2.eu), per 9. januar 2015

<sup>19</sup> Interoperabilitet = evnen til to eller flere systemer til å kunne kommunisere og yte gjensidige tjenester

<sup>20</sup> [www.autopass.no](http://www.autopass.no), per 9. januar 2015

### Manglende standardisering

Selv om det finnes mange IKT-standarder som kan anvendes i godstransporten, er det fortsatt mange huller å tette for å sikre funksjonell og teknisk samordning. Organisasjoner som GS1, CEN og ISO arbeider med standarder innenfor dette området, men med så *mange ulike typer IKT-sub-systemer* i ulike sektorer vil det ta tid før alle grensesnitt er standardiserte slik at en kan legge et grunnlag for funksjonell og teknisk interoperabilitet. Det er *ulike standardiseringsorganer* for transportformene veg, bane, sjø og luft og bare dette *skaper problemer mht. samordning av informasjonsstrømmer* mellom de ulike transportformene. GS1 ser på informasjonsstrømmene innenfor verdikjeden for vareflyt, og det er lite samordning med det som skjer av standardisering innenfor transportsektoren. Overføring av godsdata fra en vareprodusent til operatøren av et transportsystem er et eksempel på hvordan to ulike verdener skal møtes og bli enig om standardiserte kommunikasjonsprosedyrer og dataelementer.

### 3.8 Muligheter og potensiale

Det ligger store muligheter og potensiale innenfor utvikling av IKT i transportsystemer mht. en mer effektiv, sikker og miljøvennlig transport av gods. Dette er nærmere beskrevet i Vedlegg A, i tilknytning til de ulike anvendelsesområdene for ARKTRANS. Disse nye mulighetene vil primært være knyttet til følgende forhold:

- *Automatisert innsamling og behandling av data* om godset og transportmiddelet fra ulike IKT sub-systemer involvert i fremføring av transportmiddel og gods
- Bedre kvalitet og omfang på data gir *mer pålitelige data* om godstransporten
- Forventet kommersialisering av eksperimentelle komponenter og programvare i IKT sub-systemer for gods og transportmiddel vil *øke tilgangen på informasjon* om godset og transportmidlet
- Lettere tilgang på gode og pålitelige data som åpner muligheten for *nye ITS applikasjoner* som kan gjøre godstransporten mer effektiv, sikker og miljøvennlig
- Nye rammeverk for avtaler mellom de ulike eierne og operatørene av IKT sub-systemene
- *Nye standarder* som dekker behovene i et samordnet IKT system hvor alle grensesnitt mellom IKT sub-systemer er dekket av internasjonale standarder, industristandarder eller ""best practice"-standarder.

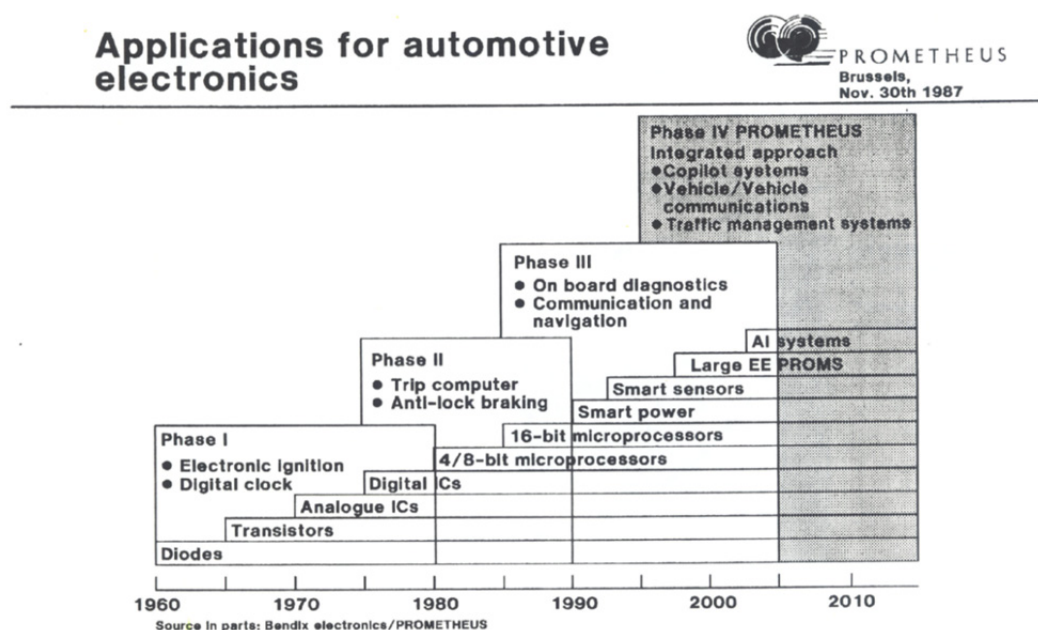


## 4 Autonome og automatiserte transportløsninger

### 4.1 Intelligente systemer i biler - historikk

I løpet av de siste tre tiårene har det vært en rekke forskningsprogrammer med mål å gi input til en stegvis innføring av intelligente systemer i biler. Eksempelvis DARPA Grand og Urban Challenge, EUREKA Prometheus, Stardust, Citymobil eller Google sin satsing på førerløs bil, bare for å nevne noen av forskningsprogrammene som har gått eller pågår i Europa og USA.

Prometheus-programmet som SINTEF deltok i, laget en utviklingsplan mot automatisert vegtrafikk (se *Figur 13*). Co-Pilot system som det refereres til i fase IV av Prometheus refererer til avansert førerstøtte ved halvautomatisk kjøring. Vehicle/Vehicle systems (V2V) referer til samvirkende system (cooperative systems/integrated approach) der biler kommuniserer med hverandre og der smarte sensorer og løsninger gir informasjon til kjøretøy fra sensorer i vegen eller fra vegholder. Det kan eksempelvis være informasjon om glatt føre fra sensorer i ESP-systemet (bilen som sensor) til biler foran deg, varsel om posisjon, hastighet og retning på andre kjøretøy som hindrer kollisjon i kryss med mere (antikollisjon) eller forvarsel om ulykke rundt neste sving.



Figur 13: Plan for utvikling og anvendelse av elektronikk i kjøretøy og vegtrafikk framlagt på første Prometheus-møte i Brussel 1987

Figur 13 viser en del av en større utviklingsplan som i stor grad er blitt fulgt. Det er i dag stor FoU-aktivitet på samvirkende system og kommunikasjon mellom kjøretøy og fra veg til kjøretøy eller visa versa. Planen innebar å utvikle automatisk støtte for kontroll av kjøretøyet under kjøring, først i lengderetningen (fartsretningen), deretter sideveis, slik at føreren i prinsippet kan slippe rattet. Utviklingen gikk tregt i starten fra ABS og Cruise Control (CC) til ACC (automatisk avstandsholder). ACC er et system som følger kjøretøyet foran i en gitt fart og avstand. De første variantene på kom på markedet på slutten av 90-tallet og opererte kun ned til en hastighet av 40-30 km/t. Den siste varianten på markedet har Stop & Go funksjon som stopper bilen når bilen foran stopper og som starter opp når bilen foran starter. Dette tillater bruk ved køkjøring. Det jobbes med varianter nå som blant annet også starter automatisk ved grønt lys.

Disse forskningsprogrammene eksemplifiserer vitenskapelig innsats som har resultert i et stort antall algoritmer, metoder og teknologier for intelligente biler. Målet for disse programmene har vært å lære, teste og utvikle teknologien i samspill med brukerne, for å utforske mulighetene som teknologien kan tilby ulike førergrupper og transportsektoren generelt. I disse studiene har en benyttet intelligente prototype-kjøretøy. Prototypene er utstyrt med sensorer som radar, laser, GPS, antenner, flere kameraer, CPUer, batterier, osv. Disse bilene demonstrer bare

gjennomførbarheten av den tekniske delen av distribusjon av intelligente kjøretøy. Det er en svært bratt sti fra disse kjøretøyene til løsninger for markedet.

## 4.2 Autonome transportløsninger

Autonom betyr selvstendig eller selvstyrende, og betegner kjøretøy, transport eller trafikksystem med høy grad av automatisering. Autonome transportløsninger er betegnelsen på en gruppe teknologier og systemer for halv eller helautomatisk transport. Et autonomt kjøretøy kan operere uten fører (førerløst) eller med føreren i kontrollsløyfen (førerstøtte). Dette er et lavere nivå av automatisering som ofte betegnes som førerstøtte eller førerassistanse der deler av føreroppgaven er overlatt til teknologien. Eksempelvis automatisk avstandsholder (ACC) der kjøretøyet følger kjøretøyet foran med en gitt avstand og makshastighet satt av føreren

Vi skiller gjerne selvstyrende (autonome) løsninger og fjernstyrte løsninger. Autonome løsninger kan være basert på fullstendig selvstyrende kjøretøy eller en gruppe av kjøretøy helt uten fører eller med fører i kjøretøyet som bare overvåker prosessen, mens fjernstyrte system transportløsninger refererer til kjøretøy eller mobile enheter som kontrolleres og overvåkes av en operatør i et kontrollrom. Fjernstyring av roboter for minerydding er eksempel på sistnevnte. Autonome transportløsninger kan i noen tilfeller bygges omkring en kombinasjon av selvstyrende og fjernstyrte mobile enheter der kjøretøy kan manøvrere en predefinert rute på egenhånd men prosessen og inngripen i prosessen kan skje ved fjernkontroll fra en operatør som overvåker transporten.

### 4.2.1 Robotteknologi

Robotteknologi for ulike anvendelser har vært fokus for forskning det siste århundret. Særlig etter den andre verdenskrig gjøres det store framskritt innen automatisering og autonome systemer for romfart og luftfart. Fram mot 1990-tallet ser vi også stadig mer anvendelse av robotteknologi innen industriproduksjon. Robotter er anvendt i industrien for å effektivisere produksjon og kutte kostnader.

På 1990-tallet øker også bruk av førerløse systemer for tog og metro. Dette gjelder primært lukkede systemer i tilknytning til flyplasser, severdigheter og lignende. Det siste tiåret har utviklingen og bruken av førerløse fly (droner) tatt av innen militære anvendelser og etterhvert innen sivil overvåkning og sivile formål. Vi ser også en utvikling innen skipsfart mot mer autonome system, fra bare en operatør på brua til helt førerløse skip og ubåter. Innen jordbruk er bruken av hel- eller halvautomatiske systemer kommet langt. System der en rekke traktorer eller skurtreskere følger en bemannet enhet i en vifteform med stor presisjon og minimal overlapp fungerer, men er ikke tillatt.

### 4.2.2 Styringssystemer

Det siste tiåret har vi innenfor en rekke sektorer sett en eksponensiell vekst i bruken av dataassistert maskinsyn (Aggarwal, 2008; Chakraborty m.fl., 2012). Dette skyldes forbedringer innen forbrukerelektronikk, reduserte kostnader til maskinvareproduksjon, og betydelige bidrag fra vitenskapelige miljøer innen utviklingen av algoritmer og fremgangsmåter. Dette er særlig framtreddende innen utvikling av intelligente transportsystemer og intelligente kjøretøy, hvor teknologiske framskritt har gjort det mulig å utvikle en rekke systemer og funksjoner for å forbedre komfort, sikkerhet og effektivitet i transport. Eksempler på slike systemer er GPS-navigasjon, automatisk cruisecontrol (ACC), kjøretøyidentifikasjon (ANPR), kommunikasjon mellom kjøretøy og alarmsentral (eCall), og mer nylig avansert førerstøtte (ADAS) som filskiftevarsler, deteksjon av fører-døsighet eller semiautomatiserte kjøresystem som platooning, parkeringsassistanse, osv.

De ovennevnte ADAS dekker et bredt spekter av tjenester, assistanse, støtte for føreren basert på sensorteknologi som gjør det mulig å innhente data fra miljøet som omgir kjøretøyet, behandle den, forstå situasjoner og iverksette handlinger (f.eks. gi informasjonen til føreren, bremse, akselerer, styre kjøretøyet, osv.). Betingelsen for å vinne markedsandeler med ADAS er å finne kostnadseffektive løsninger som kan gå ned i pris ved store produksjonsvolum. Dette er utfordrende, siden sensorsystemer ofte er basert på kostbar teknologi, eller teknologi som er vanskelig å forminske (miniaturisere).

Som ett av mange sensorsystem, blir maskinsyn betraktet som en passiv sensor sammenlignet med aktive sensorer som LIDAR og radar. Ulemper ved aktive system kan være: potensiell interferens mellom utstyr, høyere kostnad, lavere oppløsning, begrenset mulighet til å beskrive objekter og generelt lav relevans for bruk i innebygde systemer og

kostnadseffektive plattformer. Maskinsyn har økende markedsandel på grunn av: (i) større informasjonsinnhold i bilder, (ii) fremskritt innen elektronikk og optikk som gjør det mulig å redusere størrelsen og kostnaden på kameraer, (iii) økt beregningskapasitet på innebygde system, og (iv) bidrag fra vitenskapelige miljøer i løpet av siste tiår innen bilbehandling, projektiv geometri, maskinlæring og andre relaterte disipliner. Det siste punktet er viktig fordi den åpner døren til definisjonen av utallige innovative metoder samt etablering av nye tjenester.

### 4.2.3 "Human in the loop"

Utvikling innen informasjonsteknologi og automatisering har gjort store fremskritt. Samtidig ser vi at menneskelig kontroll har vært rådende designprinsipp. Det er først i de senere tiår at helt førerløse applikasjoner har sett dagens lys innen et begrenset antall domener. Men selv innenfor helt autonome/førerløse systemer, er mennesket med i styringssløyfen. Fjernstyring og styring av alt fra droner, tog, kjøretøy osv. krever at en operatør planlegger bruken, initierer oppstart og overvåker prosessen. Selv i førerløse kjøretøy for persontransport må føreren velge destinasjon, med mindre "cybertaxien" går i en fast rute. Av sikkerhetsgrunner vil det likevel være en operatør eller to som overvåker prosessen.

Innen transportområdet ser vi en utvikling fra systemer som er førersentrert, til halv- eller helautomatiske systemer som er kjøretøysentrerte eller nettverkssentrerte. Dette får konsekvenser for roller og fordeling av ansvar mellom fører/pilot, produsent og myndighetene. På sikt kan det tenkes vi ser en utvikling mot rene IKT-/ITS-tilsyn på tvers av transportformer.

### 4.2.4 Utvikling i industrialiserte land

Utviklingen av autonome kjøretøy er et ledd i satsingen på ITS. Utviklingen av ITS og halv- og helautomatiske kjøretøy har foregått litt ulikt i de ulike industrialiserte land – se Tabell 1.

Tabell 1: Historikk for utvikling av robotteknologi, automatisering og førerløse kjøretøy for ulike land

	Robotteknologi	Europa	USA	Asia
1960 -1990	Industriell anvendelse	Førerløst kjøretøy Demonstrasjon på tysk motorveg i 170 km/t og med minimal avstand "Electronic Towbar"-prinsippet	Månebil Kjører i krypfart Skiller ikke mellom skygge og fast objekt	ITS-satsing, særlig i Japan
1990 -2000	Automatiserte Tog/metro	Prometheus Stardust Chaffeur I og II	Path	Førerløse kjøretøy demonstrert på lukket område i Nagoya 2000. Basert på radar og image recognition
2000-2010	Automatiserte fjernstyrte droner (fly, båt)	Cybercars Citymobil St Olav demo 1997	Darpha challenge Off-Road	Selvstyrt demo Beijing 2007
2010-	Automatiserte hjem Autonome gressklippere og støvsugere Automatisert jordbruk	Sartre (Platooning) Autonome kjøretøy i gruvedrift	Google car Nevada lovendring John Deere	

## Europa

Utviklingen av Intelligente transportsystemer (ITS) i Europa startet innen EUREKA-prosjektet PROMETHEUS (1985-1990). Dette var Europas første ITS prosjekt, og var et initiativ fra myndigheter, bilindustri og elektronikkbransjen for å bli verdensledende på kjøretøyteknologi. Planen var å starte med utvikling av systemer for halv- eller helautomatisk kontroll av kjøretøy i lengderetningen, for deretter å fokusere på kontroll sidevegs, og til slutt på samvirkende halv- og helautomatiske systemer. Basis for denne utviklingen har vært kontroll av selve kjøretøyet. Automatisk avstandsholder (ACC) er det mest sofistikerte systemet for automatisk kjøring som er i salg nå. Det er en videreutvikling av

cruise-control (automatisk kontroll av fart) til automatisk kontroll av både fart og avstand til forankjørende. ACC forutsetter at kjøretøyet har ABS-bremser, cruise-control og ESP for å kontrollere slingring sidevegs.

Helautomatisk kontroll av kjøretøy i lengderetning, såkalt "Electronic Towbar", er et trådløst slepetau mellom kjøretøy. Dette ble demonstrert av Volkswagen allerede i 1988, i regi av PROMETHEUS-prosjektet. Prinsippet er blitt videreført i prosjektene Chaffeur I (personbil) og Chaffeur II (vogntog) i EUs 4. og 5. rammeprogram på 1990-tallet. Ulike systemer for å kontrollere posisjon sidevegs er prøvd ut. Dette betegnes som Lane Keeping-systemer. Lane Keeping kan være basert på sensorer i selve kjøretøyet alene eller i kombinasjon med transpondere i vegnettet, og er prøvd ut for flere år siden både i Europa og USA.

SINTEF Transportforskning utførte for et par år siden utprøving av Lane Keeping med RFID-brikker nedfelt i asfalten på E6 sør for Trondheim i regi av prosjektet WAYPILOT. Dette var et samarbeid med Statens vegvesen og en teknologileverandør. Fokus var på plassering av RFID-brikker, funksjonsstabilitet, nøyaktighet, bortfall av signal og grensesnittet mot fører (HMI). Bilindustrien har i stor grad rettet innsatsen mot Lane Keeping basert på ulike sensorsystem i kjøretøy, slik som ulike teknologier for maskinsyn og billedanalyse. Disse systemene er avhengig av vegmerking, kantstein eller tydelige brøytekanter for å fungere.

Innenfor 6. rammeprogram (FP6) i EU deltok SINTEF i prosjektet CITYMOBIL<sup>21</sup> der fokus var på utvikling og demonstrasjon av autonome transportsystemer i by. SINTEF hadde ansvaret for å se på hvilke lovmessige og sikkerhetsmessige hindringer (barrierer) det er mot innføring av automatiske kjøretøy på Europeiske veier.

Flere prosjekter innen EUs 7. rammeprogram (FP7) ser på halv- eller helautomatiske kjøretøy, bl.a.:

#### SARTRE<sup>22</sup>:

I SARTRE-prosjektet gjøres det forsøk med såkalt *Platooning*<sup>23</sup> - automatisert kolonnekjøring. Det er et system der et kjøretøy leder en rekke andre i en tettpakket kolonne på motorveg. Ledekjøretøyet styres manuelt av en fører, mens kjøretøy i kolonnen følger automatisk. Fokus her er blant annet på hvordan kjøretøy kobles på og av kolonnen, og hvordan grensesnittet mot den enkelte fører i kolonnen skal være slik at føreren til enhver tid er klar over hvilken modus kjøretøyet er i (automatisk eller manuell) og hva føreren må gjøre ved på- eller avkopling fra kolonnen.



Figur 14: SARTRE test av platooning

Som illustrert i Figur 14, kan lastebilen bidra til automatisering uten at den selv kjøres automatisk. Med et næringskjøretøy først og personbiler som legger seg i en kolonne bak denne bilen, vil lastebilen kjøres manuelt, mens personbilene kjører autonomt.

#### COMPANION<sup>24</sup>:

Også dette prosjektet dreier seg om platooning for tunge kjøretøy, og hva som skal til for at dette skal kunne gjennomføres i praksis<sup>25</sup>. I tillegg til de tekniske og sikkerhetsmessige aspektene ved slike løsninger, ser prosjektet særlig på hvordan kjøretøy kan slutte seg til og forlate kolonnen. Prosjektet har som mål å gjennomføre test av det fulle systemet på spanske veier i løpet av 2016.

<sup>21</sup> [www.citymobil-project.eu](http://www.citymobil-project.eu), per 12. september 2014

<sup>22</sup> [www.sartre-project.eu](http://www.sartre-project.eu), per 12. september 2014

<sup>23</sup> [www.cnet.com/news/platooning-the-future-of-freeways-is-lining-up/](http://www.cnet.com/news/platooning-the-future-of-freeways-is-lining-up/), per 25. sept. 2014

<sup>24</sup> [www.companion-project.eu](http://www.companion-project.eu), per 12. sept. 2014

<sup>25</sup> [www.scania.com/media/pressreleases/N13028EN.aspx](http://www.scania.com/media/pressreleases/N13028EN.aspx), per 25. sept. 2014

### Drive Me<sup>26</sup>:

Volvo Cars har en ledende rolle i verdens første storskala pilotprosjekt på autonom kjøring. Det innebærer at 100 av Volvo sine selvstyrte biler kjører på offentlig vei i dagligdagse kjøreforhold i området rundt Göteborg. Prosjektet "Drive Me – Self driving cars for sustainable mobility" er et felles initiativ mellom Volvo Car Group, det svenske Trafikverket, den svenske Transportstyrelsen, Lindholmen Science Park og byen Göteborg, og er godkjent av den svenske regjeringen. Piloten vil innebære at selvstyrte biler bruker og kjører på ca. 50 km av utvalgte veier i og rundt Göteborg, som er typiske pendleruter og med motorveiforhold med hyppige køer.

"Drive Me"-prosjektet vil fokusere på samfunnsmessige og økonomiske fordeler autonome kjøretøy kan gi mht. forbedret trafikkavvikling (effektivitet), trafikkmiljø og trafikksikkerhet; hvilke krav systemet stiller til infrastruktur for autonom kjøring, typiske trafikksituasjoner egnet for automatisk kjøring; brukernes tillit til automatikken, og hvordan omkringliggende førere vil samhandle med autonome kjøretøy. Prosjektet starter i 2014 med forskning og teknologiutvikling, samt utbygging av et brukergrensesnitt og cloud-funksjonalitet for håndtering av data. De første bilene er ventet å være på veiene i Göteborg innen 2017. Prosjektet omfatter også helautomatisk parkering, som vil tillate føreren å forlate bilen ved innkjøringen til parkeringshuset, mens bilen selv finner en ledig plass og parkerer av seg selv.

Målet er at bilen skal være i stand til å håndtere alle mulige trafikksituasjoner av seg selv, inkludert å forlate trafikken og finne en trygg tilstand/plass hvis føreren av en eller annen grunn ikke er i stand til å gjenvinne kontrollen. Denne pilotstudien på offentlige veg vil gi verdifull innsikt i de samfunnsmessige fordelene (og eventuelle forbedringspunkt) ved å gjøre autonome kjøretøyer en naturlig del av trafikkmiljøet. Smarte biler er en del av løsningen, men bærekraftig personlig mobilitet er målet på sikt. Det legges opp til utstrakt tverrfaglig samarbeid i prosjektet. Tverrfaglig samarbeid er nødvendig for at selvstendig drevne biler skal kunne bevege seg trygt i miljøer med ikke-selvstyrte biler og myke trafikanter.

### Kina

Satsing på førerløse kjøretøy startet først på slutten av 90 tallet. En "Electronic towbar"-variant der to kjøretøy fulgte hverandre ble demonstrert på lukket bane av kinesiske myndigheter under ITS World Congress i Beijing i 2007. Kjøretøy 1 hadde fører og kjøretøy 2 fulgte automatisk uten fører. Kineserne var tilbakeholden med å gi info om systemet, men to store kamera i frontruten tyder på at systemet var delvis basert på "image recognition and guidance", sannsynligvis i kombinasjon med system for automatisk avstandskontroll (ACC).

## 4.3 Automatisering innen transportrelaterte anvendelser

### 4.3.1 Applikasjoner innen jordbruk

Presisjonslandbruk har tatt av og mange traktorer leveres nå med fabrikkmontert utstyr. Norsk Navigasjon var før finanskrisen i gang med større prøveprosjekt på automatisert jordbruk. De hadde en agenturavtale med Trimble i USA. Norsk Navigasjon kom i gang med prøveprosjekt i Danmark der det ble oppnådde høy presisjon i forhold til både posisjonering av kjøretøy, og regulering av høyde på skjær. På grunn av finanskrisen stoppet salget, og prosjekter både i Danmark og Norge ble terminert. I følge Trimble i USA er lovverket en årsak til at bruken av autonome kjøretøy i landbruk har fått beskjeden utbredelse så langt. Det er eksempler på vellykket bruk flere steder i USA, men lovverket krever at det til enhver tid skal være en person bak rattet i det autonome landbrukskjøretøyet. Dermed er det ingen kostnadsbesparelse i redusert bemanning. I følge Norsk Navigasjon var det i tillegg et problem at Trimble ikke hadde tilstrekkelig utviklet system for antikollisjon. Lederen i Norsk Navigasjon instrumenterte en traktor tenkt for autonom vinterdrift av en privat setervei i Snåsa. Kjøretøyet opererte vinterdrift på veien utmerket uten fører, men bruken ble stoppet på grunn av at driften var i strid med veitrafikkloven.

<sup>26</sup> [www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/145619/volvo-car-groups-first-self-driving-autopilot-cars-test-on-public-roads-around-göteborg](http://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/145619/volvo-car-groups-first-self-driving-autopilot-cars-test-on-public-roads-around-göteborg), per 12. sept. 2014

### Generelt inntrykk:

- *Autonomt* eller *semi-autonomt* jordbruk er fortsatt på forsknings-/prototypstadiet
- Grunnteknologi for lokalisering og lavnivå styring av maskinene er på plass (autostyringssystemer/fjernstyringssystemer)
- Det er utfordringene innen autonomi, som fortsatt mangler:
- Deteksjon og håndtering av usikre, potensielt farlige situasjoner
- Trygg operasjon under usikkerhet både for maskin og miljøet rundt (inkludert mennesker)
- Intelligent planlegging og robust utførelse "fra A til Å"
- *Autostyringssystemer* (for presisjonsjordbruk) er modent
- GPS (inkl. RTK-varianter) og laseravstandsmåling er teknologier i bruk for posisjonering

### Eksempler på leverandører og produkter:

#### John Deere<sup>27</sup>:

John Deere leverer ulike systemer som *GreenStar* og *StarFire* (Figur 15) for ulik grad av fjernstyring av landbruksmaskiner, og har laget en prototyp autonom traktor, men denne er verken i produksjon eller salg.

#### ASI Robots<sup>28</sup>:

Selskapet gir inntrykk av å kunne levere en robotplattform kalt *Forge*, altså en plattform som kan fjernstyres og lokaliseres. De skal i tillegg ha implementert noe rundt obstacle detection og avoidance, men det er veldig uklart hva som faktisk er implementert. ASI Robots ser også på løsninger innen gruvedrift og bilindustri.

#### Trimble<sup>29</sup>:

Trimble leverer delprodukter og komplette løsninger for automatisert landbruk, basert på GPS-posisjonering, styringsteknologi, korreksjonsteknologi og komplette kontroll- og operasjonssentre med blant annet kopling til værvarsel. Trimble har kommet veldig langt i utviklingen av komponenter i traktorer/landbruksmaskiner for autonom drift. I tillegg er de ledende på teknologi for høydejustering av utstyr. Norsk Navigasjon var også deleier i et selskap som bygget ut infrastruktur i Danmark basert radio- og GSM-baserte bakkestasjoner i "bikube-mønster" (heksagoner) som ga 2 cm presisjon i de utbygde regionene. Det er ellers vanlig med 10-50 cm presisjon i posisjonering ved bruk av GPS med GSM-korreksjon, og 3-5 meter uten korreksjon. Norsk Navigasjon var også i gang med prøveprosjekt i Norge, og hadde blant annet en avtale med Jarlsberg Gård.

SITECH Norway AS er Trimbles autoriserte forhandler av produkter til bygg- og anleggsbransjen i Norge, og leverer blant annet hjullastere. De har for tiden ingen avtalepartner på landbruksprodukter og tjenester.

Ved Norges Landbrukshøyskole på Ås er det FoU-aktivitet på Automatisert landbruk. De jobber med en robot for drift av frukthager med en rekke sensorer for dette innebygd. Det er ingen FoU-aktivitet på leder-slave-systemer der for tiden.



Figur 15: Eksempler på utstyr for fjernstyring av landbruksmaskiner

<sup>27</sup> Se for eksempel [http://www.deere.com/wps/dcom/en\\_US/regional\\_home.page](http://www.deere.com/wps/dcom/en_US/regional_home.page), per 12. sept. 2014

<sup>28</sup> [www.asirobots.com/farming/](http://www.asirobots.com/farming/), per 12. sept. 2014

<sup>29</sup> [www.trimble.com/agriculture/index.aspx](http://www.trimble.com/agriculture/index.aspx), per 12. sept. 2014

*Autonomous Tractor Corporation (ATC)*<sup>30</sup>:

Dette selskapet har utviklet The Spirit™, en beltegående førerløs traktor/gressklipper som bruker et laser-basert lokaliseringssystem de kaller "dual APS system".

*Fendt*<sup>31</sup>:

Fendt har utviklet GuideConnect, der én fører kan styre to traktorer under leader-follower prinsippet. Det vil si at fører styrer én traktor, mens den andre traktoren kopierer bevegelsene men holder seg litt unna (bak/ved siden). Fendt hevder at en slik unngår mange regulatoriske problemer for implementering av autonomi. Systemet bygger på bruk av RTK-GPS, og trådløs kommunikasjon mellom kjøretøyene.



Figur 16: Beltegående førerløs traktor/gressklipper

*Kinze*:

Kinze-systemet ser ikke ut til å være et etablert produkt, men det er gjort utstrakte eksperimentelle forsøk<sup>32</sup>, inkludert utlån av prototyper til bønder for uttesting over en tre-ukers periode. Systemet får traktor til å følge etter skurtresker på egen hånd. Skurtreskeren kjøres av en operatør, som gir kommandoer som "stopp", "følg meg", "less av", "parker".

TORC robotics leverer Drive-by-Wire<sup>33,34</sup> kit (fjernstyringen) til Kinze-systemet. Samme selskap har levert bl.a. til DARPA urban challenge deltakere.).

*Case IH*:

Case International Harvester (IH) leverer V2V-systemer<sup>35</sup> for presisjonsjordbruk, tilsvarende John Deere, og samarbeider med John Deere og Kinze rundt "driverless tractor". Skal være "supervised autonomy", altså at føreren sitter i førerhuset og overvåker, men traktoren tar i utgangspunktet egne avgjørelser angående fart og retning. Dette tilsvarer Sheridans level of automation (LOA), nivå 7 (Parasuraman m.fl., 2000).

### 4.3.2 Applikasjoner innen landtransport

#### Generelt inntrykk:

*Grad av autonomi* går fra helt selvstyrte biler (Google driverless car) til fjernstyrte gravemaskiner og dumpere (minerydding på Hjerkin) og avanserte autonome kjøretøy innen militær forsyningsjeneste som opererer i komplekse uforutsigbare miljøer i vanskelige vær og føreforhold. Tungbilindustrien, som f.eks. SCANIA har avanserte løsninger for autonome kjøretøy under utvikling og utprøving på offentlig veg.

*Teknologisk* finnes det klart sensorløsninger med nok nøyaktighet, men det er flere *juridiske utfordringer* omkring førerløse biler.

*Autonome* (selvstyrende) kjøretøyer til bruk i gruveindustrien, militære, snørydding og persontransport er under stadig utvikling. Det arbeides med å utvikle kostnadseffektive, robuste og fleksible løsninger. Teknologien knyttet til *førerstøttesystemer* finnes kommersielt som enkeltsystemer, men det er ennå ikke benyttet i sammenheng bortsett fra i forskningsprosjekter og i militære kjøretøy.

<sup>30</sup> [www.autonomoustractor.com](http://www.autonomoustractor.com), per 12. sept. 2014

<sup>31</sup> [www.agcocorp.com/GuideConnect.aspx](http://www.agcocorp.com/GuideConnect.aspx), per 12. sept. 2014

<sup>32</sup> [farmindustrynews.com/precision-guidance/kinze-s-autonomous-tractor-system-tested-field-farmers](http://farmindustrynews.com/precision-guidance/kinze-s-autonomous-tractor-system-tested-field-farmers), per 12. sept. 2014

<sup>33</sup> [www.torcrobotics.com/index.php/systems/drive-by-wire](http://www.torcrobotics.com/index.php/systems/drive-by-wire), per 12. sept. 2014

<sup>34</sup> [www.torcrobotics.com/index.php/systems/autonomous](http://www.torcrobotics.com/index.php/systems/autonomous), per 12. sept. 2014

<sup>35</sup> [farmindustrynews.com/precision-guidance/new-driverless-tractor-grain-cart-systems-coming-year](http://farmindustrynews.com/precision-guidance/new-driverless-tractor-grain-cart-systems-coming-year), per 12. sept. 2014

## Eksempler på prosjekter, leverandører og produkter:

### Førerløs minerydding på Hjerkinn<sup>36</sup>

Gravemaskin og dumpere fjernstyres fra egen container. Teknologien er utviklet i stor grad av Maritime Robotics<sup>37</sup>, firma i Trondheim som jobber med autonome farkoster.



Figur 17: Førerløs minerydding på Hjerkinn

### Driverless car:

BMW og Audi presenterer førerløs bil på elektronikk-messe i 2014<sup>38</sup>. I følge denne CNN-artikkelen er hovedproblem/-utfordring med å gjøre teknologien tilgjengelig, knyttet til lover og regelverk. Særlig er forsikring og ansvar krevende: hvis et kjøretøy havner i en ulykke som medfører skader, hvem er da ansvarlige?

### Google driverless car<sup>39</sup>:

Bilen er utstyrt med en kraftig sensorpakke, GPS og i tillegg en laser radar (LIDAR) for å kunne lage seg et 3D-kart over omgivelsene (SLAM). 3D-kartet sammenlignes med tilgjengelig verdenskart, og lager deretter en datamodell som den styrer etter. Google jobber også med å lage en førerløs taxi-tjeneste<sup>40</sup>.

### Autonome mobile kjøretøyer i gruveindustrien:

Aktører i bransjen søker industripartnere for langsiktig forskning. Gruvedrift er aktivitet der en forventer en videreutvikling som på sikt vil gjøre industrien i stand til å fjernstyre kjøretøyer i "on sight"-operasjoner. Scania er én av flere industripartnere i forskningsakademiet "Utvikling av autonome kjøretøyer for gruveindustrien", der en har valgt å satse på følgende hovedområder for videre forskning:

- Logistikkoptimalisering – Transporteffektivitet
- Beslutningsstøtte basert på modellering og simulering av systemer
- Grønne transportløsninger
- Økonomiske evalueringsmodeller, nytte-/kostnadsanalyser.
- Optimalisering av operasjoner på stedet. Kommandosenter og bruk av ledekjøretøyer
- Fordeling av intelligens mellom operasjonssenter og kjøretøy
- Sikker kommunikasjon
- Støttesystemer for beslutninger ("hva hvis"-scenario)

<sup>36</sup> se [www.klikk.no/produktthjemmesider/vimenn/reportasje/article858512.ece](http://www.klikk.no/produktthjemmesider/vimenn/reportasje/article858512.ece), per 12. sept. 2014

<sup>37</sup> [www.maritimerobotics.com](http://www.maritimerobotics.com), per 12. sept. 2014

<sup>38</sup> [edition.cnn.com/2014/01/09/tech/innovation/self-driving-cars-ces/](http://edition.cnn.com/2014/01/09/tech/innovation/self-driving-cars-ces/), per 12. sept. 2014

<sup>39</sup> [en.wikipedia.org/wiki/Google\\_driverless\\_car](http://en.wikipedia.org/wiki/Google_driverless_car), per 12. sept. 2014

<sup>40</sup> [www.techradar.com/news/car-tech/google-may-be-designing-its-own-self-driving-cars-tinkering-with-robo-taxis-1175511](http://www.techradar.com/news/car-tech/google-may-be-designing-its-own-self-driving-cars-tinkering-with-robo-taxis-1175511), per 12. sept. 2014



- Operasjonssenterets brukergrensesnitt og kontrollmulighet, inkludert det psykologiske aspektet.
- Intelligent styring og logistikk for operasjoner på stedet
- Sosial aksept for automatisk transport
- Standardiserte førerløse kjøretøyer
- Sammensetning av sensorer (radar, kamera, GPS etc.)
- Objektgjenkjenning og analyse
- Optimalisert ruteplanlegging
- Automatiske kontrollalgoritmer
- Sammenhengende kartoppdatering
- Kommunikasjon til og mellom kjøretøyer og kontrollsentere på steder
- Beslutningstaking
- Operasjonell sikkerhet og funksjonssikkerhet
- Betingelsesbasert vedlikehold og overvåkning
- Datainnsamling

Forskningsakademiets akademiske partnere er; Universitetet i Narvik, Universitetet i Luleå, Universitetet i Norland. Det kan være aktuelt med flere akademiske partnere.

#### *Scania - utvikling av autonome kjøretøyer for gruveindustri i nordområdene:*

Scania<sup>41</sup> har virksomhet i ca. 100 land og har mer enn 35 000 ansatte. De har avdeling for forskning og utvikling i hovedsak i Sverige, tett på selskapets produksjonsenheter.

Scania CV AB har i dag Autonome kjøretøyer i drift i et testmiljø. Testingen foregår på en lukket strekning i Sverige med et kjøretøy der ruten er blendet. For å videreutvikle konseptet har det vært ønskelig å videreutvikle dette i en større skala. Dersom dette gir positive resultater, kan disse bilene industrialiseres i 2018/20. Scania har et samarbeid med Saab Security som arbeider med styringsverktøy, logistikk og ledelse.

Scania har over lengre tid sett på muligheter til å teste ut dette konseptet i samarbeide med gruveindustrien. Målet er å få i gang et prosjekt der bruken av slike kjøretøyer gir mulighet for å realisere en pilot på en strekning på 14-16 km.

Det er utarbeidet et konkret estimat for gruveindustrien der driftskostnader kan reduseres opp mot 50 % ved bruk av autonome kjøretøy, selv om investeringskostnadene trolig blir noe høyere. Estimater er basert på en beregning av dagens situasjon med tre skift a 7,5 timer, førerlønn, drift- og vedlikeholdsutgifter sammenlignet med bruk av autonome kjøretøyer som går 24 timer, investering som nedbetales på 3 år. Begge situasjonene er beregnet med kjøring på en mil til og en mil fra opplastingsstedet.

Fordelene autonome kjøretøyer vil ha for gruveindustrien, er i følge Scania mange. De førerløse bilene kan utformes ute kjørerhytte og dermed bli lavere enn dagens kjøretøyer. I tillegg kan de bygges i materialer som gir lavere vekt. Lavere kjøretøyer som kjører i rekke (avstander ned mot 1 sekund mellom kjøretøyene) vil også kunne bidra til lavere drivstofforbruk. Kjøretøyene vil kunne manøvrere like bra i begge retninger og kjøre med en nøyaktighet som vil kreve mindre avstand til bergveggen enn i dag.

I tillegg til gruveindustrien ser Scania et marked for autonome kjøretøyer til bruk på havner, i forsvaret, på flyplasser og innenfor autonom godstransport på veg. Scania har i dag ansatte som jobber med videreutvikling av teknologien knyttet til autonome kjøretøy. De ser blant annet på mulighetene for å få kjøretøyene til å ta valg mennesker i dag gjør basert på erfaringer, f.eks.:

- Vurdering av fare for glatt veg ved visse temperaturer, og dermed behov for å legge om kjørestilen.
- Visuell kontroll som kan avsløre om en stein er liten nok til å kjøres over eller om det er grunn til å foreta stans og eller unnamanøver.
- Gjenkjenning av mennesker (eldre, barn, eller voksne) og derav forventinger om bevegelsesmønster fra det detekterte objektet.

---

<sup>41</sup> [www.scania.no/om-scania/scania-konsernet/](http://www.scania.no/om-scania/scania-konsernet/), per 12. sept. 2014

### 4.3.3 Automatisering i terminaler

#### Automated guide vehicles (AGVer) i containerterminaler:

Rotterdam havn var tidlig ute med automatiserte løsninger – der er AGVer benyttet i containerterminaldriften helt siden 1990-tallet<sup>42</sup>. AGVerne benyttes ved forflytting av containere mellom skip og lager (stack), og har nå en oppgitt lastekapasitet på 60 tonn, dvs. to 20-fots containere. Ved ETCs (Europe Container Terminals) automatiserte terminal i Maasvlakte benyttes flere hundre slike kjøretøy, og det oppgis at fra 2013/2014 vil batteridrevne Lift-AGVer kunne overflødiggjøre bruk av egne stable-kraner som hittil er benyttet til løft av containerne inn og ut av lagerhyllene. Den utvidede funksjonaliteten mht. løft gir økt effektivitet i terminalen, og batteridrift gir mindre støy og null lokale utslipp til luft.

### 4.3.4 Applikasjoner for innendørs bruk

Vi har her fokusert på innendørs applikasjoner. Det finnes også erfaringer fra automatisk vareforsyning/ containerhåndtering utendørs er dette i drift på havner i Rotterdam.

#### Generelt inntrykk:

*Autonome roboter* til frakt av varer er forbi forsknings-/prototypstadiet og finnes i dag som kommersielle produkter for bruk i driftssituasjoner.

#### Eksempler på leverandører og produkter:

##### Swisslog - Automatic Guided Vehicle (AGV) – Robottraller

Swisslog har hovedkontor i Buchs/Aarau i Sveits og er spesialister på helseforetak- og varehusdistribusjonsløsninger.

*TransCar*<sup>43</sup> benytter fleksibel lasernavigasjon i eksisterende bygningsstruktur til manøvrering. Sikkerheten ivaretas gjennom lyd og visuelle signaler, automatiske stoppknapper, optiske sensorer som detekterer hindringer og sensorer i støtfanger får kjøretøyet til å stanse dersom det møter hindringer. Trallen kan frakte varer på opptil 500 kg og beveger seg automatisk langs preprogrammerte ruter etter faste tidsskjema. Det trådløse nettverket benyttes til kommunikasjon for åpning av dører og bestilling av heis. Robottrallen okkuperer hele heisen blant annet med tanke på sikkerhet i forhold til brann. Med tanke på brann er det også lagt opp til trådløs kommunikasjon som hindrer robottrallen i å bli stående i døren slik at branndører ikke lukkes.



Figur 18: Swisslog TransCar

*AGV*<sup>44</sup> (Automated Guided Vehicles) har typisk en hastighet på 2,0 m/s og kan ta vekt opp til 1 000 - 4 000 kg. Den benytter laser til navigasjon og kommuniserer via WLAN. For sikkerhet benyttes laser-puls støtfanger.



AGV



Hybrid AGV



CarryPro

Figur 19: Automated Guided Vehicles

<sup>42</sup> [www.portofrotterdam.com/en/Business/containers1/Pages/container-workhorse-style.aspx](http://www.portofrotterdam.com/en/Business/containers1/Pages/container-workhorse-style.aspx), per 17.sept. 2014

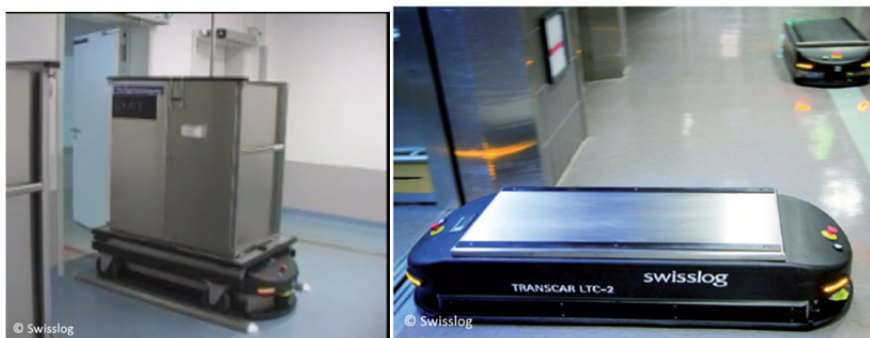
<sup>43</sup> [www.swisslog.com/transcar](http://www.swisslog.com/transcar)

<sup>44</sup> [www.swisslog.com/en/Products/WDS/Automated-Guided-Vehicles](http://www.swisslog.com/en/Products/WDS/Automated-Guided-Vehicles)

*Hybrid AGV* har en hastighet på 1,2 m/s og kan ta laster opp til 1 500 kg. Den navigerer ved hjelp av laser og kommuniserer via WLAN. For sikkerhet benyttes et varslingsystem og et automatisk stopp-system.

*CarryPro* kjører i 1 m/s og kan ta vekt opp til 1 000 kg. Den benytter optisk navigering og kommuniserer via WLAN. For sikkerhet benyttes laser-puls støtfanger.

*Robottraller (Swisslog AGV)* benyttet til varetransport ved St Olav hospital i Trondheim:



Figur 20: Førerløs internttransport ved St. Olavs hospital

De automatiserte kjøretøyene benyttes til å transportere vogner med forsyninger til og fra sentrene på sykehusområdet. Vognene kan inneholde forbruksvarer, sterilt sirkulasjonsgods, mat fra forsyningskjøkken til senterkjøkken, rent og skittent tøy, legemidler, post, kildesortert avfall og risikoavfall. AGV-ene leverer og henter vogner etasjevis på egne stasjoner nær heisene. Trallene trilles manuelt inn i det kliniske området. Trallene henter varegrupper etter en plan med faste tider. Avsender legger en transportbrikke i vognene. Brikken inneholder informasjon om hva som er i vognene, hvor de skal, og beskjed om å returnere til avsender. Rutene som trallene benytter må holdes fri for alle hindringer, hvis ikke stanser transporten. Når trallen benytter heis, blir heisen gjort utilgjengelig for andre. Feil som kan oppstå er at AGV-en blir stående på parkeringsplassen og okkuperer plassen for annen leveranse, feiladressering, feilparkering i hentestasjon og manglende transportbrikke i vognen.

På St Olavs hospital ble det i 2005 innført 21 stk. AGVer som beveger seg langs 4 500 m til 114 stasjoner og kontrolleres av PC (TCMS).

#### 4.4 Lovmessige barrierer

Innen vegtransport har en av de største barrierer for utvikling av førerløs transport, vært vegtrafikklovgivningen. Her står vi ovenfor en dramatisk og systematisk endring i måten å tenke sikkerhet på (paradigmeskifte). Nevada godkjente nylig en lov som tillater selvstyrte biler på veier fra 1. mars 2012. Loven pålegger at autonome biler må gjennomgå et omfattende program for testing og lisensiering. Alle autonome biler må ha røde nummerskilt slik at de raskt kan identifiseres av andre. Det første nummerskiltet ble gitt til Googles autonome Toyota Prius prototype.

California har også nylig vedtatt en lov om selvstyrte biler (bare 6 uker etter Nevada). Californias lover går ikke fullt så langt som i Nevada. Det første trinnet i loven er å definere nøyaktig hva en autonom bil er og ikke er:

Biler med kjørefeltstøtte og overvåkningssystemer for blindsoner kvalifiserer ikke som "førerløst" hvis de ikke faktisk kan kjøre selv. Loven sier at bruken av selvstyrte biler nå vil bli regulert. Alle autonome biler må ha en *lett aktiverbar mekanisme for å stenge/stoppe de autonome funksjoner*. Det er også lovpålagt at *bilene må ha en trenet sjåfør i forsetet*. To endringer følger denne loven:

- Lov om elektriske biler utvidet til å omfatte/ tillate autonome kjøretøy
- Fritak fra lov om bruk av mobiltelefon, teksting m.m. under kjøring

Dette innebærer at føreren i autonome kjøretøy kan holde på med aktiviteter som av sikkerhetsgrunner er forbudt i kjøretøy med manuell kontroll.

Det er rimelig å anta at det er politiske og økonomiske motiver bak lovendringene som tillater selvstyrte biler, samt at teknologien er verifisert pålitelig og trafiksikker gjennom omfattende og langvarig testing i regi av Google.

Google har utstyrt en Toyota Prius med en rekke sensorer for å kunne navigere trygt på offentlig veg, uten bilfører<sup>45</sup>. Sentrale styringskomponenter er:

- GPS-mottaker
- LIDAR, en roterende sensor på biltaket som skanner mer enn 60 meter i alle retninger. Dette genererer et presist 3D-kart av bilens omgivelser (SLAM).
- Posisjonsestimator, er en sensor montert på venstre bakhjul som måler små bevegelser bilen gjør, som støtte til presis posisjonering av bilen på kartet.
- Videokamera montert på innsiden av frontruta nær bakspeilet detekterer trafikklys og bevegelige hinder (eks. syklist, fotgjenger)
- Radar: For å fastslå avstand til mer fjerne objekter (200-300 m) er det montert tre radarenheter i fronten på bilen, og en bak.



Figur 21: Google sin prototyp på selvstyrte bil

#### 4.5 Faktorer det må tas hensyn til ved innføring av autonome transportløsninger

Et naturlig element i en eventuell prosess fram mot autonome løsninger for godstransport, vil være å gjennomføre en GAP-analyse. En slik analyse fokuserer på hva status er i dag og hva som skal til for å komme dit en ønsker. Analysen kan brukes til å identifisere forhold som må avklares og som et grunnlag for investering av tid, penger og menneskelige ressurser for å nå målet.

GAP-analysen har en rekke punkter:

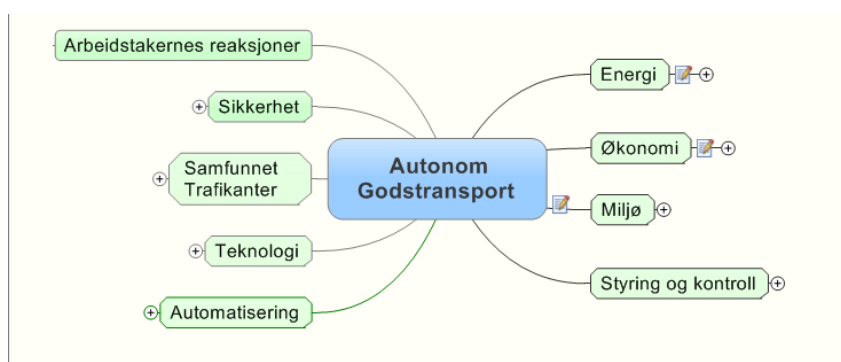
- Beskrive eksisterende teknologi og prosedyrer
- Beskrive resultat av eksisterende driftsløsninger
- Identifisere ønsket mål
- Identifisere prosessen fram til ønsket mål
- Identifisere gapet
- Beskrive hvordan gapet kan lukkes
- Prioritere tiltak for å lukke gapet

Vi vil her ta for oss alle de viktigste momentene i punktlisten, men de endelige prioriteringene av tiltak for eventuelt å lukke gapet ligger hos transportmyndighetene.

Eksisterende teknologi og autonome transportløsninger er beskrevet tidligere i dette kapitlet. Et utgangspunkt for en GAP-analyse kan være å overføre et velprøvd system/teknologi for automatisering over til godstransport.

Hvis vi sammenligner med og overfører prinsipper for automatisert landbruk, der en robot-slave teknologi er *utprøvd* i en "conga-line" med innhøsting eller pløying i en vifteform (bemannet leder og etterfølgende robot-slaver) så vil det kunne avdekke forhold det er viktig å ta hensyn til. Så langt vi har avklart, er slike systemer imidlertid *ikke i drift* innen jordbruk på verdensbasis, blant annet på grunn av juridiske hindringer.

<sup>45</sup> se f.eks. [http://en.wikipedia.org/wiki/Google\\_driverless\\_car](http://en.wikipedia.org/wiki/Google_driverless_car), per 12. september 2014



Figur 22: Faktorer det må tas hensyn til ved evt. innføring av autonom godstransport

#### 4.5.1 Arbeidstakernes reaksjoner

Automatisering av arbeidsoppgaver medfører ofte negative reaksjoner fra berørte arbeidstakere. En prosess med innføring av autonom godstransport bør forberedes med hensyn til behandling og involvering av relevant tillitsvalgte og arbeidstakerorganisasjoner.

#### 4.5.2 Sikkerhet

##### Ansvar, lover og reguleringer:

Eventuelle lovmessige forhold som kan være til hinder for innføring av autonom godstransport i Norge må utredes og avklares. I utgangspunktet er det et anvendelsesområde med høye krav til sikkerhet. Ferdsel i vegtrafikk er strengt regulert og overvåket. Det bør likevel kunne ligge vel til rette for transportløsninger med autonome kjøretøy, siden den svenske transportstyrelsen i sin analyse ikke har funnet grunnlag i gjeldende lover og retningslinjer som hindrer slike transportløsninger, - så lenge det er en fører som overvåker og kan gripe inn til enhver tid. Denne analysen og resultatet har så langt åpnet for prøveprosjekt med 100 autonome kjøretøy for persontransport i Gøteborg (Drive-Me prosjektet), og et EU-prosjekt med autonome kjøretøy for godstransport i kolonne.

##### Pålitelighet:

Krav til og verifisering av pålitelighet til teknologi involvert i autonome transportløsninger er diskutert nedenfor under kapittel 4.5.4 Teknologi.

##### Konflikter med andre kjøretøy og objekter:

I utgangspunktet er offentlig veg åpen for annen trafikk, når autonom transport pågår. For å sikre at det likevel ikke oppstår konflikter, bør det ved evt. innføring av autonom godstransport på veg sikres at:

- Krav til funksjonalitet som *hindrer kollisjon* med andre kjøretøy og objekter, legges inn i kravspesifikasjon
- Krav til funksjonalitet legges inn for å *hindre skade* på faste installasjoner eller trafikanter
- Software-arkitektur spesifiserer objekter som skal unngås under kjøring
- Verifisering av sikre driftsløsninger gjennomføres under pilotprosjekter
- Stegvis innføring fra halvautomatisk til helautomatiske autonome driftsløsninger for godstransport

##### Barrierer:

Sikkerhetsbarrierer innføres både for kjøretøy og operasjon av autonome kjøretøy for godstransport som spesifisert under "*Teknologi*" og "*Konflikter*" med andre trafikanter og objekter. Viktige moment her er:

- Redundans i sensorteknologi
- Software-arkitektur og funksjonalitet som garanterer "sikker tilstand/posisjon"-opsjon i gitte situasjoner
- Overvåkning av autonome transportløsninger
- Mulighet for fjernstyring

### Sårbarhet:

Ethvert system som har et element av trådløs styring kan hackes og utsettes for sabotasje. For å redusere sårbarhet er det viktig at:

- Vern mot hacking tas hensyn til i kravspesifikasjon til leverandør av kjøretøy/system for autonom godstransport
- Sikkerhetsbarrierer er lagt inn i kjøretøy og drift av disse

### 4.5.3 Samfunnet/trafikanter

Innføring av autonom godstransport vil sannsynligvis vekke interesse i media. Det er viktig at vegmyndighetene og speditører er godt forberedt på spørsmål omkring sikkerhet, barrierer, overvåkning av "roboter", autonome kjøretøy og ivaretagelse trafikantenes trygghet og regularitet i trafikkavvikling.

### 4.5.4 Teknologi

#### Pålitelighet

Et sentralt spørsmål i veikart mot autonom godstransport på norske veger, er hvor langt teknologien er kommet i retning av autonome kjøretøy og hvor pålitelig denne teknologien er med hensyn til teknisk svikt og funksjon under ulike værforhold. Teknologien som inngår i autonome kjøretøy aktuell for autonom godstransport, er i stor grad utviklet av bilindustrien og underleverandører til denne. Noen av underleverandørene betjener også det militære markedet for autonome kjøretøy. Både produksjonsfeil i hardware og feil i software kan føre til teknisk svikt, men det skjer uhyre sjelden. Det ser vi blant annet basert på rapporter Statens vegvesen sine ulykkesanalysegrupper (UAG) og studier SINTEF har utført blant norske bilførere med avansert førerstøtte som ACC og ESP. Det er i bilindustrien veldig strenge kontrollrutiner for kvalitetssikring i produksjonslinje og utvikling. Bilindustrien er helt klart svært bevisst på hva svikt kan bety for salg, renomme og ansvar. Ny teknologi gjennomgår svært omfattende testing før den kommer på markedet.

Generelt er teknikken på dette området lang mer pålitelig enn mennesket. Forskning viser at bilførere i snitt gjør en feil hver 3. km, men det fører ikke nødvendigvis til ulykker (Reichart, 2001). Det kan være feil som er ufarlige i akkurat de trafikkomgivelsene og omstendighetene på det aktuelle tidspunktet feilen gjøres, eller andre trafikanter kan redde feilhandleren fra ulykke ved å vike unna, stoppe osv. Trøtthet, rusproblematikk og distraksjon er heller ikke et problem med roboter.

Helt førerløse kjøretøy (Google car) hadde i 2012 kjørt 300 000 miles (480 000 km) på offentlig vei uten ulykker. Denne dokumentasjonen har ført til at førerløse kjøretøy siden 2013 er tillatt på offentlig veg i Nevada og i California. Svenske myndigheter (som er kjent for å være svært sikkerhetsorienterte) har nylig tillatt et forsøk med førerløse kjøretøy på offentlig veg i og rundt Gøteborg. En av de grunnleggende teknologiene i førerløse kjøretøy er Adaptive Cruisecontrol (ACC) som holder automatisk fart og avstand til forankjørende og som bremses ned automatisk for objekter foran bilen. ACC har vært på markedet siden 1996. Det er ikke registret ulykker tilknyttet slik automatisk nedbremsing på verdensbasis. SINTEF har gjort studier med ACC som bekrefter at det heller ikke er selvrapporterte ulykker med ACC blant norske førere med slik teknologi. Vi ser at ca. 20 % kan ha opplevd skremede hendelser på grunn av uventet akselerasjon eller nedbremsing, men dette er utelukkende på grunn av manglende forståelse for teknologiens virkemåte eller uvøren atferd av andre sjåførere som har framprovosert brå nedbremsing. Enkelte av delkomponenten i ACC kan svikte om sensoren blir tildekket av slaps, snø og is. Føreren gis da tydelig beskjed om at systemet er satt ut av drift. Det samme skjer om ESP (antisladd) av en eller annen grunn ikke fungerer optimalt. ESP-systemet kontrollerer blant annet nedbremsing på alle 4 hjul for å ta inn en sladd. Selv konservative estimat tilsier at teknologien gir 50 % reduksjon av ulykker på grunn av ukontrollert skrens.

Automatiske bremsesystem uten kopling til ACC har vært på markedet en stund, for eksempel i Volvo City Safety og Mercedes S-klasse. LIDAR og kamera sender informasjon om hva som er foran bilen til bilens datasystem som så analyserer dataene i sanntid. Når systemet oppdager en fare, varsles føreren. Om føreren ikke reagerer, bremses kjøretøyet selv.



Figur 23: Flere av dagens automatiske bremsesystemer er konstruert for å reagere på dyr og mennesker i veibanen.

Det aller viktigste i denne utviklingen, er sikkerhet. Bilene har sensorer som forhindrer blindsoner, som ser i absolutt alle vinkler, og som kan registrere gjenstander på lange avstander. Volvo sin nye XC90 som lanseres sent i 2014, kommer med tre nye sikkerhetssystemer, og to av dem medfører at bilen tar styringen selv. Styringsassistansen i XC90 bygger på kjente velprøvde systemer. Automatisk avstandsregulering, såkalt adaptiv cruisekontroll (ACC), har eksistert i flere år. Det samme har filholdingshjelp («lane keeping aid»). Nå har Volvo slått sammen teknologiene og videreutviklet sitt ACC-system slik at det også inkluderer styringsassistansen. Altså at bilen i tillegg til å gasse og bremse for å holde avstanden til bilen foran, også automatisk følger etter. Styringsassistansen kommer også i et system for å hindre avkjøring. Kamera og radar detekterer hvor veiskulderen går, og er ikke avhengig av oppmerksomhet som tidligere systemer. Skulle bilen være i ferd med å skjene ut av veien, vil automatikken gripe inn med en myk bevegelse på rattet. Dersom vinkelen mot autovernet er større, er virkemidlene for å holde bilen på veien desto kraftigere. Tredje videreutviklede system som lanseres neste år, er detektering og autobremse for fotgjengere og syklister, som nå også fungerer i mørket. Flere andre bilfabrikanter kommer med lignende løsninger.

Det amerikanske forsvaret planlegger å erstatte flere tusen soldater med roboter. Et område de utvikler roboter for, er innen logistikk og forsyningstjeneste, der de vil erstatte soldater som førere med robotiserte transportkjøretøy. Lockheed Martin har nylig gjennomført vellykkede forsøk og demonstrasjoner av kolonnekjøring med førerløse autonome kjøretøy. Forsøkene er gjennomført i konvoier som virvler opp mye støv. I en demonstrasjonsvideo som ligger på nettet, vises imponerende autonom navigering gjennom trangt bymiljø og rundt hushjørner i en støvsky. LIDAR-sensorer og noen GPS-sensorer er sensitive for støv, men Lockheed kompenserer for det ved bruk av kamera-teknologi og radar.

Påliteligheten til sensorteknologien må ved innføring av autonom godstransport sikres ved:

- Funksjonelle krav i spesifikasjon til leverandør og speditør
- To eller tre andre sensorsystemer som kan ta over om ett svikter (barriere-tankegang)
- Verifisering i pilot under norske vegtrafikkforhold
- Stegvis tilnærming fra halv til helautomatisk drift (eks: godstransport med platooning)
- Overvåking av drift med mulighet for fjernstyring/overstyring
- Softwarearkitektur som alltid sikrer at kjøretøy går i "sikker tilstand"

#### 4.5.5 Automatisering

Oppgaver som vurderes automatisert kan være *mer eller mindre egnet for automatisering* med autonome kjøretøy. Gjennomgang av oppgaver og prosedyrer viser at deler av godstransporten *egner seg godt* for autonom drift. Årsaker til det, er at det foreligger transportoppgaver med følgende karakteristika:

- Klare prosedyrer for rekkefølge og utførelse av oppgaver
- Klare prosedyrer for kjørerute
- Operasjon i relativt lave hastigheter
- Faste kjøreruter

Autonome kjøretøy for militære formål står overfor langt mer komplekse og uforutsigbare miljøer.

#### 4.5.6 Økonomi

Vi har ved søk på nett, i faglige databaser, direkte henvendelser til nøkkelpersoner eller forespørsler i vårt faglige nettverk ikke kommet over referanser til andre som har innført autonom godstransport på offentlig veg.

Det er på gang en rekke studier og utviklingsprosjekt med relevans for utendørs drift, men disse er ikke kommet så langt at det er mulig å gi tallmessig input på økonomiske gevinst ved bruk av autonome kjøretøy i godstransport med platooning. Eksempel på slike anvendelser er innen automatisert gruvedrift, presisjonslandbruk med robotslaver og autonome skip til langdistanse frakt, militær forsyningstjeneste. Forsøk med platooning innenfor langtransport av gods på veg mellom Sverige og Nederland vil kunne gi noen svar av driftsøkonomisk art først i 2016.

#### Kostnytte-komponenter:

Økonomisk gevinst er felles motivasjon for alle disse anvendelser av roboter og autonome kjøretøy og farkoster. De kostnadsbesparende elementene som nevnes er lavere bemanning, lavere drivstoff-forbruk og mindre kostnader tilknyttet skader pga. lavere ulykkesfrekvens. Platooning gir korte avstander til forankjørende, lavere luftmotstand og dermed redusert drivstofforbruk og lavere utslipp. Tentative beregninger gjort av Scania viser at besparelser ved innføring av halv- eller helautomatisk drift kan ligge i forbedret avvikling (*effektivitet*), *miljøgevinst*, *sikkerhet*, redusert skadefrekvens og redusert bemanningsbehov.

#### 4.5.7 Styring og kontroll

Ved innføring av autonom godstransport er det viktig å sikre:

- Mulighet for overvåkning og kontroll med drift
- Brukervennlighet for de som eventuelt overvåker eller fjernstyrer kjøretøy
- At beslutningstøtte innebygges i systemet
- At styring og kontroll er i tråd med gjeldene regelverk



## 5 Andre typer transportrelatert teknologi

Tradisjonelt har teknologien i transportsystemet for gods i stor grad bestått av "hardware"-komponenter som benyttes for å tilrettelegge for, styre og gjennomføre transportene:

- Transportinfrastruktur, dvs. vegnett, banenett, luftfartskorridorer og farleder, med ulike typer tekniske installasjoner som f.eks. skilt, lyssignaler og belysning
- Terminaler der godset losses og lastes, bytter transportmiddel, og evt. lagres og/eller konsolideres, med tekniske installasjoner som kraner, trucker, transportbånd o.l. som benyttes for å håndtere godset på terminalen
- Transportmidler, dvs. lastebil, vogntog, tog, containerskip etc., som transporterer godset fra avsender til mottaker i transportkjeden, eller til/fra/mellom terminaler hvis det byttes transportmiddel under veis
- Lastbærere, f.eks. paller eller containere, som inneholder godset som transporteres

Innen dette "hardware"-området dreier aktuell teknologiutvikling seg i stor grad om:

- *motorteknologi, energibærere og drivstofftyper* som kan gi redusert energiforbruk totalt, og i særdeleshet redusert bruk av fossilt drivstoff, og dermed reduksjon i miljøutslipp fra transportmidler og terminalutstyr
- *materialteknologi og funksjonalitet*, med lette og sterke materialer som reduserer vekt på transportmidler, lastbærere og terminalutstyr, og som dermed bidrar til redusert energiforbruk og miljøutslipp, og nye løsninger/design som øker utnyttelsen av tilgjengelig kapasitet i transportmidler og terminaler, og dermed bidrar til økt effektivitet, redusert transportbehov, og dermed reduserte miljøeffekter og økt sikkerhet

Dette er teknologiutvikling som bidrar til at selve *den fysiske framføringen og håndteringen* av godset kan skje på en mindre ressurskrevende og mer miljøvennlig måte.

I dette kapitlet presenteres noen eksempler på utvikling som skjer innenfor disse områdene. Det er ikke gjort noen omfattende kartlegging innenfor dette området, og oversikten vil derfor ikke gi et komplett bilde av alle relevante aktiviteter.

### 5.1 Energikilder, motor- og drivstoffteknologi

Det skjer en stadig utvikling innen energi- og drivstoffområdet. Tradisjonelt har diesel vært benyttet for svært mye av det motoriserte utstyret som benyttes innen transportsystemet for gods. Det foregår imidlertid stor aktivitet knyttet til nye energikilder og ulike multi-fuel løsninger for bruk innen alle deler av transportsystemet for gods - i terminalutstyr, transportmidler og i lastbærere. Det skjer også utvikling innenfor biodrivstoffområdet, men det omtales ikke som eget tema her.

#### 5.1.1 Elektrifisering og batteriteknologi

Det pågår i økende grad elektrifisering av transportsystemet for gods, med strøm alene eller kombinert med f.eks. diesel.

##### *Batteriteknologi*

Batteri inngår i de elektrifiserte løsningene, og det skjer også en utvikling mht. selve batteriteknologien, som f.eks. omtalt i Aftenposten<sup>46</sup>. Utviklingen har gått fra bly-syrebatterier til lithium-ion batterier, og det forskes på neste generasjon batterier, såkalte solid state-batterier, som, om de kommer på markedet, vil kunne gi ytterligere økning i kapasitet og antall ladesykluser per batteri, og redusert vekt. Det er snakk om at denne batteritypen vil kunne innføres rundt år 2020, men samtidig er det uttrykt tvil om hvorvidt det er mulig å masseprodusere denne batteritypen. Utviklingen i batteriteknologi er i stor grad knyttet til elbil-industrien, men vil på sikt komme hele transportområdet til gode.

<sup>46</sup> [bil.aftenposten.no/bil/Snart-kjorer-du-fire-ganger-lenger-pa-strom-40095.html#.UUvjwFeDaEw](http://bil.aftenposten.no/bil/Snart-kjorer-du-fire-ganger-lenger-pa-strom-40095.html#.UUvjwFeDaEw), per 12. sept. 2014

## El-drift av terminalutstyr

### Kraner

Tradisjonelt har terminalutstyr (f.eks. både faste og mobile kraner) vært dieseldrevet. Alternativer som helelektriske kraner og kraner med kombinert diesel- og el-drift er nå på markedet, og hybridvarianter med lithium-ion batterier er under utvikling og uttesting. Dette representerer besparelser i drivstoff, med tilhørende reduksjon i driftskostnader og utslipp. I følge omtale i The Maritime Executive, ble verdens første Straddle-and-shuttle carrier med hybrid-drift lansert høsten 2013<sup>47</sup>. Houston Harbour har inngått avtale om nye hybrid-drevne kraner<sup>48</sup>, der bly-syrebatterier erstattes med lithium-ion batterier med lagring av energi som gjenvinnes når kranen senker en container.



Figur 24: Eksempel på Straddle carrier

DNV GL har gjort simuleringer av bruk av hybridkraner med batteri for skip<sup>49</sup>, og har beregnet gevinster i form av redusert drivstofforbruk (40-70 %), redusert vedlikeholdsbehov og reduksjon i støy fra kranene. Beregningene viser bl.a. at ved bruk av lithium-ion batterier vil en kunne gå ned i størrelsen på dieselgenerator, en 500kW generator kan erstattes med en 125 kW generator.

### Landstrøm til skip

Strømforsyning til skip som ligger ved kai vil bidra til redusert drivstofforbruk, og dermed miljøgevinster. Miljøstiftelsen Zero har med støtte fra ABB og Transnova gjennomført en studie av mulighetene for landstrøm i Norge<sup>50</sup>, der de bl.a. konkluderer med at landstrøm er et tilgjengelig og reelt alternativ både teknisk og økonomisk. Tiltaket vil ha en positiv klimaeffekt, samt være svært gunstig for lokalmiljøet. Spesielt gjelder dette for byer med mange havneanløp, og der havneanlegg ligger nært befolkningstette områder.

I Oslo Havn ble det i 2012 etablert landstrømanlegg for to av Color Lines skip på Hjortneskaia<sup>51</sup>. Prosjektet var et samarbeid mellom Color Line, Oslo Havn KF, Bellona og Hafslund Nett. Miljøgevinsten ved at båtene er koblet til landstrømanlegget når de ligger til kai, er beregnet til 3 000 tonn CO<sub>2</sub> i året - tilsvarende det årlige utslippet av CO<sub>2</sub> fra 1 700 biler.

I Bergen planlegges landets første landstrømanlegg for offshorefartøy. I følge omtale av planene i SYSLA<sup>52</sup>, viser estimater at 6-8 prosent av utslippene i Bergen kommer fra havnen, og at 35 prosent av dette igjen kommer fra offshoreflåten.

## El-drift av skip

I følge Teknisk ukeblad<sup>53</sup> (TU) mener DNV (nå DNV GL) at batteriteknologien er i ferd med å bli så god at den kan være med på å gjøre en rekke typer skip mer miljøvennlig. Skipenes driftsprofil avgjør om batterier kan være med på å ta topplaster eller for eksempel brukes når kraftbehovet ikke er så stort. Batteridrift kan være særlig aktuelt for blant annet offshore skip, taubåter, ferger og shuttle tankere. Ved å benytte batterier til å ta topper og jevne ut last, er det

<sup>47</sup> [www.maritime-executive.com/article/Kalmar-Introduces-The-Worlds-First-Real-Hybrid-Straddle-And-Shuttle-Carriers-For-Container-Handling-2013-10-09](http://www.maritime-executive.com/article/Kalmar-Introduces-The-Worlds-First-Real-Hybrid-Straddle-And-Shuttle-Carriers-For-Container-Handling-2013-10-09), per 12. sept. 2014

<sup>48</sup> [www.saftbatteries.com/press/press-releases/saft-li-ion-batteries-make-important-breakthrough-contract-houston-harbor%E2%80%99s](http://www.saftbatteries.com/press/press-releases/saft-li-ion-batteries-make-important-breakthrough-contract-houston-harbor%E2%80%99s), per 12. sept. 2014

<sup>49</sup> [blogs.dnvgl.com/research/2013/10/get-your-hybrid-cranes-now](http://blogs.dnvgl.com/research/2013/10/get-your-hybrid-cranes-now), per 12. sept. 2014

<sup>50</sup> [www.zero.no/publikasjoner/landstrom-i-norge.pdf](http://www.zero.no/publikasjoner/landstrom-i-norge.pdf), per 16. sept. 2014

<sup>51</sup> [newsroom.colorline.no/2013/07/color-lines-landstromanlegg-pa-tysk-tv](http://newsroom.colorline.no/2013/07/color-lines-landstromanlegg-pa-tysk-tv), per 12. sept. 2014

<sup>52</sup> [www.sysla.no/2014/06/04/oljeenergi/na-blir-det-landstrom-i-bergen](http://www.sysla.no/2014/06/04/oljeenergi/na-blir-det-landstrom-i-bergen), per 12. sept. 2014

<sup>53</sup> [www.tu.no/industri/2013/01/30/batterier-pa-full-fart-inn-i-skip](http://www.tu.no/industri/2013/01/30/batterier-pa-full-fart-inn-i-skip), per 12. sept. 2014

gevinster både mht. store miljøbesparelser i form av reduserte utslipp og lavere drivstofforbruk. I følge TU viser beregninger utført ved DNV at batteridrift på skip kan spare miljøet for ti ganger så mye CO<sub>2</sub> som tilsvarende batterier i bil<sup>54</sup>.

Ny batteriteknologi for bruk i nærskipfart testes ut med støtte fra Transnova<sup>55</sup>. Stadt AS har fått støtte for å demonstrere batterielektriske fremdriftssystem på skip. Teknologien vil demonstreres på kystkatamaraner som går inn og ut til mærer med forsyninger. I første omgang skal prosjektet utføre en landbasert demo, for deretter å gjøre en fullskalademonstrasjon på en norsk kystkatamaran.

DNV-GL har utviklet det batteridrevne godsfartøyet ReVolt (Figur 25) for nærskipfartdrift<sup>56</sup>. Det er tenkt at skipet vil gå fra havn til havn, og lade hvert sted. Med fullt ladede batteri er det anslått at skipet vil ha en rekkevidde på 100 nautiske mil, med en gjennomsnittshastighet på 6 knop.



Figur 25: ReVolt batteridrevet godsskip for nærskipfart



Figur 26: Verdens første batteridrevne ferge

En batteridrevet ferge (Figur 26) vil bli tatt i bruk på sambandet Lavik – Oppedal i Sognefjorden fra 2015<sup>57</sup>. Fergen, som skal være den første i sitt slag i verden, skal lade batteriene ved hvert anløp. Løsningen inkluderer bruk av tre batteripakker - én om bord og én på hvert fergeleie, for å løse utfordringer knyttet til kapasitet i strømmettet. De to batteripakkene på land lades fra strømmettet mens fergen er på vei over fjorden. Når fergen ligger ved kai, overføres strømmen fra landbatteriene til fergebatteriene. Selve ladingen skal ta ti minutter. Det er anslått at batteridriften erstatter et årsforbruk på 1 million liter diesel.

### El-drift av godsbiler

På grunn av rekkevidde-problematikk, vil el-drift av tunge kjøretøy forutsette hybrid-drift, og evt. også el-forsyning under veis – "elektriske veger".

Elektriske veger er på forsøksstadiet, bl.a. med testing i Sverige og Tyskland: I Sverige står Trafikverket bak prosjektet Elvægar, sammen med Vinnova og Energimyndigheten<sup>58</sup>. Trafikverket oppgir følgende fakta om elveger:

*«En elvæg är en väg där elförsörjningen för fordonets framdrift sker kontinuerligt under fordonets väg framåt. Det finns tre möjliga typer av elvägar som projektet undersöker som realistiska sätt att bygga anläggningarna på. Det finns två alternativ med så kallad konduktiv överföring av ström som kräver någon form av kontaktdon, till exempel en strömväggare som på järnväg från hängande ledningar eller en släpkontakt mot strömförande skenor i vägbanan. Det tredje alternativet är så kallad induktiv överföring av ström via en strömförande kabel som är nedgrävd i vägbanan och via det elektromagnetisk fält som alstras överföra ström*

<sup>54</sup> [www.tu.no/industri/2013/12/04/batteri-pa-skip-sparer-miljoet-for-10-ganger-sa-mye-co2-som-batteri-i-biler](http://www.tu.no/industri/2013/12/04/batteri-pa-skip-sparer-miljoet-for-10-ganger-sa-mye-co2-som-batteri-i-biler), per 12. sept. 2014

<sup>55</sup> [www.transnova.no/project/batteridrevne-kystkatamaraner-til-fiskeoppdrett-2](http://www.transnova.no/project/batteridrevne-kystkatamaraner-til-fiskeoppdrett-2), per 12. sept. 2014

<sup>56</sup> <http://www.ship-technology.com/news/newsdnv-gl-develops-battery-powered-concept-vessel-revolt-4370674>, per 25. sept. 2014

<sup>57</sup> <http://www.aftenposten.no/okonomi/Verdens-forste-batteriferge-er-norsk-7221422.html>, per 25. sept. 2014

<sup>58</sup> [www.trafikverket.se/Pressrum/Pressmeddelanden1/Nationellt/2014/2014-05/Ett-steg-narmare-elvegar-i-Sverige](http://www.trafikverket.se/Pressrum/Pressmeddelanden1/Nationellt/2014/2014-05/Ett-steg-narmare-elvegar-i-Sverige), per 12. sept. 2014

*i en mottagare som är monterad på fordonet. I detta fall finns ingen fysisk kontakt mellan "sändare" och "mottagare".»*

Det planlegges byggestart av en eller flere teststrekninger i løpet av 2015. I alt fire leverandører har gått videre fra førte runde i prosjektet, og ett av prosjektene som skal prosjekteres videre, inkluderer elektrifisering av én km av vegen mellom Arlanda og logistikksentret i Rosersberg<sup>59</sup>. I vegbanen skal det legges ned en el-skinne som både driver og lader kjøretøy i fart. Strekingen skal etter planen tas i bruk høsten 2015, og vil trafikkeres av hybridlastebiler som går i skyttel mellom flyplassen og logistikksenteret.

I Tyskland utvikler Siemens konseptet eHighway, som inkluderer bruk av kjøreledning og gjenvinning av bremseenergi for el-drift av tunge hybridkjøretøy, kombinert med diesel for strekninger uten kjøreledning<sup>60</sup>. Siemens oppgir at systemet kan integreres sømløst i eksisterende infrastruktur, at kjøretøy kan utveksle strøm via kjøreledningene, og at smidig overgang mellom el- og dieseldrift gjør kjøretøyene like fleksible i bruk som konvensjonelle tunge kjøretøy. Systemet oppgis også å ha positive miljøeffekter i form av reduserte utslipp og redusert støy. Dette konseptet er foreslått benyttet på en demonstrasjonsstrekning ved Gävle.



Figur 27: Bildemontasje med luftledning for eldrift av tunge kjøretøy i hovedvegnettet

### Elektrifisering av lastbærere:

Diesel har hittil vært det vanligste drivstoffet for kjøleaggregat på temperaturkontrollerte lastbærere. Mer miljøvennlige alternativer er imidlertid allerede på markedet - både hel-elektriske kjølecontainere og containere der elektrisk drevet kjøling kan kombineres med dieseldrift med egen



Figur 28: 45 fots diesel-elektrisk container



Figur 29: 45 fots hel-elektrisk container

tank<sup>61</sup>. Ettersom tog bruker annen spenning og fase på strøm, er det få togoperatører som tilbyr strøm til containere. Helelektriske containere har derfor vært lite benyttet i togtransport. Kjølecontainere med egen dieseltank i tillegg til el-drift, gir økt fleksibilitet i valg av transportmåte, og dermed økt mulighet for overføring av gods til bane<sup>62</sup>.

### 5.1.2 Gass

Gassdrevne ferger er allerede tatt i bruk i norske fergesamband, og diesel/gass-løsninger er utviklet til bruk bl.a. for gods fartøy. Diesel/gass-kombinasjoner er også tatt i bruk for veitransport, men omtales ikke nærmere her. Det forskes også på muligheten for å benytte gass i togdrift.

<sup>59</sup> <http://transportnytt.se/nyheter/item/902-arlanda-och-gavle-hamn-hoppas-pa-elvagar>, per 12. sept. 2014

<sup>60</sup> [www.mobility.siemens.com/mobility/global/en/interurban-mobility/road-solutions/electric-powered-hgv-traffic-eHighway/the-ehighway-concept/Pages/the-ehighway-concept.aspx](http://www.mobility.siemens.com/mobility/global/en/interurban-mobility/road-solutions/electric-powered-hgv-traffic-eHighway/the-ehighway-concept/Pages/the-ehighway-concept.aspx), per 12. sept. 2014

<sup>61</sup> F.eks. [www.ecs.be/en/ecs-technics/types-specs/45-ft-diesel-electric-reefer](http://www.ecs.be/en/ecs-technics/types-specs/45-ft-diesel-electric-reefer), per 12. sept. 2014

<sup>62</sup> [www.unit45.com/197/?form\\_104.replyids=75](http://www.unit45.com/197/?form_104.replyids=75), per 12. sept. 2014

## Gassdrevne skip

I år 2000 ble den første gassdrevne fergen satt i drift i Norge, og i dag (2015) er det over 50 gassdrevne skip i operasjon langs norskekysten, av i overkant av 60 gassdrevne skip totalt i verden.

Gassdrift ble først tatt i bruk på riksveg-fergene (22 skip i jan. 2015) og på offshore-fartøyer (16 skip i jan. 2015), men i dag er det mange skipstyper som opererer på gass, spesielt innenfor nærskipsfartsegmentet. Følgende gassdrevne fartøystyper er registrert (juni 2015):

- Pendelferger
- Offshore fartøy (PSV)
- Slepebåt
- Produkt tankskip
- LNG tankskip
- ROPAX
- RORO
- Bulk
- Patrulje/kystvakt
- Hurtiggående katamaran ROPAX (Uruguay)

Alle skipstypene ovenfor opererer i norske farvann. For de neste fire årene er det kontrahert eller under bygging ca. 60 nye skip og disse domineres av større fartøystyper som er planlagt satt i drift i USA, Canada, øvrige Europa og også innenfor "deep sea" segmentet.

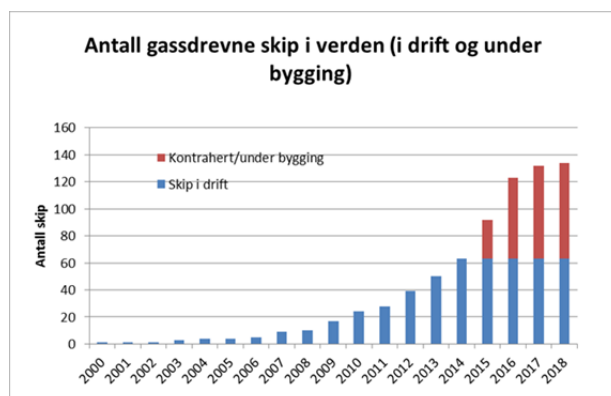
### Maskinerisystemer for gassdrift av skip

Det er tre ulike motorkonsepter på markedet som er egnet for gassdrift av skip:

- Lean-Burn motorer med ren gassdrift (Lean burn spark ignited (LBSI) motorer). Opererer iht. Otto-syklus
- Dual-Fuel motorer (DF). Opererer iht. Otto-syklus når det benyttes gass og Diesel-syklus når den går på diesel (MGO) eller tungolje (HFO). Benytter diesel pilottenning.
- Gass diesel konseptet (GD motor). Høytrykks gass-injeksjon med diesel pilottenning, Opererer iht. Diesel-syklus.

Av konseptene ovenfor er det bare LBSI som benytter ren gass. De andre motorkonseptene (DF- og GD-motorene) benytter 1-5 % innsprøytning av diesel for tenning av drivstoffet i sylindere.

De fleste skipene som er i drift i dag har LBSI eller DF motorer installert, og flere leverandører er på markedet. For større skip (Deep Sea) er det nå kommet høytrykks gass-motorer på markedet, der metanutslipp er tilnærmet lik 0, men foreløpig er det kun et fåtall leverandører som har kommersielle produkter her. Det pågår likevel en diskusjon i fag-/utviklarmiljøene om hvilken motorteknologi som har framtiden foran seg. Diskusjonene knytter seg bl.a. til viktigheten av metanutslippene, metaninnhold i LNG, og begrensninger i full motoreffekt knyttet til lavtrykks-motorene, og til sikkerhetskrav knyttet til høytrykksmotorer.



Kilde: MARINTEK

Figur 30: Antall gassdrevne skip i verden i drift per januar 2015 og kontrahert, (eksklusiv store gasstank-skip og skip for innenlands vannveger)



Figur 31: Gassdrevne supplyfartøyer

### Avgassutslipp

Skipsfarten har vært utfordret på høye utslipp av uønskede komponenter som NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> og partikler (PM) i eksosen, og en klar fordel med naturgassdrift er betydelig mindre utslipp enn ved drift på MGO eller HFO. Samtidig gis også en positiv gevinst på CO<sub>2</sub>-utslippene ved drift på naturgass.

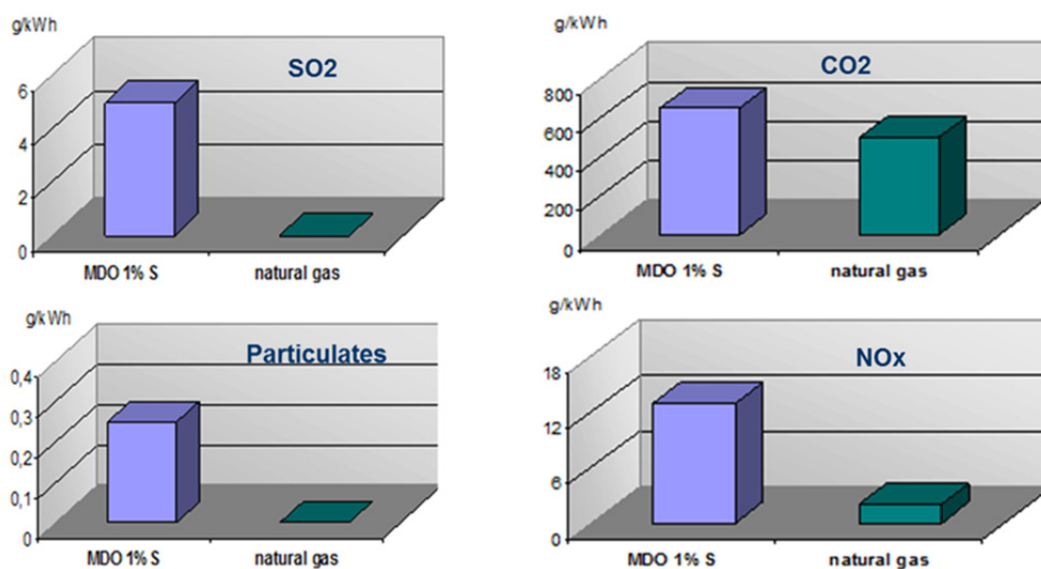
Det siste kan forklares ved at naturgass er et meget rent drivstoff med lite forurensninger og tilsetningsstoffer. Det har et hydrogen/karbon-forhold på ca. 4:1, og sammenlignet med standard flytende drivstoff som har et H/C-forhold nærmere 2:1, vil forbrenningsprodukter fra naturgass inneholde mer vann og mindre CO<sub>2</sub>.

Når det gjelder reduksjon av øvrige utslipp, foreligger i dag internasjonale krav til betydelig lavere utslipp av SO<sub>x</sub>, og fremtidige krav til lavere utslipp av NO<sub>x</sub> er vedtatt av IMO (International Maritime Organisation). I Norge har myndighetene påtatt seg forpliktelser til å redusere innenlands NO<sub>x</sub>-utslipp (Gøteborgprotokollen), og ett av tiltakene har vært støtte til NO<sub>x</sub>-reducerende tiltak for skip. Gassdrift av skip er et slikt tiltak som er meget effektivt og har stort reduksjonspotensiale. I tillegg reduseres SO<sub>x</sub> og partikler.

Resultater fra laboratoriemålinger og feltmålinger viser typiske utslippstall for naturgassdrift sammenlignet med drift på MGO som vist i Figur 33.



Figur 32: With Harvest, gassdreven bulkbåt spesialbygd for frakt av fiskefôr



Figur 33: Typisk utslipp fra ren gassmotor (Lean Burn Spark Ignited) sammenlignet med MGO-drift.

Naturgassdrift gir en betydelig reduksjon i NO<sub>x</sub>-utslippene som i hovedsak kan forklares med at motorene opererer med mager luft/drivstoffblanding som gir lavere maksimumstemperaturer i forbrenningsprosessen og dermed lavere NO<sub>x</sub>-produksjon. For gassmotorkonseptene LBSI og DF kan det forventes 75-90 % reduksjon av NO<sub>x</sub>. Motorkonseptet GD opererer i henhold til diesel-forbrenningsssyklus, har lavere lokale luft/drivstofforhold og gir mindre NO<sub>x</sub>-reduksjon enn de to foran nevnte konseptene.

SO<sub>x</sub> og partikler (PM) reduseres til tilnærmet null ved drift på ren naturgass (LBSI-motoren). I GD- og DF-motorene vil det være noen rester av både SO<sub>x</sub> og PM pga at det benyttes diesel til pilottenning av drivstoffblandingen i sylindren. Tabell 2 oppsummerer typiske reduksjonsfaktorer for de ulike motorkonseptene.

Tabell 2: Utslippsreduksjon ved gassdrift sammenlignet med dieseldrift for ulike motorkonsepter med best tilgjengelig teknologi, % reduksjon sammenlignet med MDO

Utslippskomponent	Motorkonsept		
	LBSI	DF*	GD
CO <sub>2</sub>	25-30 %	20-30 %	20-26 %
NO <sub>x</sub>	80-90 %	75-90 %	40-50 %
SO <sub>x</sub>	>99 %	95-99 %	95-97 %
Partikler (PM)	>99 %	95-99 %	90-95 %

\*) Høyeste reduksjonsfaktor for DF som oppnås med micro pilot tenning

CO<sub>2</sub> er hovedbestanddelen i drivhusgassene (GHG) fra forbrenningsmotorer, men for naturgassmotorer må også metanutslippene inkluderes når det snakkes om totale reduksjoner av GHG ved de ulike motorkonseptene. GHG-effekten av metan er 21-25 ganger høyere enn for CO<sub>2</sub>-ekvivalente utslipp, og det medfører at små utslipp av metan bidrar til å redusere den positive GHG-effekten med 5-10 %-poeng sammenlignet med de CO<sub>2</sub>-ekvivalente utslippene for LBSI og DF-motorkonseptet (øverste linje i Tabell 2). For GD-konseptet er metanutslippene tilnærmet lik null, så her oppnås den største GHG-gevinsten.

Marintek utarbeidet i 2010 en rapport for Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) med presentasjon og diskusjon av miljøeffekter knyttet til drivstoffvarianter (diesel, tungolje og LNG) i norsk skipsfart<sup>63</sup>. Der påpekes det at det skjer en stadig videreutvikling av teknologi innen dette området, bl.a. mht. omfang av metanutslipp.

Siden utfordringene knyttet til utslipp av metan ble kjent, har dette blitt håndtert av vegmyndighetene i form av miljøkrav til ferger som trafikkerer norske samband.

#### Naturgassdrevne skipstyper

Gasdrevne ferger opererer i dag langs hele norksekysten fra Oslofjorden til Lofoten.

Noen eksempler på gasdrevne ferger er vist i Figur 35.



Figur 34: MS Kvitbjørn, gasdrevet RORO-skip



Figur 35: Eksempler på gasdrevne ferger i Norge

63

[www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2010/November/Emission\\_factors\\_for\\_CH4\\_NOx\\_particulates\\_and\\_black\\_carbon\\_for\\_domestic\\_shipping\\_in\\_Norway\\_revision\\_1](http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2010/November/Emission_factors_for_CH4_NOx_particulates_and_black_carbon_for_domestic_shipping_in_Norway_revision_1), per 16. sept. 2014

Landets første fraktesfartøy drevet med LNG (se Figur 36), ble tatt i bruk i 2012<sup>64</sup>. I følge omtalen i Teknisk Ukeblad, gir LNG-driften 25-30 % reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp, 80 % reduksjon i NO<sub>x</sub>-utslipp, og så godt som total fjerning av sotpartikler. Dette skipet benytter LBSI gassmotorer som gir noe utslipp av metan, slik at netto klimagevinst blir i størrelsesorden 20 % sammenlignet med konvensjonelle diesel-/tungoljedrevne motorer. LNG-driften gjør skipet noe dyrere i produksjon.



Figur 36: MS Høydal - landets første fraktesfartøy som går på ren naturgass



Figur 37: Verdens første containerskip med LNG og høytrykks "langsomtløpende totakts dual-fuel" motor

LNG som drivstoff for skip ser ut til å få stadig mer oppmerksomhet. I følge nettstedet LNG world news, er for første gang et containerskip som skal benytte LNG som drivstoff (Figur 37) under bygging, og høytrykks "langsomtløpende totakts dual-fuel" motor ble installert i august 2014<sup>65</sup>. Skipet planlegges ferdigstilt og satt i drift i 2015 og skal operere mellom USA og Puerto Rico, og har kapasitet på 3100 containere. Et søsterskip er planlagt satt i drift i 2016.

### Gassdrevne lokomotiv

Gassdrevne lokomotiv for godstog er under utvikling, som f.eks. Greenville som er utviklet av Motive Power & Equipment Solutions (MP&ES)<sup>66</sup>. Lokomotivet ble lansert i april 2014, og går på en kombinasjon av diesel og gass.

Gassdrevne godstog vil kunne gi miljøgevinster der alternativet er dieseldrevne godstog. I det EU-finansierte Blue Corridor Project<sup>67</sup> ble det tidlig på 2000-tallet gjennomført en mulighetsstudie knyttet til etablering av såkalte blå korridorer; transportruter med sikker og godt utviklet infrastruktur for leveranse av drivstoff. Ved NTNU ble det i 2005 gjennomført en lignende studie/ studentoppgave om bruk av gass til drift av tog på Nordlandsbanen; Blå korridor på skinner<sup>68</sup>, der det ble sett på mulighetene for etablering av en blå korridor på langs Nordlandsbanen.



Figur 38: Greenville TM MP1500, diesel/gass-drevet lokomotiv for godstog

<sup>64</sup> [www.tu.no/industri/2012/08/20/doper-forste-lng-fraktesfartoy](http://www.tu.no/industri/2012/08/20/doper-forste-lng-fraktesfartoy), per 16. sept. 2014

<sup>65</sup> [www.lngworldnews.com/first-lng-containership-gets-its-engine](http://www.lngworldnews.com/first-lng-containership-gets-its-engine), per 17. sept. 2014

<sup>66</sup> [www.railway-technology.com/news/newmpes-launches-natural-gas-powered-locomotive-greenville-4218763](http://www.railway-technology.com/news/newmpes-launches-natural-gas-powered-locomotive-greenville-4218763), per 17. sept. 2014

<sup>67</sup> [www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/pub/blue1.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/pub/blue1.pdf), per 17. sept. 2014

<sup>68</sup> [www.ipt.ntnu.no/~jsg/undervisning/naturgass/oppdager/Oppdager2005/05BroemnesWoelnebergElgesemQvale.pdf](http://www.ipt.ntnu.no/~jsg/undervisning/naturgass/oppdager/Oppdager2005/05BroemnesWoelnebergElgesemQvale.pdf), per 17. sept. 2014



### 5.1.3 Andre energikilder

#### Vinddrevne skip

Vindkraft kan igjen bli en aktuell energikilde til sjøs, med nye varianter av seilføring.

##### *Rotorseil:*

Siden 2010 har det spesialbygde RoLo-skipet E-ship 1<sup>69</sup> gått i fraktfart over hele verden med deler til vindmøller. Skipet drives av fire sylindriske vertikale rotorseil, i kombinasjon med dieselmotorer. I følge nettstedet ShortseaTV<sup>70</sup> gir seilføringen sammen med spesialdesignet propell og ror, en beregnet energibesparelse på 50 %.



Figur 39: E-ship 1 - lasteskip drevet med rotorseil



Figur 40: Ecoliner - seildrevet lasteskip på tegnebordet

##### *Ecoliner:*

Det nederlandske selskapet Dykstra<sup>71</sup> har designet et skværmastet flerbruksskip (Ecoliner<sup>72</sup>) på 8 000 dødvekttonn for frakt av bulk, stykk gods eller containerlast på transatlantiske ruter<sup>73, 74</sup>. Skipet er utviklet på oppdrag for den ideelle organisasjonen Fairtransport BV, og videreutviklet i prosjektet Sail<sup>75</sup> (2012-2015) under Interreg IV8 North Sea Region Programme. Dette prosjektet har som mål å utvikle innovative, effektive og virkningsfulle, bærekraftige transnasjonale seilas-løsninger ved bruk av mindre eller uten fossilt drivstoff. Prosjektgruppen består av 18 partnere fra syv Nordsjøland; Nederland, Tyskland, Sverige, Danmark, Belgia, United Kingdom og Frankrike. Skipet drives av vind og motorkraft, og mastene kan brukes som kraner ved lasting og lossing.

#### Kryogenavkjølte av lastbærere

I følge Tassou m.fl (2009) har kryogen-systemer flere fordeler sammenlignet med tradisjonelle dieseldrevne kjølesystemer, bl.a.: de er svært lydsvake i drift; få bevegelige deler gir økt pålitelighet og lavere vedlikeholdskostnader; raskere temperaturfall i lasten gir bedre produktkvalitet og -holdbarhet; de gir potensielt null utslipp av drivhusgasser hvis CO<sub>2</sub> som benyttes i systemet gjenvinnes fra industrielle prosesser. Driftskostnadene vil avhenge av prisen på flytende CO<sub>2</sub>. Prisen på CO<sub>2</sub> og den nødvendige infrastrukturen er forventet å avta med vekst i antall kjøretøy som benytter kryogen-systemer. I følge Tassou gjør usikkerhet i prisene på diesel og CO<sub>2</sub> at

<sup>69</sup> [en.wikipedia.org/wiki/E-Ship\\_1](http://en.wikipedia.org/wiki/E-Ship_1), per 17.sept. 2014

<sup>70</sup> [www.shortsea.tv/SitePages/News.aspx?t=Vindm%c3%b8llelaster+med+rotorseil](http://www.shortsea.tv/SitePages/News.aspx?t=Vindm%c3%b8llelaster+med+rotorseil), per 17. sept. 2014

<sup>71</sup> [www.gdnp.nl](http://www.gdnp.nl), per 17. sept. 2014

<sup>72</sup> [www.ecoliner.eu](http://www.ecoliner.eu), per 17. sept. 2014

<sup>73</sup> [www.tu.no/industri/2012/12/15/dette-skipet-skal-seile-med-last](http://www.tu.no/industri/2012/12/15/dette-skipet-skal-seile-med-last), per 17. sept. 2014

<sup>74</sup> [www.worldcargonews.com/htm/w20121125.611267.htm](http://www.worldcargonews.com/htm/w20121125.611267.htm), per 17. sept. 2014

<sup>75</sup> [www.nrsail.eu](http://www.nrsail.eu), per 17. sept. 2014

beslutninger om investering i kryogen-systemer på kort sikt trolig primært vil begrunnes med miljøhensyn heller enn økonomiske forhold. ASKO<sup>76</sup> har tatt i bruk kryogen kjøleaggregater med CO<sub>2</sub> i sin kjøretøypark.

#### 5.1.4 Utfordringer, muligheter og potensiale for nye energibærere og motorteknologi

Utviklingen innen motor- og drivstoffteknologi er i stor grad drevet av miljøhensyn, og miljøgevinstene ved økt utbredelse av slike løsninger vil kunne være betydelig. Utfordringene ligger blant annet i etablering av en infrastruktur for distribusjon, salg og tanking av nye drivstofftyper generelt. Eventuell usikkerhet med hensyn til utvikling i avgiftsstruktur knyttet til nye drivstofftyper kan forhindre / forsinke innføring av ny teknologi.

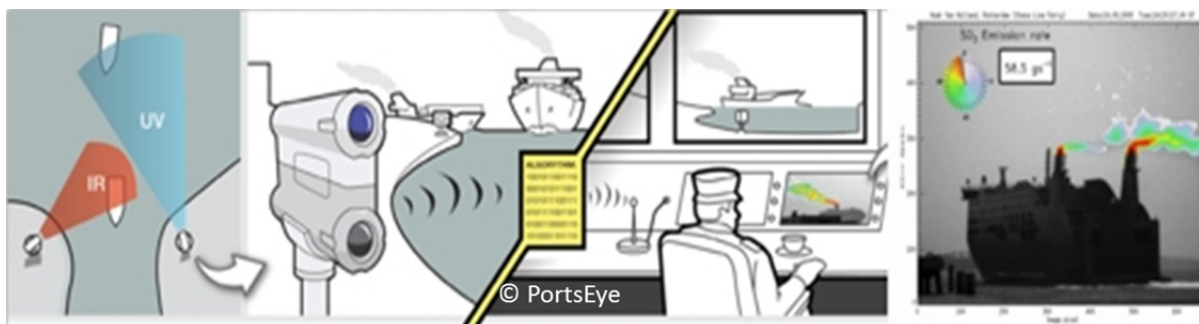
## 5.2 Overvåking og rensing av utslipp

### Rensing av utslipp:

Green Tech Marine<sup>77</sup> (GTM) har utviklet løsning som gjør det mulig å ta i bruk såkalte skrubber som hittil har vært benyttet til fjerning av partikler og avgassrensing i landbaserte anlegg, på skip. Løsningen ble demonstrert på vinteren 2011-2012 på cruise-skipet Liberty of the Seas, og det opplyses at systemet kan installeres på alle typer fartøy. Rensesystemet skal føre til at utslipp av svovel tilfredsstiller nye krav som trer i kraft fra 2015<sup>78</sup>.

### Overvåking av utslipp:

PortsEYE<sup>79</sup> er et "svovelkamera" som er utviklet ved NILU. Kommerialiseringen av løsningen skjer gjennom selskapet Nicarnica med støtte fra FORNY2020/Forskningsrådet<sup>80</sup>. Systemet er basert på at kameraet kan se ultrafiolett lys (UV) og infrarødt lys (IR). På forskningsrådets hjemmeside opplyses det at vitenskapelig prototype på kameraet foreligger, mens kommersiell prototype ikke er ferdigstilt.



Figur 41: PortsEye – kamerabasert overvåking av svovelutslipp

PortsEYE-kameraet kan plasseres ved innløpet til havner, og muliggjør overvåking av svovelutslipp inntil 5 km unna, fra alle skip som passerer inn og ut. PortsEYE kan også bli plassert om bord på selve skipene, så kaptein og mannskap selv kan følge med på at utslippene ikke overskrider grenseverdiene. Systemet kan gjøre det mulig å følge verdens skip fra havn til havn, og da spesielt de skipene som forurensrer mest. Det vil igjen kunne gjøre det enklere for nasjonale og internasjonale myndigheter å gripe inn overfor fartøyer og rederier som ikke følger internasjonale regler.

<sup>76</sup> [www.asko.no/om-asko/miljosatsing/](http://www.asko.no/om-asko/miljosatsing/), per 17. sept. 2014

<sup>77</sup> [www.greentechmarine.com/](http://www.greentechmarine.com/), per 17. sept. 2014

<sup>78</sup> [www.regjeringen.no/nb/sub/europaportalen/eos/eos-notatbasen/notatene/2012/mars/svovelinhold-i-marint-drivstoff-.html?id=676510](http://www.regjeringen.no/nb/sub/europaportalen/eos/eos-notatbasen/notatene/2012/mars/svovelinhold-i-marint-drivstoff-.html?id=676510), per 17. sept. 2014

<sup>79</sup> [portseye.com](http://portseye.com), per 1. sept. 2014

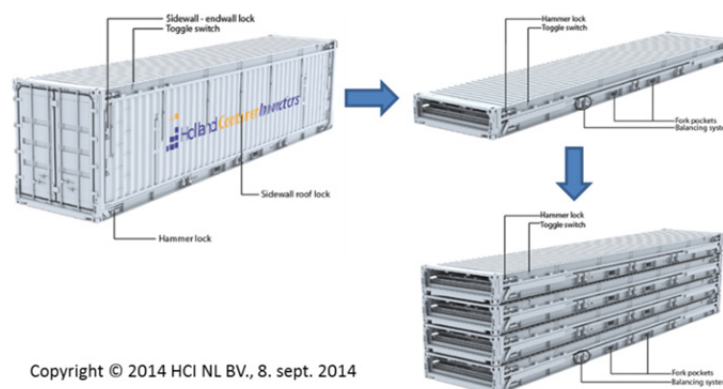
<sup>80</sup> [www.forskningsradet.no/prognett-FORNY2020/Nyheter/Svovelkameraet\\_fra\\_Lillestrom/1253984369335?lang=no](http://www.forskningsradet.no/prognett-FORNY2020/Nyheter/Svovelkameraet_fra_Lillestrom/1253984369335?lang=no), per 1. sept. 2014

## 5.3 Funksjonalitet og materialbruk

### 5.3.1 Containere

#### 4Fold<sup>81</sup>:

Dette er en "sammenleggbar" 40-fots container, som kan brettes sammen og stables hvis den ikke har returlast. Dermed spares mye av plassen returcontainere ellers bruker. De sammenleggbare containerne har fått ISO-sertifisering og tilfredsstillende CSC-sikkerhetskrav. 4Fold-containeren er utviklet av Holland Containers Innovations (HCI) og deres partner CARU. 4Fold er patentert på verdensbasis, og kan leases gjennom CARU.



Figur 42: 4Fold – sammenleggbar container

#### HighQ<sup>TM</sup>:

HighQ<sup>TM</sup>-containeren<sup>82, 83</sup> oppgis å være 20 prosent lettere enn tradisjonelle ISO-containere i korrugert stål. Containeren er produsert av glatte paneler utført i et lettvekt komposittmateriale, i en stålramme med forsterkede hjørner. Den første 45-fot prototypen ble sertifisert av Lloyds i juni 2011. Containeren er produsert av DSM, og har vært testet ut av Samskip Multimodal i mer enn ett år (per november 2012). Denne containeren skal gi kostnadsbesparelser i form av redusert drivstofforbruk på grunn av lavere vekt og bedre aerodynamiske egenskaper, og ved bruk i transporter med begrensninger på maksvekt: potensiale for høyere nyttelast. I tillegg oppgis de glatte veggene å gi gevinster i form av enklere renhold, og mindre risiko for skader ved lasting og lossing.



Figur 43: Eksempel på lettere containere

<sup>81</sup> [www.hcinnovations.nl](http://www.hcinnovations.nl), per 12. sept. 2014

<sup>82</sup> [www.dsm.com/markets/automotive/en\\_US/applications/cargo-containers.html](http://www.dsm.com/markets/automotive/en_US/applications/cargo-containers.html), per 12. sept. 2014

<sup>83</sup> [www.samskip.com/who-we-are/news/nr/468](http://www.samskip.com/who-we-are/news/nr/468), per 12. sept. 2014

### 5.3.2 Terminalutstyr

#### Vakuumbasert fortøyning:

MoorMaster™ er utviklet av Cavotec<sup>84</sup>. Det automatiserte fortøyningssystemet er basert på bruk av vakuumbasert teknologi som overflødiggjør konvensjonell fortøyning med trosser. Det oppgis at systemet kan benyttes for bulkskip opp til 450 000 dwt, og for containerskip på 18 000 TEU. Fjernstyrte hydrauliske armer med vakuumbaserte "sugekopper" montert i / på kaikanten, strekkes ut, kobles til og fortøyer skipet på få sekunder. Systemet benyttes i forbindelse med både passasjerferger, container- og Ro-Ro skip over hele verden. I Norge tas systemet i bruk av LKAB i Narvik.



Figur 44: MoorMaster™ – vakuumbasert fortøyning

Systemet skal gi gevinster mht. bl.a. tidsbruk/effektivitet, kapasitetsutnyttelse, bemanningsbehov og drivstofforbruk for både fartøy og terminal. Det oppgis potensielle tidsbesparelser på 20 til 90 minutter for fortøyning av skip - med det nye systemet skal dette normalt ta et halvt minutt.

#### Jernbanevogn med utsvingbar plattform for horisontal lasting og lossing:

Megaswing<sup>85</sup> er utviklet av svenske Kockum Industrier AB, og kan benyttes for transport av en hvilken som helst semi-trailer og container med tog. Vognen har en plattform der container eller henger ligger under transporten, og som kan svinges ut horisontalt for lasting og lossing. Systemet framstilles som fleksibelt og kan benyttes i alle typer terminaler, fra de aller enkleste. Det krever ikke spesielt terminalutstyr som kraner - kun trekk-utstyr. Det oppgis at systemet benyttes på strekningen mellom Malmö og Eskilstuna<sup>86</sup>.



Figur 45: Megaswing for horisontal lasting/lossing av containere og hengere på tog

#### ContainerMover 3000®:

ContainerMover-3000® er utviklet av sveitsiske InnovaTrain<sup>87</sup>, og muliggjør overføring av 20' ISO containere og vekselflak mellom jernbanevogn og godsbil. Systemet har to komponenter: hydraulisk utstyr montert på bilen, og en "adapter" på jernbanevognen. Denne adapteren skal kunne monteres på alle typer containervogner. Løft og sideveis forflytning utføres med det hydrauliske utstyret på bilen, og fjernstyres av sjåføren. Det er ikke behov for eksterne kraner, og operasjonen krever i følge produsenten kun en 4 meter bred asfaltert stripe langsmed jernbanevognen, for at den sideveis operasjonen skal kunne gjennomføres. Dette skal gjøre løsningen egnet til bruk både på hovedjernbanenettet og på private sidespor.



Figur 46: ContainerMover-3000® for horisontal lasting/lossing av containere og hengere på tog

<sup>84</sup> [www.cavotec.com/moormaster](http://www.cavotec.com/moormaster), per 10. sept. 2014

<sup>85</sup> [www.bestfact.net/kockums-megaswing-pocket-wagon-with-horizontal-transshipment-for-semi-trailer](http://www.bestfact.net/kockums-megaswing-pocket-wagon-with-horizontal-transshipment-for-semi-trailer), per 15. okt. 2014

<sup>86</sup> [www.banekonferens.dk/sites/default/files/Kockums%202012\\_0.pdf](http://www.banekonferens.dk/sites/default/files/Kockums%202012_0.pdf), per 15. okt. 2014

<sup>87</sup> [www.innovatrain.ch/en/innovatrain](http://www.innovatrain.ch/en/innovatrain), per 9. des. 2014

### 5.3.3 Teknologi som påvirker godset som skal transporteres

I tillegg til teknologiutvikling som skjer i tilknytning til selve transportsystemet, skjer det også en utvikling av teknologi og metoder som påvirker selve godset som skal transporteres, og dermed også transportene av godset.

#### *Superkjøling:*

Det benyttes i dag store mengder is for å kjøle ned ferske matvarer som kjøtt og fisk. Ved transport av fisk utgjør is ca. 30 % av lasten<sup>88</sup>. Superkjøling er en mellomting mellom å fryse og å kjøle matvarene. Dette er teknikk som er utviklet for å beholde fersk kvalitet over lengre tid. Metoden fjerner behovet for pakke ekstra is sammen med matvarene ved transport. Dette fører til mindre drivstofforbruk og dermed mindre CO<sub>2</sub>-utslipp per tonn transportert fisk. Det forskes også på utvikling av metoder for superkjøling av kjøtt<sup>89</sup>.

#### *3D-printing:*

3D-printere legger lag på lag av et materiale, til det endelige tredimensjonale produktet er ferdig. Denne prosessen kan skje ved hjelp av ulike typer teknologi, som UV-lamper som får væske til å omdannes til plast, printere som fungerer som en "limpistol", og laserteknologi som omdanner pulver av en legering til fast metall. Dette området er i stadig utvikling, og får utbredelse innen nye områder av industrien. Dagens SLM-maskiner (Selective Laser Melting-maskiner) er bygget for å fremstille mindre deler og med begrenset hastighet, men i følge Teknisk Ukeblad<sup>90</sup> ventes det at det i løpet av et par år vil være mulig å framstille objekter med dimensjoner på rundt en halv meter. Det utvikles også maskiner med flere lasere, og utviklingen forventes å øke fremstillings-hastigheten og gjøre at SLM kan overta for tradisjonell produksjonsteknologi. Både plast, keramer og metaller kan benyttes som "utskriftsmateriale". På grunn av mulighetene printeprosessen gir til å lage gitterstrukturer/små huller i produktene som produseres, kan prosessen gi lettere og mindre materialkrevende produkter enn tilsvarende produkter produsert med tradisjonelle metoder. Muligheten til å printe ut produktene lokalt, vil også påvirke transportmønsteret. Transportbehovet vil kunne dreies fra transport av ferdige produkter, til transport av råmaterialer for 3D-printing. Dette vil kunne påvirke både det geografiske transportmønsteret, og hvilken transportform som vil være mest hensiktsmessig. Det kan bl.a. kunne gi en økning i etterspørsel etter bulk-transport. Hvilken retning denne utviklingen tar, vil avhenge av markedskreftene.

## 5.4 Informasjonssystemer

#### *Tomme returcontainere:*

På grunn av retningsubalanse i transportstrømmene, foregår det stadig transport av tomme containere. I Nederland har Rotterdam havn i samarbeid med en sammenslutning av terminaloperatører etablert en nettportal<sup>91</sup> som gir oversikt over hvor en kan hente eller sette av tomme containere. Hensikten er å oppnå reduksjon i kostnader og miljøeffekter ved å redusere transport av tomme containere.

En slik løsning vil trolig primært kunne fungere for "anonyme" containere. Transportører som benytter egne containere med logo og profilering av eget selskap, vil ikke nødvendigvis gå inn på slike løsninger der de kan ende opp med at andre transporterer deres containere, og at de selv transporterer containere med profilering av evt. konkurrenter.

#### *Nasjonalt havneoversikt:*

Havneoversikten<sup>92</sup>, som p.t. foreligger i beta-versjon, viser detaljert informasjon om havner i Norge. Innholdet i havneoversikten stammer fra Kystverkets Havnebase. Basen gjøres tilgjengelig gjennom BarentsWatch, med

<sup>88</sup> <http://gemini.no/2014/05/holder-laksen-fersk-i-opptil-en-maned>, per 1. des. 2014

<sup>89</sup> <http://gemini.no/notiser/2011/09/superkjolt-lam>, per 1. des. 2014

<sup>90</sup> <http://www.tu.no/it/2014/10/26/slik-kan-3d-printing-endre-industrien-for-alltid>, per 22. jan. 2015

<sup>91</sup> [www.inlandlinks.eu/en](http://www.inlandlinks.eu/en), per 1. sept. 2014

<sup>92</sup> [www.barentswatch.no/Havner/#&nameSearch&harbours-map-view-selector](http://www.barentswatch.no/Havner/#&nameSearch&harbours-map-view-selector), per 12. sept. 2014

Kystverket som dataforvalter. Formålet er å gi brukerne lett tilgang til nødvendig informasjon for planlegging av anløp. Basen skal gi detaljert oversikt over havner og kaianlegg i Norge, med mulighet til å søke basert på de enkelte kaienes fasiliteter.

*SafeSeaNet Norway:*

Meldingstjenesten SafeSeaNet Norway<sup>93</sup> er et nettbasert system der skipstrafikken kan melde lovpålagte ankomst- og avgangsupplysninger til norske myndigheter og havner. Kystverket utvikler og drifter SafeSeaNet Norway som en felles nasjonal meldingsportal for skipsfarten. SafeSeaNet Norway er basert på det europeiske Single Window-konseptet, som først ble introdusert i EU-direktiv 2002/59<sup>94</sup>.

---

<sup>93</sup> [www.kystverket.no/Maritime-tjenester/Meldings-og-informasjonstjenester/Meldingstjenesten-SafeSeaNet-Norway1/#](http://www.kystverket.no/Maritime-tjenester/Meldings-og-informasjonstjenester/Meldingstjenesten-SafeSeaNet-Norway1/#), per 12. sept. 2014

<sup>94</sup> <http://www.emsa.europa.eu/emsa-documents/legislative-texts/item/1300-directive-200259ec-consolidated-version.html>, per 12. sept. 2014

## 6 Utfordringer knyttet til organisering og samarbeidsformer - prosjekterfaringer

Hovedmålet for den brede samfunnsanalysen av godstransport er å bidra til trafiksikker, miljøvennlig og samfunnsøkonomisk effektiv godstransport, og å bidra til å overføre gods fra veg til sjø og bane, der dette støtter opp om hovedmålet. Dette dokumentet omhandler utvikling og bruk av teknologi relatert til disse målene.

På teknologisiden skjer det en rivende utvikling, blant annet innen bruk av alternative energikilder, nye materialer, smarte og/eller autonome enheter og systemer, økt tilgang til og utvikling av nye tjenester basert på stordata, kommunikasjon mellom transportmidler, mellom transportmidler og gods, mellom transportmidler og transportsystem/-operatør, osv. Samtidig kan det være en lang vei å gå fra en teknologisk løsning er ferdig utviklet, til den faktisk blir tatt i bruk og kan bidra til å nå de transportpolitiske målene. Det er gjerne slik at jo flere ulike aktører som berøres av de aktuelle teknologiske løsningene/systemene, jo mer krevende vil denne prosessen være, og jo flere utfordringer må finne sin løsning. En rekke rammebetingelser må være på plass for at potensielle gevinster knyttet til de ulike teknologiske løsningene skal kunne høstes fullt ut. Rammebetingelsene kan omfatte både fysisk infrastruktur, regelverk og lover, samarbeidsmodeller, forretningsmodeller, teknologi og informasjonsflyt. Gjennom prosjekter der ulike typer teknologi og ITS-løsninger er blitt testet ut i mer eller mindre full skala, har vi støttet på eksempler på hvilke barrierer som må forseres på veien fra FoU til utrulling i den virkelige verden. Noen av disse omtales i det følgende.

### 6.1 GOFER – etablering av styrings- og prioriteringssystem for tungbiler

Målet i GOFER<sup>95</sup> var å etablere løsninger som muliggjør kontroll og regulering av godstransport på samme måte som vi kjenner fra flykontrollen. Godstrafikk på veg er en profesjonell yrkesutøvelse ofte med store, tunge kjøretøy opptil 50 tonn som ferdes fritt sammen med vanlig privat trafikk. I perioder med stor trafikk, blir denne trafikken hindret og påført store forsinkelser, samtidig som de også representerer en sikkerhetsrisiko for annen trafikk. Transporten innen andre områder (fly, sjø og bane) er til sammenligning langt strengere regulert og kontrollert av myndighetene.

Godstrafikkens utslipp av avgasser øker mye ved dårlig trafikkavvikling og med mange stopp. Utvikling av tekniske løsninger som sikrer godstrafikken gode avviklingsforhold, var derfor et mål i GOFER.

I prosjektet var det opprinnelig planlagt å gjennomføre to demonstratorer, én i Trondheim og én i Oslo. Begge var tenkt å være praktiske demonstratorer, "live" i transportsystemet, for å utforske muligheten for å benytte et slikt styringssystem for å holde tunge kjøretøy borte fra køsituasjoner, enten ved å be dem vente eller endre kjørerute, og deretter å gi dem prioritet i transportsystemet, som en "kompensasjon" for evt. pålagt omkjøring eller venting.

Trondheimsdemonstratoren var tenkt knyttet til Brattøra og adkomst dit, og skulle bl.a. inkludere testing av dirigering til venteområde ved innfarten til byen, og prioritering i form av tilgang til kollektivfelt i mellomrush-periode, og grønn bølge i lyskryss i lavtrafikkperioder. Av ulike grunner lot ingen av disse prioriteringstiltakene seg inkludere i demonstratoren:

- Etter flere henvendelser til Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet, ble det ikke blitt gitt tillatelse til å inkludere forsøk med å la godstransport få tilgang til kollektivfelt, selv i begrenset omfang både mht. tidsrom og antall kjøretøy.
- I Trondheim er det etablert prioriteringssystem for busser i rute i lyskryssene. Å evt. skulle gi andre typer kjøretøy prioritet, krever at det må etableres en "rutebeskrivelse" for disse, og at denne så må legges inn i datasystemet av systemleverandøren. Dette er en svært rigid og kostnadskrevende prosess, som i praksis gjør systemet uegnet som verktøy for å styre og prioritere godstransportkjøretøy.

Oslo demonstratoren var tenkt knyttet til Alnabruterminalen. Tanken var at når det bygget seg opp kø ved terminalporten, skulle kjøretøy som var på vei til terminalen, bli dirigert til venteområde til det ble deres tur, og deretter få prioritering i transportsystemet inn mot terminalen. Etter vurdering av de fysiske mulighetene for å få til en "live" demonstrator, var det åpenbart at det ville bli umulig å få til på en slik måte at det opplevdes som

<sup>95</sup> [www.sintef.no/GOFER](http://www.sintef.no/GOFER), per 17.sept. 2014

meningsfylt og relevant for alle deltakerne. Særlig for transportnæringen var det vanskelig å se hvordan dette kunne gjøres. På grunn av kapasitetsproblemer i adkomstvegnettet, som bare hadde ett kjørefelt inn mot terminalen, var det vanskelig å få til en prioritering som kunne gi dem en gevinst som var reell. Samtidig var det en risiko for at demonstratoren kunne påføre kjøretøyene som deltok i testen en ekstra forsinkelse, slik at de i verste fall at kunne komme for sent til angitt slottid/togavgang. Dette kunne skje dersom reisetid fra venteplass til terminal ble undervurdert på grunn av endringer i avviklingsforholdene i vegnettet.

Problemene knyttet til disse demonstratorene er eksempler på at både *lovverk/regler*, proprietære *datasystemer* og utforming av *fysisk infrastruktur* kan utgjøre barrierer mot å kunne ta i bruk eller fullt utnytte de mulighetene som kan ligge i nye teknologiske løsninger som kan bidra til mer effektive, sikre og miljøvennlige godstransporter. I tillegg vil det være behov for å definere spilleregler for samarbeid, dataflyt og informasjonsutveksling, rettferdig fordeling av nytte og evt. ulemper etc. Dette omtales i det følgende.

### 6.1.1 Etablering av vinn-vinn-situasjoner

For å få et styringsregime som i GOFER til å fungere, vil det være svært viktig å få til å etablere en "vinn-vinn"-situasjon, der alle deltakerne ser en gevinst ved å delta. Det er tungbilsjåførene som vil være i "første linje" mht. å oppleve effektene av styringstiltakene. Dersom disse oppleves som uakseptable, og sjåførene ikke tilbys relevante tiltak som kan kompensere for evt. negative effekter av reguleringene, vil det bli svært krevende å få til å innføre et GOFER-regime. Det sjåførene i demonstratorene rangerte som beste kompensasjon for evt. pålagte restriksjoner, var prioritering i vegnettet, f.eks. i form av adgang til kollektivfelt. Alternative prioriteringsformer kan være prioritering i lyskryss i lavtrafikkperioder og "fast lane" ved ankomst terminal. Innføring slike prioriteringstiltak stiller betydelige krav til den fysiske infrastrukturen mht. vegkapasitet og antall kjørefelt som kan dedikeres til gitte kjøretøygrupper. Symptomatisk nok viste det seg at de planlagte demonstratoraktivitetene i GOFER måtte endres, fordi det ikke var gjennomførbart å teste prioritering av tungbiler ute på vegnettet, som beskrevet ovenfor. Erfaringene fra prosjektet viser dermed at det vil være betydelige utfordringer knyttet til å få etablert den infrastrukturen som er nødvendige for å kunne innføre reelle prioriteringstiltak for tungbiler. Samtidig er det gjennom evalueringsaktivitetene i prosjektet identifisert eksempler på mulige gevinster slike tiltak kan gi for ulike aktører, så som:

- reduserte utslipp (myndigheter)
- redusert drivstofforbruk og dermed bedret økonomi (transportselskapene)
- redusert stress (sjåførene)
- økt sikkerhet (alle)

### 6.1.2 Prioriteringskriterier, lover og regler

For å kunne ta i bruk et styringssystem å la det som ble utviklet i GOFER-prosjektet, gjenstår det et betydelig arbeid med å utarbeide *prioriteringskriterier* og *virkemidler* som kan benyttes. Noen eksempler følger.

- Ved prioritering av kjøretøy er det en utfordring å utarbeide riktige prioriteringskriterier og virkemidler. Det vil trolig være behov for å utarbeide lokalt tilpassede kombinasjoner av virkemidler og kriterier, avhengig av hvilke lokale problemstillinger en ønsker å rette tiltakene mot.
- Ved prioritering av ulike kjøretøy må det legges til rette for det ved å muliggjøre prioritering i lyskryss og kjørefelt. Her vil en kunne dra nytte av erfaringene fra prioriteringsforsøkene i tungbilsimulatoren, både mht. registrerte og beregnede effekter, og mht. sjåførenes vurdering av tiltakene.
- For sjåførere er det gjeldende bestemmelser for kjøre-/hviletid som må følges. Et GOFER-system kan gjøre det mulig å hjelpe sjåførene til å overholde dette regelverket. Dette kan f.eks. gjøres ved å gi prioritet til kjøretøy som nærmer seg grensen for tillatt kjøretid.

### 6.1.3 Organisering/samarbeidsmodell

Det er en krevende øvelse å etablere en velfungerende samarbeidsform for denne typen informasjonsbaserte systemer. Det må etableres et tillitsforhold og en balanse mellom leverandører og brukere, i form av en rettferdig fordeling av ulemper/kostnader og nytte/gevinster/inntekter, og systemet bør være slik utformet at det ikke skal kunne lønne seg å holde seg utenfor. For å oppnå brukeraksept vil det bla. være viktig at det er vilje til og realisme i at



"regelverket" som etableres for systemet følges opp og håndheves, og at evt. sanksjoner oppleves som relevante og rettferdige.

#### 6.1.4 Informasjonsflyt, datasikkerhet og personvern

I GOFER ble det utviklet et datasystem som er tilrettelagt for utveksling av data og informasjon om godstransport. Lov om personopplysninger<sup>96</sup> regulerer hvilke typer personrelatert informasjon som evt. kan samles inn, og stiller krav til hvordan disse datatypene skal behandles. For data knyttet til godstransporter må det også tas hensyn til konkurranseforholdene mellom de ulike aktørene, og behov for å kunne holde på forretningshemmeligheter.

For at et slikt system skal kunne fungere i praksis, må partene kunne gi fra seg informasjon til systemet, og stole på at informasjonen ikke kan misbrukes av konkurrenter eller andre. Det er også viktig at aktørene overholder reglene i systemet, og leverer den informasjonen som det er behov for. Utfordringene knytter seg bl.a. til hvem skal være systemeier og sitte i "kontrolltårnet", hvordan samarbeidet skal organiseres, og hvordan en kan styre hvem som opplever gevinstene av systemet.

Det vil være en utfordring å finnes fram til et opplegg for systematisering og utveksling av data mellom aktørene som ikke kan medføre konkurransevridning. Hvilke data som er nødvendig for at systemet skal kunne virke etter hensikten, og hvordan data kan anonymiseres for å unngå lekkasje av forretningshemmeligheter, er viktige avklaringer.

Det er videre behov for å utvikle en felles data- og informasjonsplattform der transportplanleggere og transportutøvere kan gå inn for å hente ut relevante data. Denne plattformen må standardiseres med åpne og veldefinerte grensesnitt som lett kan kobles opp mot datasystemene hos myndigheter og aktører i verdikjeden for godstransport.

## 6.2 PROFIT – Fremtidens intermodale terminal

PROFIT-prosjektet<sup>97</sup> ble initiert av CargoNet med hensikt å styrke terminalklyngen på Alnabru og videreutvikle terminalleddet for å bedre konkurransevnen for intermodale transporter i Norge. Med finansiering fra Norges forskningsråd ble SINTEF engasjert som prosjektleder. Prosjektet startet i 2009 med CargoNet som prosjekteier og i samarbeid med Schenker Bring, Oslo Havn, Jernbaneverket, Logistikk- og transportindustriens Landsforening (LTL) og Ergo Group.

Prosjektets hovedmål var å utvikle og realisere neste generasjons styringssystemer for intermodale terminaler, ved å utnytte moderne teknologi. Dette ble forsøkt oppnådd ved å utnytte de involverte partnernes industrikompetanse og forskningsmiljøenes produksjons- og logistikktekniske fagkompetanse, samt å dra veksler på erfaringer fra andre industrier. Gjennom anvendelse av ny teknologi ble det utviklet et forslag til nytt styringssystem for neste generasjons intermodale terminaler. Prosjektet brukte Oslo Havn og Alnabruterminalen med tilhørende bedriftsklynge rundt Alnabru som case.

Samarbeid mellom autonome selskaper om løsning av felles oppgaver er utfordrende i praksis, noe som skyldes at aktørene har hver sine mål og prioriteringer, de anvender ulike teknologiløsninger, og at det ikke eksisterer en entydig modell for deling av gevinst og risiko. Det er et klassisk dilemma at terminalfunksjoner kun utgjør en del av de involverte partnernes aktiviteter, samtidig som konkurransekraften til alle i logistikknettverket er direkte avhengig av samspillet på terminalen.

Det var slike problem knyttet til innbyrdes konkurranseflater og uklarheter rundt forretningsdrift som førte til samarbeidsproblemer i konsortiet og at prosjekteier CargoNet ønsket å avslutte prosjektet. Prosjektet ble stoppet i siste prosjektår – i desember 2010.

Erfaringene fra PROFIT-prosjektet illustrerer hvilke barrierer det kan være å få etablert gode samarbeidsmodeller, med rettferdig fordeling av fordeler/gevinster og ulemper/kostnader blant aktørene som berøres av et tiltak eller system. I oppsummeringen av PROFIT-prosjektet konkluderes det med at et gjennomslagslogistikknettverk innebærer

<sup>96</sup> [www.lovdatab.no/all/nl-20000414-031.html](http://www.lovdatab.no/all/nl-20000414-031.html), per 10. sept. 2014

<sup>97</sup> [www.sintef.no/profit](http://www.sintef.no/profit), per 17. sept. 2014

informasjonstilgjengelighet om etterspørsel, status og ytelse i sanntid. Det vises videre til Auramo et al. (2005), som påpeker at utfordringene forbundet med å realisere gjennomsliktighet i nettverkssamarbeid ligger i samspillet mellom informasjonsteknologi, nettverksdesign og samarbeid. Villighet til informasjonsdeling og integrering har vist seg å være hovedutfordringen (Holweg et al., 2005). Dette krever altså nye samarbeidsmodeller og en felles samarbeidsstrategi for hvordan man best skal betjene kunder og marked.

### 6.2.1 Muligheter og potensiale

Følgende forbedringsforslag ble identifisert i PROFIT for framtidens terminalklynge på Alnabru:

- Ny "gate"/port-løsning.
- Bruk av depoter for utjevning av arbeidspådrag
- Styringssystem for terminaldrift (Terminal Operating System)
- Felles informasjonsplattform

Forslagene er beskrevet i prosjektets avslutningsrapport enkeltvis, men bygger i stor grad på hverandre. Eksempelvis ligger det i forslaget til ny "gate"/port-løsning at alle kjøretøy kontrolleres inn og ut av terminalområdet. Dette krever at alle enheter som skal hentes eller leveres kan identifiseres i porten. Med andre ord må alle togoperatører formidle informasjon om innhold på sine tog til terminaloperatør.

I dag har terminalen kun informasjon om Cargonets egne tog, og en kommunikasjonsløsning må etableres i forhold til andre togoperatører. Felles informasjons-plattform slik prosjektet foreslår, kan organisere slik informasjonstilgang.

På samme måte vil bruk av depoter for å utjevne arbeidspådrag slik det beskrives i rapporten, kreve kommunikasjons-løsning for å koordinere kjøring til og fra depot med løftekapasitet på terminalen. Slik koordinering av ressursinnsats er en av oppgavene til en "intelligent job dispatcher" som inngår i et terminalstyringssystem (TOS). Ved bruk av "virtuelle" depot hos samlasterne vil det oppstå behov for å melde containere ferdig til opplasting. Felles informasjonsplattform kan her bidra ved at samlasterne melder containere i sitt system, mens det samtidig oppdateres status i fellessystemet som er tilgjengelig for terminalen. På den måten kan slike containere inngå i den arbeidsflyten man må styre på terminal. Det er med andre ord mange koblinger mellom de forbedringene som foreslås.

Tildeling av unik referanse for alle enheter på terminalen kan være et første skritt i retning av en *felles informasjonsportal* for all trafikk over terminalen. Effektiv terminaldrift krever at man har digitalisert informasjon om enhetene man skal behandle. At man i dag eksempelvis må registrere farlig gods-informasjon fra papir ved mottak av enheter på terminalen, synes unødvendig tungt og arbeidskrevende. Denne informasjonen er helt sikkert registrert inn i flere datasystem før enheten kommer fram til terminal. Effektiv terminaldrift krever at all slik informasjon kan gjøres tilgjengelig for alle som har behov for den basert på en enkel registrering av en aktør. Nøkkelen for å finne fram slik informasjon vil være den felles unike referansen.

### 6.2.2 Utfordringer mht. måloppnåelse

Aktørene i terminalklyngen på Alnabru bruker i hovedsak informasjonssystemer og IKT-infrastruktur som er bygget opp for å støtte informasjonsflyten internt i den egne organisasjonen. I tillegg er det lite fokus på IKT som støtter eksternt kommunikasjon og flyten av informasjon mellom aktørene. Overføring av informasjon mellom aktørenes ulike systemer er i dag tidskrevende og ineffektivt, da denne ofte skjer manuelt og flere ganger. I tillegg tilpasses og tolkes informasjonen på ulike måter avhengig av de ulike brukernes behov for informasjon. At aktørene bruker forskjellige standarder og "lukkede" grensesnitt mot hverandres systemer gjør det vanskelig å etablere en sømløs og automatisk flyt av digital informasjon.

### 6.2.3 Intermodalitet

Mange ser satsingen på bruk av intermodale transportløsninger som tiltak for mer miljøvennlig transport, men i europeisk sammenheng er vektleggingen ofte like mye rettet mot reduksjon av belastning på veisystemet. Man forutsetter at en økning i bruk av intermodale transportformer vil gi en tilsvarende reduksjon i veitransport. Med andre ord er ikke økningen i bruk av intermodale løsninger basert på nytt gods. Intermodal transport bil/bane er et konkurrerende system til direkte biltransport fra dør til dør. Samlasterne på Alnabruterminalen er aktører som er

involvert i begge disse transportsystemene. Terminalleddets effektivitet og geografiske lokalisering i forhold avsender og mottaker er vesentlig for om det intermodale transportsystemet foretrekkes.

### 6.3 EasyWay

Målet i EasyWay<sup>98</sup> var å støtte en utrulling av et sett med felles ITS-tjenester for hele *TERN* (Transport European Road Network, dvs. hovedvegnettet i Europa). Vegadministrasjoner og -myndigheter fra de fleste EU-medlemsstatene var partnere i dette arbeidet, hvor også Norge og Statens vegvesen deltok.

EasyWay bygde på erfaringer fra de tidligere Euro-regionale prosjektene, hvor VIKING dekket Norden.

Gjennom samarbeidet i EasyWay ble det utviklet flere hjelpemidler:

- *Operating environments*: Hele det europeiske hovedvegnettet ble klassifisert blant annet med utgangspunkt i årsdøgntrafikk, ulykkesfrekvens og -risiko og kjøproblematikk. Dette ble gjort for å kunne sette forventinger til utrulling av ITS-tjenester: jo høyere vegklasse, jo større krav til utrulling
- *DATEX II*: Denne informasjonsstandard dekker veg- og trafikkinformasjon. Flere land i Europa baserer sin «data-ut» fra vegforvalterne. Statens vegvesen har implementert en DATEX II-node som blant annet forsyner radiokanaler og andre tjenestetilbydere med oppdatert sanntidsinformasjon om statusen på vegnettet.
- *Core European ITS Services*: Dette er et relativt lite sett med ITS-tjenester som er tenkt å være felles for hele det europeiske hovedvegnettet. Det er sett med trafikkstyringstjenester, et sett med trafikkinformasjonstjenester og et sett som dekker godstransporter spesielt.
- *Deployment Guidelines*: Dette er et sett med retningslinjer som gir anbefalinger om hvordan settet med Core European ITS Services kan spesifiseres, utvikles og rulles ut i vegnettet. De ulike retningslinjene tar utgangspunkt i Operating Environments og bruker DATEX II som standard for informasjonsmodellene.

Gjennom arbeidet i EasyWay ble det etablert flere ekspertgrupper som arbeidet med flere ulike teknologier, og med ulike bruksområder for teknologiene. En av de teknologiene som ble dekket, var samarbeidende systemer ("Cooperative Systems"), hvor blant annet infrastruktur-til-bil-kommunikasjon ble omhandlet.

En ekspertgruppe hadde fokus på hvordan IKT kunne støtte opp under samordnede og felles ITS-tjenester på vegnettet i Europa. Norge bidro blant annet med deltakelse innen interoperabilitet.

#### 6.3.1 Erfaringer med samordning av ITS-tjenester

EasyWay hadde, sett fra et teknologisk synspunkt, alt som skulle til for å klare å etablere 100 % samordnede og interoperable ITS-tjenester på hovedvegnettet i Europa.

På et teknisk nivå hadde man en kommunikasjonsstandard i form av CALM, og erfaringene med bruk av denne teknologien fra flere ulike prosjekter. Dermed hadde man en informasjonsstandard, med tilhørende profiler og verktøy på plass, i form av DATEX II. I tillegg var vegnettet klassifisert.

Sett fra organisatorisk synspunkt var grunnlaget for samordnede tjenester også på plass, i og med at vegforvaltningene i hele EU deltok i prosjektet. I stedet for å arbeide frem mot 100 % interoperable tjenester, ble man i prosjektet enig om fokusere på *harmoniserte* tjenester i begynnelsen.

Det var i alle fall to hovedårsaker til at dette skjedde:

- Det var en frykt for at 100 % interoperable ITS-tjenester ville kreve at de interne prosessene, det interne arbeidsspråket og de interne datasystemene hos vegforvaltningene måtte tilpasses hverandre. Idéen, og erfaringene, med å bruke helt standardiserte grensesnitt for å oppnå interoperable tjenester ble ikke forstått og akseptert av de ulike partnerne. Det ble sett på som en større kostnad å faktisk rulle ut 100 % interoperable ITS-tjenester første gang, enn å lage egne mer eller mindre like tjenester, og så harmonisere disse i etterkant.
- Frykten for at EU skulle regulere alle de definerte ITS-tjenestene i direktivs form, basert på en teknisk spesifisering, gjorde at man valgte å være mer "diffus" i beskrivelsen av tjenestene. En av grunnene til at man

<sup>98</sup><http://www.easyway-its.eu/>, (per 11. desember 2014)

ikke ønsket ITS-tjenestene i direktiver, var frykten for at spesifikasjoner ble frosset over flere år mens den tekniske utviklingen går videre.

I tillegg til dette, ble ikke forståelsen av brukeren, og brukerens muligheter til å kommunisere med ITS-tjenestene, vurdert ut fra teknologiutvikling og -spredning. Det er slik at smarttelefonen i dag er helt kapabel til å fungere som en personlig ITS-stasjon, både for privatbilister og yrkessjåfører, og den fysiske kommunikasjonen med denne er allerede på plass.

# Referanser

## Litteratur:

Aggarwal, T. (2008): Embedded vision system (EVS), *IEEE/ASME Proc Int. Conf. on Mechatronic and Embedded Systems and Applications*, 2008, pp 618-621.

Auramo, J. J. Kauremaa, K. Tanskanen (2005): Benefits of IT in supply chain management: an explorative study of progressive companies, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 35, No. 2, pp.82-100.

Chakraborty, S., Lukasiewicz, M., Buckl, C., et al. (2012): Embedded systems and software challenges in electric vehicles, *Proc. Conf. on Design, Automation and Test in Europe*, 2012, pp 424-429.

Cruzes, D.S., A. Vennesland & M.K. Natvig (2013): Empirical evaluation of the quality of conceptual models based on user perceptions: A case study in the transport domain. *Conceptual modeling* (pp. 414-428): Springer.

Dewitt, W & J. Clinger (): *Intermodal Freight Transportation*. A1B05: Committee on Intermodal Freight Transport, TRB. <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/millennium/00061.pdf>

ETSI. (2012): Etsi en 302 665: *Intelligent transport systems (its); communications architecture* (pp. 44).

European Commission (2009), *A sustainable future for transport: Towards an integrated, technology-led and user-friendly system*, Directorate-General for Energy and Transport, COM (2009) 276 final, Brussels.

European Conference of Ministers of Transport (1997): *Intermodality and intermodal freight transport in the European Union - A systems approach to freight transport*.

Fjørtoft, K.E., B. Kvamstad & F. Bekkadal (2009): Maritime communication to support safe navigation. *Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 285.

Gran E og A. B. Sund (2012): Intermodal terminal and logistics network. . I (Dreyer, H. og T. Foss, ed.): *Intelligent Goods in Transport Systems*, pp. 129-150. Akademika Publishing, Trondheim. ISBN 978-82-321-0204-4.

Holweg, M., Disney, S., Holmström, J. and Småros, J. (2005): Supply Chain Collaboration: Making Sense of the Strategy Continuum. *European management journal*, 23 (2), pp. 170-181

Karakostas, B., T. Katsoulakos & Y. Zoraios (2012): Towards an ict platform for the european freight transport community. *International Journal of Applied Logistics (IJAL)*, 3(2), 53-58.

Legner, C. & K. Wende (2006). *Towards an excellence framework for business interoperability*. Paper presented at the 19th Bled eConference, Bled, Slovenia.

Meland, S., T. Engen, C. Mausestgen & O.M. Rennemo (2013): *Cooperative system for truck guidance and control – Is a win-win-situation possible?* Paper presented at the World Conference on Transport research 2013. Rio de Janeiro, Brazil. 15-18 July 2013.

Natvig, M.K. & A. Vennesland (2010): Flexible organisation of multimodal travel information services. *Intelligent Transport Systems, IET*, 4(4), 401-412.

Natvig, M.K., H. Westerheim, T.K. Moseng, A. Vennesland, (2009): *ARKTRANS The multimodal ITS framework architecture* Version 6 (pp.313). SINTEF Report A12001, SINTEF ICT, Norway. <http://arktrans.no/english>

Netland T.H. og I. Spjelkavik (2010): Making PROFIT at the intermodal terminal – a research agenda. *Advances in Production Management Systems, New Challenges, New Approaches*, Bordeaux, France, 21.-23.09.2009. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 2010 Springer Verlag, Volume 338/2010, pp.307-314.

Parasuraman, R., T. B. Sheridan, and C. D. Wickens (2000): A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation, *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics—Part A: Systems and humans*, Vol. 30, No. 3, May 2000

Pedersen, J.T., P. Paganelli & H. Westerheim (2009): *A common framework freightwise, euridice and smartfreight*. Paper presented at the 16th ITS World Congress and Exhibition on Intelligent Transport Systems and Services.

Pedersen, J.T. (2012): One common framework for information and communication systems in transport and logistics: Facilitating interoperability. *Sustainable transport* (pp. 165-196): Springer.

Reichart, G (2001): *Menschliche Zuverlässigkeit beim Führen von Kraftfahrzeugen*. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 22, Nr. 7. Düsseldorf: VDI Verlag.

Rødseth, O.J. (2011): *A maritime its architecture for e-navigation and e-maritime: Supporting environment friendly ship transport*. Paper presented at the Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2011 14th International IEEE Conference.

Sharma, A. & D. Thomas (2013): *Looking backwards to look ahead: Lessons from barcode adoption for rfid adoption and implementation*. Paper presented at the Proceedings of the Conference for Information Systems Applied Research ISSN.

Tassou, S.A., A. Hadawey, Y.T. Ge, B. Lagroy de Groutte (2009): *Carbon Dioxide Cryogenic Transport refrigeration Systems*. Grimsby Institute, UK. <http://www.grimsby.ac.uk/documents/defra/trns-casestudy.pdf>

Trip, J. J. and Y. Bontekoning (2002): Integration of small freight flows in the intermodal transport system. *Journal of Transport Geography*, Vol. 10, Iss. 3, pp 221-229

Wang, S., L. Li, K. Wang & J.D. Jones (2012): E-business systems integration: A systems perspective. *Information Technology and Management*, 13(4), 233-249. doi: 10.1007/s10799-012-0119-8

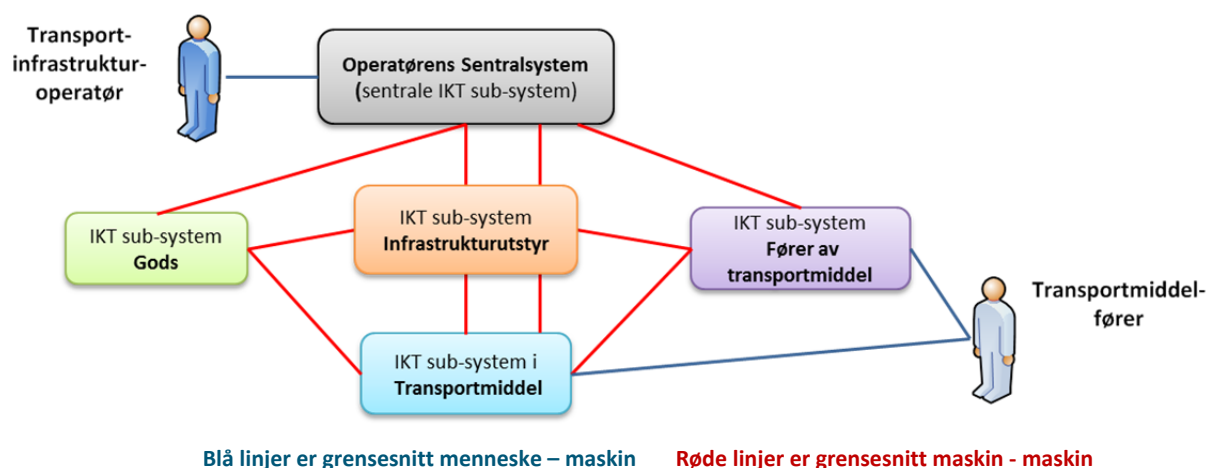
# Vedlegg A: Bruksområder i ARKTRANS

En beskrivelse av *anvendelsesområdene* vil være en viktig plattform for å kunne beskrive hvordan IKT kan anvendes for å nå hovedmålet om sikre, miljøvennlige og samfunnsøkonomisk effektive godstransporter. ARKTRANS inneholder beskrivelser av mange anvendelsesområder som omfatter godstransport. I denne rapporten er det gjort et utvalg som inkluderer de anvendelsesområdene som er mest relevante mht. sikkerhet, miljø og samfunnsøkonomi, vist i Figur 6, og presentert i kapittel 2.3. De ulike anvendelsesområdene er beskrevet med utgangspunkt i de enkelte rollenes ansvarsområde. På den måten kommer *den potensielle nytten for de ulike aktørene* frem. Noen av anvendelsesområdene er allerede i utstrakt bruk, mens andre anvendelser er å anse som muligheter som krever ytterligere utvikling eller økt teknologiutbredelse for å kunne gi den beskrevne nytten.

## A.1 Transportinfrastrukturoperatøren

Operatøren av infrastrukturen for transport av gods, f.eks. Statens vegvesen og Jernbaneverket for hhv. vegnett og jernbanenett, har ansvaret for den daglige driften av infrastrukturen og det utstyret som er tilknyttet infrastrukturen, f.eks. registreringspunkter, skilter og signaler. Operatøren har dermed ansvar for at personer og gods kan transporteres på en mest mulig sikker, effektiv og miljøvennlig måte. For å kunne oppnå disse målene, må operatøren ha *kunnskap om status* i infrastrukturen, både mht. infrastrukturen, generell kunnskap om trafikkstrømmer og eventuell spesiell kunnskap om enkeltkjøretøy og enkeltobjekter som transporteres, f.eks. en semitrailer med brannfarlig stoff. Videre må operatøren ha *verktøy* (IKT-applikasjoner) som hjelper operatøren med å ta de riktige beslutningene mht. en optimalisering av driften med tanke på sikkerhet, effektivitet og miljø. Til slutt må operatøren kunne *styre* trafikkstrømmene og enkeltkjøretøyer ut i fra den styringsstrategien som ligger til grunn for driften av transportinfrastrukturen og den optimaliseringen som er gjort gjennom de ulike ITS-applikasjonene.

De ulike IKT sub-systemene som er beskrevet i kapittel 2.4, vil være et godt hjelpemiddel for operatøren til å samle inn informasjon, behandle informasjonen og gi informasjon. Figur A-1 viser hvordan de ulike IKT sub-systemene kan brukes av operatørene for å nå sine mål om sikker, effektiv og miljøvennlig fremføring av gods i transportinfrastrukturen.



Figur A-1: IKT sub-systemer for drift av transportinfrastruktur

### A.1.1 Mulige anvendelser innen transportinfrastrukturoperatørens ansvarsområder

De viktigste oppgavene for infrastrukturoperatøren vil være å:

- **Planlegge** en optimal utnyttelse av infrastrukturen
- **Styre** transporten i infrastrukturen iht. styringsstrategi
- **Tilby** individuelle støttetjenester til førere av transportmidler

#### Planlegge en optimal utnyttelse av infrastrukturen

For å kunne planlegge en optimal utnyttelse av infrastrukturen mht. godstransport, vil operatøren **samle inn data** om godstrafikken, både mht. type gods inkl. farlighetsgrad, transportmiddel, start- og målpunkt, rute og fremføringshastighet. Dette kan anvendes for å **modellere** trafikken og **evaluere** sikkerhet og kvalitet på godstransporten. Inn under planleggingen hører også å **estimere etterspørselen** og **planlegge tilgjengeligheten** til transportinfrastrukturen, f.eks. gjennom ruteplanlegging for et jernbanenett, tidsplaner for en farled og kapasitetsutnyttelse i et vegnett.

Infrastrukturoperatøren vil kunne ha stor nytte av informasjon innhentet fra IKT sub-systemene på selve godset, på transportmidlet, hos føreren og på infrastrukturutstyret:

- Når det gjelder **IKT-utstyr på godset**, er status at *en svært liten del av godset har dette i dag*. Det er imidlertid en viktig utvikling på gang både mht. å ta i bruk *elektroniske brikker som minimum har en unik ID* som kan spores i et sentralsystem, og mer avanserte brikker festet til eller integrert i godset. Mer *avanserte brikker* kan lagre informasjon om selv godset, f.eks. type, farlighetsgrad, temperatur og avsender og mottaker slik at de blir autonome og ikke trenger en kopling opp mot et sentralsystem. Informasjonen lagret på godset kan hentes *via transportmidlet eller infrastrukturutstyr*, f.eks. Vegkant ITS-stasjoner for vegsektoren. I de mest avanserte typene av IKT sub-system for gods ser en for seg at *infrastrukturoperatøren kan kommunisere direkte med godset* fra sitt eget sentralsystem, f.eks. via GSM eller WLAN. I et fremtidig scenario vil en infrastrukturoperatør f.eks. kunne kommunisere direkte med en container enten den befinner seg på vegen, på banen eller i sjøleden. Viktig informasjon sendt fra containeren vil f.eks. kunne være innhold, avvik på posisjon og tid i forhold til planlagt og alarmer om temperaturer utenfor godsets referansetemperaturer. Dette vil f.eks. kunne *brukes av infrastrukturoperatøren til å prioritere fremføringen* av containeren slik at avtalt transportkvalitet opprettholdes mht. fremføringshastighet i infrastrukturen.
- **Transportmiddelets IKT sub-system** kan gi meget nyttig informasjon til operatøren av transportinfrastrukturen, enten *direkte eller via infrastrukturutstyret*. Transportmiddelet kan på denne måten informere operatøren av infrastrukturen om sin unike ID (f.eks. reg.nr. på en lastebil), posisjon, hastighet, vekt og type gods, inkludert farlighetsgrad og eventuelle krav til prioritet i transportsystemet. Slike IKT sub-systemer finnes i dag for mange tunge kjøretøyer, men det er i hovedsak *proprietære systemer* knyttet opp mot kjøretøyprodusentens eget sentrale IKT sub-system. ITS-applikasjoner som *flåtestyring* og *vegvisning* er gjerne knyttet til slike IKT-systemer i transportmidlene. Ulempen med dagens løsninger er at det ikke er interoperable sub-systemer, dvs. at et sentralt IKT sub-system levert av en kjøretøyprodusent nødvendigvis ikke kan kommunisere med et IKT sub-system i et tungt kjøretøy produsert av en annen kjøretøyprodusent.
- **Føreren av transportmidlet** kan gi verdifull informasjon om godstransporten til infrastrukturoperatøren gjennom sitt IKT sub-system som f.eks. kan være en smarttelefon eller PDA med ITS-applikasjoner som *gjør det mulig for å melde status* på godstransporten til infrastrukturoperatøren, og eventuelt *be om spesiell prioritering* for bestemte typer gods eller godstransporter. Dette kan infrastrukturoperatøren bruke til å planlegge og gjennomføre en optimal styring av godstrafikken i sin infrastruktur. Kommunikasjonen fra føreren av transportmiddelet kan gå *direkte til operatøren eller gjennom IKT sub-system i transportmiddel eller infrastrukturutstyr*.
- IKT sub-systemet i **infrastrukturutstyret** kan også gi operatøren mye nyttig informasjon om godstransporten. Sub-systemet kan registrere data om *trafikkstrømmen*, om *enkeltkjøretøyer*, om selve *godset* og om *miljøforhold*, f.eks. værforhold som operatøren trenger for å planlegge og styre godstransporten i infrastrukturen. Spesielt innenfor vegsektoren vil informasjon om vær- og føreforhold være nyttig mht. en effektiv fremføring av godset, f.eks. ved stengte fjelloverganger.



## Styre transporten i infrastrukturen iht. styringsstrategi

Infrastrukturoperatøren kan ved hjelp av de ulike IKT sub-systemene *styre trafikkstrømmene og prioritere kjøretøy* som transporterer gods. Styringen og prioriteringen vil i hovedsak skje gjennom:

- Behandling av *informasjon om status* på infrastruktur, trafikkstrømmer, gods som transporteres i transportinfrastrukturen, miljø/klimatiske forhold og *forespørsler* om prioritet for godstransport
- *Optimalisering* av transportmidler med gods mht. effektivitet, sikkerhet og miljø
- *Styringsmeldinger til føreren* av transportmidlet, enten direkte gjennom førerens IKT sub-system eller via IKT sub-system i infrastrukturutstyr (f.eks. skilt og signaler) og kjøretøy (display i kjøretøyet).
- *Styringsmelding til IKT sub-system i infrastruktur*, f.eks. prioritetsmeldinger til trafikksignalanlegg eller tilfartskontrollsystemer.

## Tilby individuelle støttetjenester til førere av transportmidler

I tillegg til styringsmeldinger til føreren av transportmidlet, kan også operatøren av transportinfrastrukturen tilby føreren *andre støttetjenester*. Eksempler fra vegsektoren kan være vegvisning og vegstatusmeldinger. I noen tilfeller vil operatøren også drive trafikk- og servicearealer hvor føreren kan *bestille parkeringsplass* på sikret område.

### A.1.2 Noen eksempler på nytte mht. effektivitet, sikkerhet og miljø

#### Effektivitet

En viktig forutsetning for å kunne optimalisere avviklingen av godstrafikken i et transportsystem, er kunnskap om godset og transportmidlene som transporterer godset. Ved å hjelp denne kunnskapen kan operatøren av transportsystemet benytte IKT-applikasjoner som *minimaliserer forsinkelser for godstransporten*. Detaljert kunnskap om godset gjør det mulig å kategorisere godset i ulike grupper mht. forsinkelseskostnader. Ferske næringsmidler kan f.eks. ha en mye høyere forsinkelseskostnad enn møbler, på grunn av degraderingskostnader relatert til kvalitetsforringelse i næringsmidlene. Forsinkelseskostnadene kan f.eks. inngå i en optimalisering av godstransporten i operatørens infrastruktur, og operatøren kan gi prioritet til transportmidler eller lastbærere med gods som har høy forsinkelseskostnad.

I ferge drift knytter det seg spesielle regler til transport av kjøretøy med farlig gods. Det er strenge restriksjoner på hvor mange andre kjøretøy som kan tas om bord sammen med kjøretøyet med farlig last. Økt kunnskap om last og kjøretøy, og om disse kjøretøyenes posisjon i transportsystemet, vil gi økt forutsigbarhet og bedre grunnlag for å planlegge fergedriften. Dette vil også gi mulighet til evt. å varsle øvrige trafikanter, slik at også de får økt forutsigbarhet og mulighet til å vurdere evt. alternativer mht. f.eks. rutevalg og reisetidspunkt.

#### Sikkerhet

Kunnskap om godset som befinner seg i transportsystemet er meget viktig både mht. en sikker transport av godset og av hensyn til andre transportmidler som transporterer gods og/eller personer. Tunneler er gjerne kritiske seksjoner i en infrastruktur mht. sikkerhet, og kunnskap om hvilket gods som befinner seg i en tunnel kan være av spesiell betydning dersom det inntreffer en hendelse i tunnelen som kan få fatale følger, f.eks. brann i transportmiddel og/eller gods. Kunnskap om type gods og posisjon kan også være viktig mht. å vurdere konsekvenser og tiltak ved hendelser i tilknytning til sårbare arealer langs transportinfrastrukturen, f.eks. drikkevannskilder eller naturvernområder.

#### Miljø

Kunnskap om godset og transportmiddelet kan bidra til at operatøren av transportinfrastrukturen kan styre miljøbelastende godstransport utenfor miljø-sensitive områder, f.eks. spesielle områder i en by. Samtidig kan kunnskapen om godset benyttes til å prioritere godstransport som ellers ville medført unødige støy og forurensingsproblemer.

## Overføring av gods fra veg til sjø eller bane

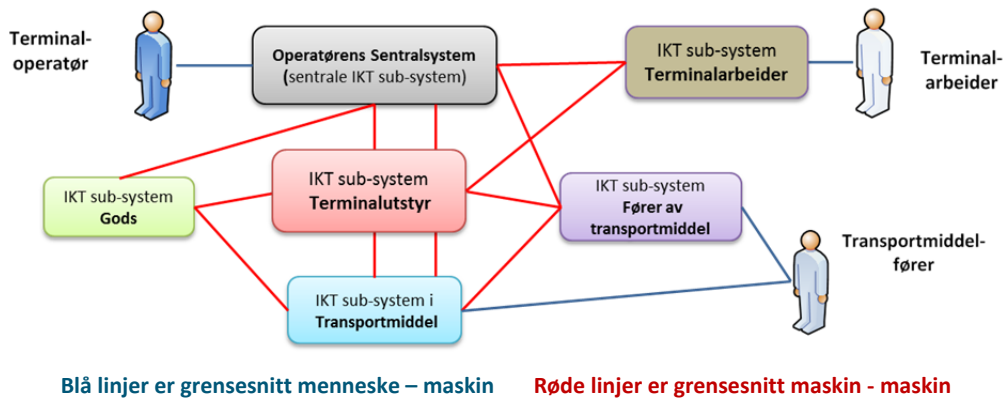
IKT-applikasjoner som bidrar til reduserte kostnader og økt effektivitet i form av f.eks. framføringshastighet, regularitet, punktlighet og forutsigbarhet for bane- og sjøtransport, vil bidra til å øke disse transportformenes evne til å konkurrere med vegtransport.

### A.2 Terminaloperatøren

Terminalen er det stedet der godset gjerne skifter fra en transportmodus til en annen, f.eks. fra bil til bane eller omvendt, og dette er prosesser som krever både tid og plass. Terminalen er også et sted hvor mye informasjon om godset overføres mellom operatører av transportinfrastruktur, terminaloperatøren, terminalarbeideren, terminalutstyret og føreren av transportmidlet.

Operatøren av godsterminalen har ansvaret for den daglige driften av terminalen og det utstyret som er tilknyttet terminalen, f.eks. laste-/losseutstyr, transportbånd og lasteramper. Operatøren har dermed ansvaret for at godset blir håndtert på en mest mulig sikker, effektiv og miljøvennlig måte. For å kunne oppnå disse målene må operatøren ha *kunnskap om status* på terminalen, både mht. infrastrukturen (transportarealer) og terminalutstyret, transportmidler inn og ut fra terminalen, godsstrømmer og gods som krever spesiell behandling, f.eks. kjemisk gods. Operatøren må også ha *verktøy* (IKT sub-systemer) som hjelper operatøren med å ta de riktige beslutningene mht. en optimalisering av driften med tanke på sikkerhet, effektivitet og miljø. Til slutt må operatøren kunne *styre* godsstrømmene og enkeltgods ut i fra den styringsstrategien som ligger til grunn for driften av terminalen.

Terminalen er et meget viktig ledd i intermodale transporter. Sømløs overføring av informasjon mellom aktørene som er involvert i verdikjeden for transport av gods, er en viktig premisse for at skal kunne overføring av gods fra veg til bane og fra veg til sjø ved hjelp av smarte og effektive terminaler. Interoperabilitet mellom de IKT sub-systemene som er involvert i terminaldriften, jfr. Figur A-2, er derfor en kritisk faktor.



Figur A-2: IKT sub-systemer for drift av terminaler

Figur A-2 viser hvordan de ulike IKT sub-systemene kan brukes av terminaloperatørene for å nå sine mål om sikker, effektiv og miljøvennlig drift av terminalen og at terskelen for intermodale godstransporter blir så lav som mulig.

#### A.2.1 Mulige anvendelser innen terminaloperatørens ansvarsområder

De viktigste oppgavene for terminaloperatøren vil være å:

- **Planlegge** en optimal drift av terminalen
- **Styre** den interne behandlingen av gods på og til/fra terminalen

#### Planlegge en optimal drift av terminalen

For å planlegge en optimal utnyttelse av terminalen mht. behandling av godset vil operatøren **samle inn data** om gods og godsstrømmer.

- Operatøren vil kunne ha stor nytte av informasjon innhentet fra **IKT-utstyr på selve godset**. Dette er beskrevet i avsnitt A.1 Transportinfrastrukturoperatør, og gjentas ikke her.
- IKT sub-systemet i **terminalutstyret** kan også gi terminaloperatøren mye nyttig informasjon om gods og godsstrømmer på terminalen. Sub-systemet kan registrere data om selve godset, f.eks. temperatur, og det kan registrere hvordan godset flyttes rundt på terminalen. Dette IKT sub-systemet kan være utstyr som leser ID på godset både når det transporteres, f.eks. gjennom en elektronisk port, og når det ligger lagret, f.eks. en lagerrobot med strekkodeleser.
- IKT sub-systemet for **terminalarbeideren**, f.eks. en PDA, vil kunne gi samme informasjon som IKT sub-systemet i terminalutstyret. I tillegg kan IKT sub-systemet for terminalarbeideren brukes til å gi informasjon om godset som ikke kan registreres gjennom maskinlesning, f.eks. evt. skader på godset eller emballasjen.
- **Føreren** av transportmidlet kan gi verdifull informasjon om godstransporten til terminaloperatøren gjennom IKT sub-systemet for føreren. Dette IKT sub-systemet kan f.eks. være en smarttelefon eller PDA med ITS-applikasjoner som gjør det mulig for føreren av transportmiddelet å melde status på godstransporten til terminaloperatøren og eventuelt be om spesiell prioritering for bestemte typer gods eller godstransporter. Dette kan terminaloperatøren bruke til å planlegge og gjennomføre en optimal styring av godsstrømmene til, fra og på terminalen. Kommunikasjonen fra føreren av transportmiddelet kan gå *direkte til terminaloperatøren eller gjennom IKT sub-system i transportmiddel eller terminalutstyr*.

### Styre behandlingen av gods på og til/fra terminalen

Terminaloperatøren kan ved hjelp av de ulike IKT sub-systemene styre enkelt gods og godsstrømmer og kan prioritere enkelt gods og enkelte kjøretøyer som transporterer gods til/fra terminalen. Styringen og prioriteringen vil i hovedsak skje gjennom:

- Behandling av *informasjon om status* på gods og godsstrømmer
- *Optimalisering* av godsstrømmene mht. effektivitet, sikkerhet og miljø
- *Styringsmeldinger til Terminalarbeideren*, enten gjennom IKT sub-system for Terminalutstyr eller via IKT sub-system for Terminalarbeider. Terminalarbeideren kan både være fører av terminalutstyr og utføre manuelt arbeid.
- *Styringsmeldinger til autonomt terminalutstyr*, f.eks. lagerroboter og automatiske heiseinnretninger.
- *Styringsmeldinger til føreren* av transportmidlet, enten direkte via IKT sub-system for Fører av transportmiddel, eller via IKT sub-system for Terminalutstyr og/eller Transportmiddel.

### A.2.2 Noen eksempler på nytte mht. effektivitet, sikkerhet og miljø

#### Effektivitet

En viktig forutsetning for å kunne optimalisere avviklingen av godstrafikken på en terminal, er kunnskap om godset, terminalutstyret og transportmidlene som transporterer godset. Ved av hjelp denne kunnskapen kan terminaloperatøren sørge for at *rett godsenhet/transportmiddel er på rett plass til rett tid*, for dermed å minimalisere både terminaltiden for godset og forsinkelser for transportmidlene, og optimalisere bruk av terminalutstyr som kraner etc. På samme måte som for en operatør av transportinfrastrukturen, kan forsinkelseskostnadene inngå i en optimalisering av godstransporten på terminalen, og operatøren kan prioritere gods som har høy forsinkelseskostnad. IKT sub-systemene for Terminalutstyr kan medføre en mere effektiv drift av terminalen gjennom høyere grad av *automatisering* gjennom autonomt terminalutstyr.

#### Sikkerhet

Kunnskap om godset som befinner seg på terminalen er viktig mht. en sikker lagring og intern transport av godset. I motsetning til operatøren av transportinfrastrukturen, har terminaloperatøren alltid kunnskap om hva som befinner seg av gods på terminalen. IKT sub-systemene for sentralen og terminalutstyret vil kunne lette arbeidet med å holde *oversikt over hva som befinner seg hvor*, og dette vil igjen kunne gjøre det enklere med kontrollrutiner for hva slags type gods som kan lagres hvor og i nærheten av andre typer gods.

## Miljø

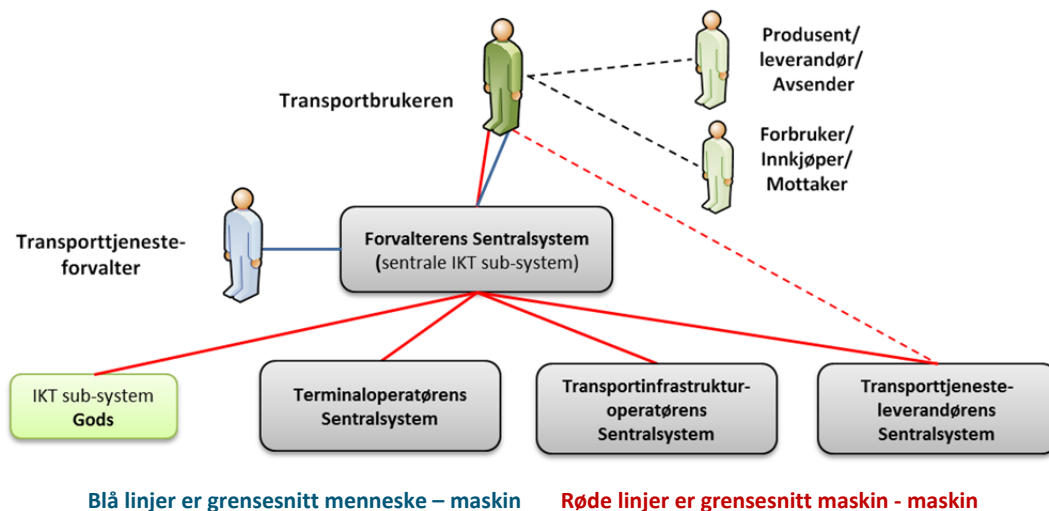
*Optimalisering av bruk av terminalutstyr* til løft og forflytning av gods inne på terminalen, vil bidra til reduksjon av miljøskadelige utslipp der dette terminalutstyret benytter diesel som drivstoff. *Styring av transportmidler* som skal levere eller hente gods på terminalen, f.eks. ved bruk av slot-tider, vil redusere køståing og tomgang for disse transportmidlene, og dermed også reduseres uheldige miljøeffekter. IKT-applikasjoner som muliggjør *overvåking av utslipp* fra transportmidler som betjenes i terminalen (se f.eks. PortsEYE, under kapittel 5.2), vil sette terminaloperatøren i stand til å overvåke og evt. sette inn tiltak for å overholde evt. grenseverdier for utslipp.

## Overføring av gods fra veg til sjø eller bane

I arbeidet med å overføre gods fra veg til bane og fra veg til sjø, er terminalene meget viktige noder. Gode og interoperable IKT sub-systemer er en forutsetning for at en omlastning mellom transportmodi skal kunne gå så sømløst som mulig. Effektiv godshåndtering og informasjonsflyt i terminalleddene vil øke konkurransevnen for intermodale transporter.

### A.3 Transporttjenesteforvalteren

Transporttjenesteforvalteren, f.eks. aktører som Schenker, Toll Post Globe, DHL og Bring, skal *definere og markedsføre transporttjenester* som tilbys brukerne, og *inngå avtale med brukerne* om kjøp og levering av transporttjenester. Videre skal de *inngå avtale med leverandører* av transporttjenester og *planlegge utførelsene* av transporttjenestene basert på brukerens krav og tilgjengelige tjenester. Forvalteren skal også *overvåke leveransene* av transporttjenester.



Figur A-3: IKT sub-systemer for salg av transporttjenester for gods

Figur A-3 viser hvordan de ulike IKT sub-systemene kan brukes av forvalteren for å nå sine mål om sikker, effektiv og miljøvennlig transport av gods, og slik at terskelen for intermodale godstransporter blir så lav som mulig.

*Transporttjenesteforvalteren har en meget sentral rolle mht. å velge intermodale transportløsninger* og dermed mht. til å overføre trafikk fra veg til bane og fra veg til sjø. Forvalteren kan velge intermodale transporter på transportbrukerens (bestillerens) vegne eller påvirke transportbrukeren mht. valg av transportmodi.

Transporttjenesteforvalteren vil ha et grensesnitt mot transportbrukeren som både kan være elektronisk, f.eks. via en webside tilknyttet forvalterens sentralsystem, eller gjennom et samtalebasert grensesnitt, f.eks. via telefon.

Det er forvalterens oppgave å **planlegge transporten** av godset i samråd med transportbrukeren (bestilleren). Dette skjer ved hjelp av IKT sub-systemet Forvalterens sentralsystem som er knyttet til sentralsystemene for den/de som skal utføre selve tjenesten (Transporttjenesteleverandøren), sentralsystemene for den/de som driver

transportinfrastrukturen godset skal fraktes på, og sentralsystemene til de terminaloperatørene hvor godset skal forflyttes mellom ulike transportmidler og evt. lagres. Informasjon om tjenestetilbydernes produkter innhentes, status på transportinfrastrukturene innhentes og mulige terminaltjenester hentes og behandles med tanke på å gi et best mulig produkt til transportbrukeren. Optimaliseringen av produktet kan skje ved hjelp av parametere som pris, fremføringshastighet (effektivitet), sikkerhet og miljø.

Så snart transportproduktet er godkjent av transportbrukeren, vil Transporttjenesteforvalteren overlate transporten til transporttjenesteleverandøren og eventuelt legge gods- og transportrelaterte opplysning på selve godsets IKT sub-system.

Transporttjenesteforvalteren skal også **overvåke transporttjenesten** på vegne av transportbrukeren det er inngått en avtale med. Slik overvåking kan skje gjennom direkte kontakt med godsets IKT sub-system i den grad det er mulig, eller gjennom terminaloperatørens eller transporttjenesteleverandørenes sentralsystemer (IKT sub-system).

Grensesnittet mellom transportbrukeren og transporttjenesteforvalteren er det primære grensesnittet for transportbrukeren både kommersielt og mht. oppfølging av transporten. I en del tilfeller overlater imidlertid forvalteren til transporttjenesteleverandøren å ha et grensesnitt mot transportbrukeren mht. informasjon om status og fremdrift på transporten (stiplet rød linje i Figur A-3).

### A.3.1 Noen eksempler på nytte mht. effektivitet, sikkerhet og miljø

#### Effektivitet

Ved hjelp av grensesnittene mot sentralsystemene til terminaloperatør, transportinfrastrukturoperatør og transporttjenesteleverandør, kan forvalteren enkelt samle inn relevant informasjon og sette sammen transportprodukter som er optimalisert mht. minst mulig forsinkelse for godset. En slik optimalisering trenger imidlertid ikke være den mest optimale i forhold til andre viktige faktorer som sikkerhet og miljø. Grensesnittene mot sentralsystemene og det forventede fremtidige grensesnittet mot selve godset gir imidlertid forvalteren en meget effektiv overvåking av transporten av godset. Forvalteren, som er ansvarlig ovenfor transportbrukeren, vil på den måten kunne gi en pålitelig status på fremdriften og status på transporten slik at transportbrukeren kan ta sine forholdsregler ved eventuelle forsinkelser. Et avansert IKT sub-system på godset vil selv overvåke sin egen transport, og vil kunne sende meldinger til forvalteren eller direkte til transportbrukeren om evt. skader og viktige avvik fra planlagt rute mht. tid og sted.

#### Sikkerhet

Planlegging av transporten av godset kan også optimaliseres mht. sikkerhet. Det vil si at det tas hensyn til konsekvensene ved mulige hendelser i transportsystemene og på terminalene. Transport av farlig gods kan f.eks. planlegges med transportmodi og transportmidler hvor eventuelle hendelser i transportsystemet får minst mulig konsekvenser mht. det farlige godset og for omgivelsene.

#### Miljø

Transporten av godset kan også planlegges mht. minimering av miljøkonsekvenser. Flere aktører (ref) har f.eks. tatt i bruk et IKT-verktøy for beregning av miljøkonsekvenser for enkelttransporter som ble utviklet i prosjektet Grønn godstransport (ref). Dette verktøyet gjør det mulig å sammenligne miljøeffekter for en direkte transport med multimodale transportalternativer.

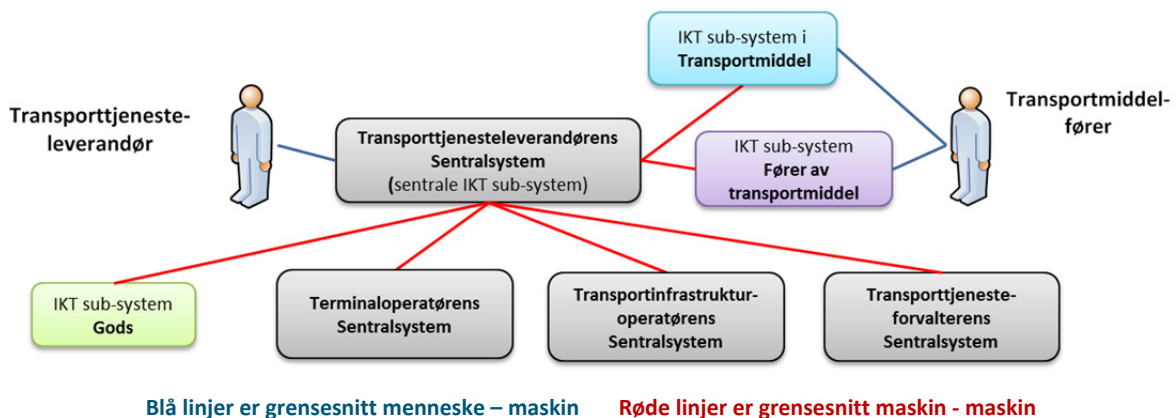
#### Overføring av gods fra veg til sjø eller bane

Transporttjenesteforvalteren har som nevnt en meget viktig rolle mht. å overføre gods fra veg til bane og fra veg til sjø. Lett tilgang på informasjon fra IKT sub-systemene hos transporttjenesteleverandører og transportinfrastrukturoperatører vil gjøre det enklere for forvalteren å utforme og markedsføre det transportproduktet som gir den mest miljøvennlige transporten.

## A.4 Transporttjenesteleverandøren

Transporttjenesteleverandøren er også en sentral rolle mht. å velge intermodale transport og mht. til å overføre trafikk fra veg til bane og fra veg til sjø. En leverandør som disponerer ulike typer transportmidler kan for noen av transporttjenestene velge *hvilket transportmiddel* som skal benyttes, og om det for et konkret oppdrag f.eks. skal benyttes *bare bil, eller kombinasjon* av bil og bane- eller sjøtransport.

Transporttjenesteleverandøren, f.eks. aktører som CargoNet i jernbanesektoren, skal planlegge og gjennomføre den transporttjenesten de skal levere til transportbrukeren via transporttjenesteforvalteren. Mye av den overordnede planleggingen vil være gjennomført, men transporttjenesteleverandøren skal detaljplanlegge transporten, f.eks. spesifisere *hvilket transportmiddel* som skal transportere godset fra start til mål, og *når* dette skal skje. Gjennomføringen består i hovedsak *gjennomføring* av selve transporten, og *styring og kontroll* av transporten på den transportstrekningen som transporttjenesteleverandøren er ansvarlig for.



Figur A-4: IKT sub-systemer for levering av transporttjenester for gods

Figur A-4 viser hvordan de ulike IKT sub-systemene kan brukes av transporttjenesteleverandøren for å nå sine mål om effektiv, sikker og miljøvennlig transport av gods.

### A.4.1 Noen eksempler på nytte mht. effektivitet, sikkerhet og miljø

#### Effektivitet

Ved hjelp av grensesnittene mot sentralsystemene til terminaloperatør og transportinfrastrukturoperatør kan transporttjenesteleverandøren optimalisere selve utførelsen av transporten, f.eks. hvilke transportmidler som skal brukes på hvilke strekninger. Leverandøren kan sjekke ut mot terminaloperatør(e) de mest gunstige leveringstidspunkter på en terminal, og også forhåndsbestille plass og tid for lasting/lossing. Leverandøren kan også planlegge transporten basert på infrastruktur-relatert informasjon som er gjort tilgjengelig av transportinfrastrukturoperatøren, f.eks. prognoser om vær- og føreforhold og trafikkavvikling. God og pålitelig informasjon om forholdene i et vegnett kan f.eks. gjøre at leverandøren velger å overføre godstransporten fra veg til bane. Selve gjennomføringen av transporten kan effektiviseres gjennom *styringsmeldinger til føreren* av transportmidlet dersom leverandøren får informasjon om hendelser i transportinfrastrukturen eller terminalen som f.eks. krever endringer i kjørerute eller leveringspunkter. Slike meldinger kan gis gjennom IKT sub-systemet for transportmidlet eller føreren ved hjelp av lyd og bilde på displayet. Leverandøren kan også effektivt kontrollere utførelsen av transporten gjennom *automatiserte statusmeldinger fra transportmidlets* IKT sub-system, (f.eks. om framføringshastighet, pauser, forventet ankomsttid), og også eventuelt gjennom direkte meldinger *fra godsets* eget IKT sub-system (f.eks. om temperatur i kjølegods, eller registrerte støt i ømfindtlig gods).

## Sikkerhet

Planlegging av utførelsen av godstransporten kan også optimaliseres mht. sikkerhet. Det vil si at det tas hensyn til konsekvensene ved mulige hendelser i transportsystemene og på terminalene. Transport av farlig gods kan f.eks. planlegges med transportmodi og transportmidler hvor eventuelle hendelser i transportsystemet får minst mulig konsekvenser mht. det farlige godset og omgiveldene.

## Miljø

Transporttjenesteleverandøren kan benytte informasjon fra IKT-applikasjoner i transportmidlene til å overvåke og optimalisere framføringshastighet og fartsprofil med tanke på å minimere drivstofforbruk og dermed miljøeffekter knyttet til den enkelte transporten. Erfaringsdata fra slike systemer kan i sin tur benyttes i planleggingen av nye transporter, med en planlagt framføringstid som ivaretar disse forholdene. Støttesystemer for optimalisering av drivstofforbruk er allerede i bruk i flere deler av transportsektoren.

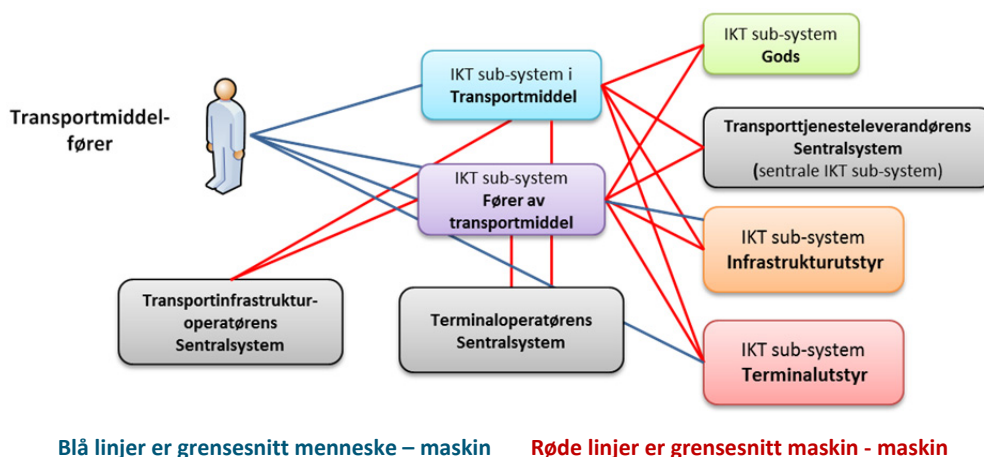
Transporttjenesteleverandøren kan benytte informasjon fra transportinfrastrukturoperatøren om f.eks. avviklingsforhold, hendelser og tilstand i transportsystemet, til å tilpasse rutevalg og tidspunkt for transporten for å redusere faren for å havne i køsituasjoner der transportmidlet vil påføre omgivelsene ekstra miljøbelastninger i form av støy og utslipp til luft.

## Overføring av gods fra veg til sjø eller bane

Transporttjenesteleverandøren er på samme måte som transporttjenesteforvalteren en meget viktig rolle mht. å overføre gods fra veg til bane og fra veg til sjø. Lett tilgang på informasjon fra IKT sub-systemene til terminaloperatøren og transportinfrastrukturoperatører gjør det enklere for leverandøren av transporttjenesten å optimalisere selve transporten ut i fra miljørelaterte kriterier.

## A.5 Transportmiddelfører

Føreren av transportmidlet, f.eks. føreren av et vogntog, skip eller tog, har ansvaret for at transportmidlet med godset fremføres i transportinfrastrukturen iht. regler og forskrifter og transportinfrastrukturoperatørens henvisninger. Føreren er videre ansvarlig for å holde rede på alle data om transportmidlet og godset under transporten. Føreren skal kommunisere med Transporttjenesteleverandøren og melde fra om hendelser under transporten av godset som kan få konsekvenser for utførelsen av transporttjenesten og aktører nedstrøms i verdikjeden, f.eks. transportbrukeren (mottaker).



Figur A-5: IKT sub-systemer for utførelse av transporttjenester for gods

Figur A-5 viser hvordan de ulike IKT sub-systemene kan brukes av føreren av transportmidlet for å nå sine mål om en effektiv, sikker og miljøvennlig transport av gods. Føreren kan kommunisere med de andre IKT sub-systemene gjennom transportmidlets eller førerens eget IKT sub-system.

### A.5.1 Noen eksempler på nytte mht. effektivitet, sikkerhet og miljø

#### Effektivitet

Føreren kan ved hjelp av grensesnittene mot *transportinfrastrukturoperatøren* og dens infrastrukturstyr, få informasjon som kan bistå føreren i en effektiv transport av godset. Dette kan være *statusmeldinger* om infrastrukturen, f.eks. vær- og føreforhold, og det kan være *informasjon om hendelser* i transportinfrastrukturen. Informasjonen kan gis til føreren gjennom førerens eget eller transportmidlets IKT sub-system, og visuelt gjennom skilter og signaler i infrastrukturstyret, f.eks. variable skilt.

Gjennom grensesnittet mot *transporttjenesteleverandøren* vil også føreren kunne både gi og få informasjon som kan bistå føreren i en effektiv fremføring av godset. Dette kan f.eks. være endrede og mer effektive *kjøreruter* pga. endringer hos mottaker av godset. Føreren kan også gi informasjon som transporttjenesteleverandøren kan bruke til å *replanlegge* leveringen av godset, noe som igjen kan bety en mer effektiv fremføring av godset.

Føreren har også gjennom IKT sub-systemene et grensesnitt mot *terminaloperatøren* og *terminalutstyret*. Dette gir føreren mulighet til både å ta i mot og gi informasjon til terminaloperatøren. Forespørsler om ny tidsluke for lossing/lasting pga. av tidligere ankomst enn planlagt/forventet, kan gi en mer effektiv godstransport gjennom redusert ventetid. På samme måte kan føreren få informasjon om forsinkelser på terminalen slik at føreren kan tilpasse transporten til dette og på den måten spare unødig venting.

#### Sikkerhet

Med sikkerhet kan man i dette tilfellet tenke på sikkerhet både for føreren av transportmidlet, for andre transportmidler, gods og trafikanter i transportsystemet, og for godset. Mht. sikkerhet for føreren, vil IKT sub-systemet for transportmidlet kunne varsle føreren om forhold ved selve transportmidlet som kan utgjøre en risiko for føreren, men også om andre transportmidler og trafikanter, og godset som transporteres. For eksempel vil sensorer som registrerer høye temperaturer på bremses og lave dekktrykk på et vogntog vil kunne bistå føreren mht. å iverksette tiltak som reduserer risikoen. Godsets IKT sub-system vil også kunne ha ulike sensorer som registrerer forhold som kan bety en risiko mht. sikkerhet. Eksempler på slike sensorer er temperatursensorer på godset og belastningssensorer på festemekanismer. Transportinfrastrukturoperatøren vil også kunne informere føreren om forhold i transportinfrastrukturen som kan medføre en økt risiko, f.eks. ekstreme vær- og føreforhold, fremmedlegemer i skinnegangen eller fartøy på kryssende kurs.

#### Miljø

IKT sub-systemet i transportmiddelet vil være det viktigste sub-systemet mht. miljø. Dette systemet kan bistå føreren av transportmiddelet mht. å anbefale den mest miljøvennlige kjøremåte (Eco driving). Mange tunge kjøretøy har i dag en slik ITS-applikasjon. Transportinfrastrukturoperatøren kan også bistå føreren til en miljøvennlig fremføring av transportmidlet gjennom prioritering av transportmidlet i transportsystemet. Et eksempel på slik prioritering er LOHVRA-systemet for trafikksignaler og senere mer sofistikerte ITS-applikasjoner som Energy Efficient Intersection Service (EEIS).

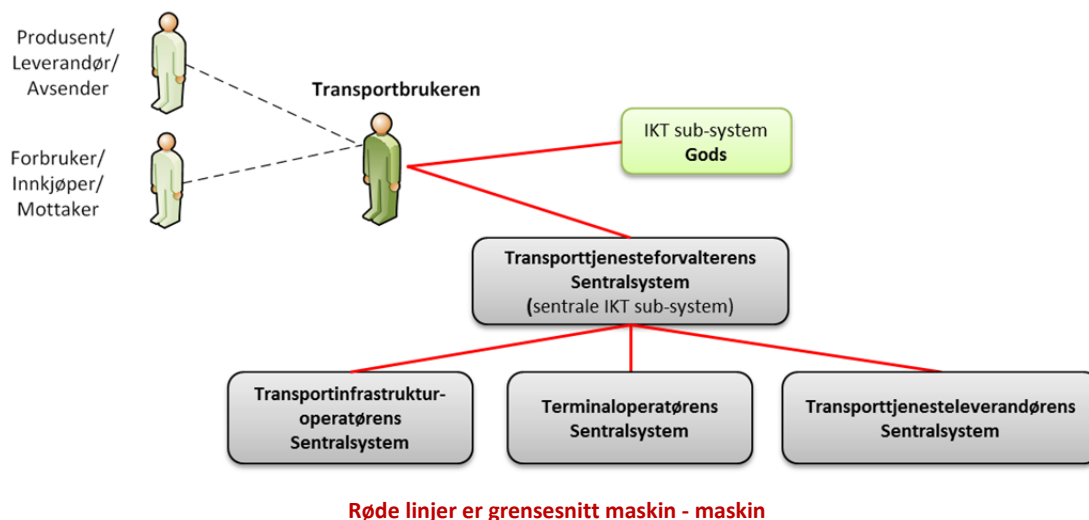
## A.6 Transportbrukeren

Transportbrukeren er den som har et behov for en transporttjeneste, f.eks. å flytte gods fra A til B. Dette kan være både produsenten, leverandøren og avsenderen av godset og det kan være forbrukeren, innkjøperen eller mottakeren av godset. Transportbrukeren trenger ikke nødvendigvis å være *eier* av godset, men vil ofte være det.

Transportbrukerens hovedansvar er å beskrive transportbehovet og anskaffe tjenestene hos en transporttjenesteforvalter, dvs. en aktør som inngår en avtale med transportbrukeren om kjøp og levering av en transporttjeneste.



Transportbrukeren har også et ansvarsområde som går på å kontrollere gjennomføringen av transporten, dvs. at transporten av godset er gjennomført iht. avtale.



Figur A-6: IKT sub-systemer for bestilling og oppfølging av transporttjenester for gods

Figur A-6 viser hvordan de ulike IKT sub-systemene i godstransporten kan bistå transportbrukeren med å ivareta disse ansvarsområdene. Transportbrukerens eget IKT-system, f.eks. PC, lesebrett eller smarttelefon, er ikke vist i figuren.

### A.6.1 Noen eksempler på nytte mht. effektivitet, sikkerhet og miljø

#### Effektivitet

Transportbrukeren vil kunne få informasjon fra transporttjenesteforvalterens IKT sub-system (sentralsystem) som gjør det mulig for brukeren å velge det produktet som gir den mest effektive transporten av det godset brukeren ønsker å få transportert. Dette skjer i praksis gjerne som et samarbeid mellom transportbruker og transporttjenesteforvalteren. Transportbrukeren har et ansvar for å kontrollere transporten mht. til oppfyllelse av den transportavtalen som er inngått med transporttjenesteforvalter. Gjennom forvalterens sentralsystem kan transportbrukeren få tilgang til mye informasjon, ikke bare fra transporttjenesteforvalteren, men også fra f.eks. terminaloperatør og transporttjenesteleverandør. Dette gjør det mulig for transportbrukeren å gjennomføre en effektiv kontroll av selve transporten av godset. Med et mer avansert IKT sub-system for selve godset, vil også transportbrukeren kunne følge godset fra dør til dør gjennom direkte kommunikasjon med godset. En container med et avansert IKT sub-system med mange ulike sensorer og kommunikasjonssystemer vil f.eks. kunne melde om posisjon og tid, temperatur og fuktighet på innholdet i containeren, eventuelle støtskader på godset og avvik i forhold til planlagt transport. Dette kan skje på forespørsel fra transportbrukeren eller det kan skje automatisk, enten ved gitte tidsintervall eller ved definerte hendelser.

#### Sikkerhet

For transportbrukeren vil sikkerhet helst være knyttet til sikkerhet for godset med tanke på at godset ikke skal utsettes for noen risiko eller skader under transporten. Her vil godset eget IKT sub-system kunne gi transportbrukeren informasjon om godset status, jfr. avsnittet over. Dersom godset blir stjålet eller kommer på avveie, vil også et vandalsikkert IKT sub-system på godset kunne varsle transportbrukeren direkte. Dette er spesielt viktig for transportbrukeren i de tilfellene vedkommende står som eier av godset, og godset, f.eks. innholdet i en container, har en høy verdi.

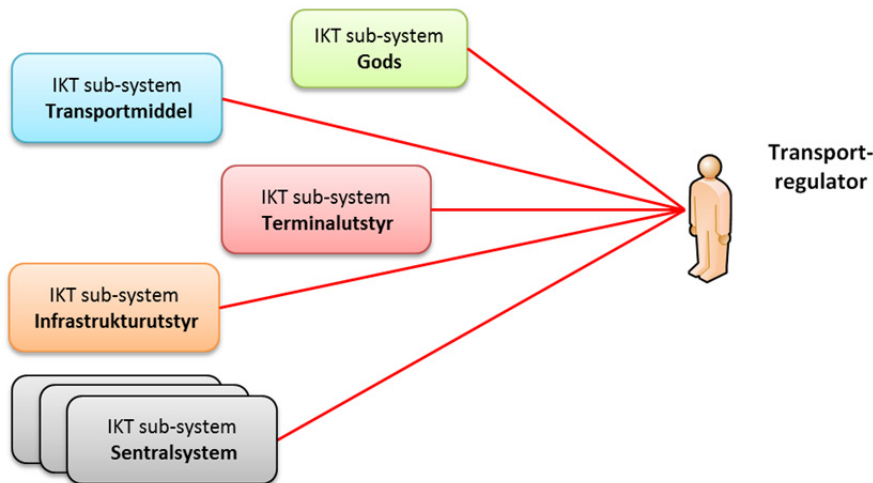
## Miljø

Dersom transporttjenesteforvalteren tilbyr miljøkalkulatorer til sine oppdragsgivere (transportbrukere), vil transportbrukeren enklere og mere effektivt kunne velge mellom miljøvennlige transportprodukter. For transportere der bane eller sjøtransport kommer gunstigere ut enn ren vegtransport, vil slik informasjon også **sette brukeren i stand til aktivt å velge sjø- eller banetransport i stedet for vegtransport.**

## A.7 Transportregulator

Transportregulatoren, f.eks. Samferdselsdepartementet og Statens vegvesen for vegsektoren, skal fastsette regler og forskrifter for transporten i et transportsystem og også overvåke at transporten utføres iht. regler og forskrifter. De skal også samle inn og distribuere data om transportsystemet og bruken av det.

Transportregulatoren vil kunne både innhente data om det som transporteres i transportsystemet, og kontrollere enkeltobjekter i transportsystemet ved hjelp av tilgang til ulike IKT sub-systemer. Andre organisasjoner som Statistisk Sentralbyrå (SSB) vil kunne ha stor nytte av en tilknytning til de ulike IKT sub-systemene. Figur A-7 viser de viktigste sub-systemene mht. innsamling av data og kontroll av transportmidler og gods i transportsystemet.



Røde linjer er grensesnitt maskin - maskin

Figur A-7: IKT sub-systemer for datainnsamling og kontroll av transporttjenester for gods

### A.7.1 Noen eksempler på nytte mht. effektivitet, sikkerhet og miljø

#### Effektivitet

Transportregulatoren vil effektivt, gjennom grensesnittene til alle IKT sub-systemene i Figur A-7, kunne *samle inn informasjon* om transport av gods i de ulike transportsystemene. Automatiserte prosesser eller forespørsler til de ulike sub-systemene vil kunne gi tilgang både på *rådata og aggregerte data*. Avanserte IKT sub-system for godset vil kunne gi detaljert informasjon om hvert enkelt godsobjekt som blir transportert. Tilknytning til transportmidlets IKT sub-system, f.eks. trekkvogner i vogntog, vil kunne gi informasjon om *trafikk- og transportarbeid* i form av utkjørte distanser, volum (vekt) på transportert gods, start og mål, rute og tidspunkt og *drivstoff-forbruk*. Mange leverandører av tunge kjøretøyer samler selv inn slik informasjon gjennom det såkalte Fleet Management System (FMS) grensesnittet. Tilknytning til de ulike sentralsystemene hos transportinfrastrukturoperatører, transporttjenesteforvaltere, transporttjenesteleverandører og terminaloperatører vil også kunne effektivisere innsamlingen av data om godstransporten. I den grad disse dataene er å betrakte som "åpne data", vil de kunne distribueres videre til ulike interessenter, f.eks. utviklere av ITS-applikasjoner. De vil også kunne brukes av transportregulator i *utformingen av*

*policyer for godstransport* i de ulike transportinfrastrukturene, f.eks. **tiltak eller incentiver for å overføre godstransport fra veg til bane og sjø**.

Lett tilgang på informasjon lagret i de ulike IKT sub-systemene vil også *effektivisere kontrollen* av godstransporten både mht. selve godset, f.eks. farlig gods, og mht. transportmiddelet, f.eks. et vogntog. Her vil IKT sub-systemene både for gods og transportmiddel være viktige informasjonskilder og bidra til en målrettet og effektiv kontroll.

### **Sikkerhet og miljø**

Transportregulatoren er ansvarlig for utformingen av policyer for sikkerhet og miljø i de ulike transportsystemene. Kunnskap om status i transportsystemene mht. sikkerhet og miljø vil være nødvendig for å utforme slike policyer. Økt kvalitet og omfang på data i de ulike IKT sub-systemene og lettere tilgang til disse dataene vil *bedre kvaliteten på beslutningsgrunnlaget* til transportregulatoren.

## **A.8 Støttetjenesteleverandør**

Støttetjenesteleverandørene er i mange tilfeller leverandører av IKT sub-systemer og IKT tjenester. En del tjenester bygger på data innsamlet i transportsystemet, og for disse vil økt kvalitet og omfang på IKT sub-systemer hos de ulike rollenehaverne i transportsystemene kunne bety mere effektive og sikre (pålitelige) tjenester som igjen kan bety bedre effektivitet, sikkerhet og miljø hos de aktørene som benytter seg av disse støttetjenestene.



## Vedlegg B: Noen begrep og definisjoner

I dette dokumentet refereres det til en rekke ulike typer teknologi og begreper. Det følgende gir en oversikt over noen av disse. Forøvrig gir NVF-rapporten Road Transport Informatics Terminology<sup>99</sup> og nettstedet korridoren.no<sup>100</sup> en oversikt over en rekke aktuelle begreper.

ABS-bremser:	Anti-lock braking systems; Blokkeringsfrie bremsler
ACC:	Adaptive Cruise Control; Automatisk avstandsholder
ADAS:	Advanced Driver Assistance Systems; Avanserte førerstøttesystem
ADR:	formelt: European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road; Transport av farlig gods på veg
AGV:	Automatic Guided Vehicle
ANPR:	Automatic Number Plate Recognition; automatisk nummerskiltgjenkjenning
APS:	Area positioning system, dvs. lokaliseringssystem
AutoPASS:	System for innsamling av bompenger
CALM:	Communications access for land mobiles; standard for ITS-kommunikasjon
CEN:	Comité européen de normalisation, felleseuropeisk standardiseringsorganisasjon
CC:	Cruise-control; automatisk kontroll av fart
CPU:	Central Processing Unit; prosessor i en datamaskin
CVIS:	Cooperative Vehicle-Infrastructure Systems; system for toveis kommunikasjon mellom kjøretøy og infrastruktur
DARPA:	Defense Advanced Research Projects Agency, en etat for avanserte forskningsprosjekt i det amerikanske forsvarsdepartementet
DATEX II:	specification for DATA EXchange between traffic and travel information centres; europeisk standard for utveksling av trafikkinformasjon mellom ulike aktører. Baserer seg på XML-meldinger.
DF-motor:	Dual-Fuel motor
eCall:	planlagt europeisk system for automatiske nødalarmer fra kjøretøy
Electronic Towbar:	trådløst slepetau mellom kjøretøy
ESP:	Electronic Stability Programme; antiskrens-system
ETSI:	European Telecommunications Standards Institute
FMS:	Fleet Management System; flåtestyringssystem
GD-motor:	Gass-diesel motor
GPS:	Global Positioning System, satellitt-system for identifisering av geografisk posisjon
GS1:	Internasjonal standardiseringsorganisasjon
GSM:	Global System for Mobile Communications; standard for mobil telekommunikasjon
HFO:	Heavy Fuel Oil
HMI:	Human-Machine Interaction; brukergrensesnitt
IKT:	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi
IMO:	International Maritime Organisation
ISO:	International Organization for Standardization; internasjonal standardiseringsorganisasjon
ITS:	Intelligente transportsystemer
LBSI-motor:	Lean burn spark ignited motor
LIDAR:	Teknologi for hurtig posisjonsbestemmelse av objekter, basert på lysrefleksjon

<sup>99</sup> [www.nvfnorden.org/lisalib/getfile.aspx?itemid=1602](http://www.nvfnorden.org/lisalib/getfile.aspx?itemid=1602), per 12. sept. 2014

<sup>100</sup> [korridoren.no/htmlContent/pages/ordliste.html](http://korridoren.no/htmlContent/pages/ordliste.html), per 12. sept. 2014

LNG:	Liquefied Natural Gas; flytende naturgass
MGO:	Marine Gas Oil
OPC-UA:	OPC Unified Architecture; industriell standard for datakommunikasjon, utviklet av stiftelsen OPC
Platooning:	Kjøretøykolonne der ett kjøretøy leder en rekke andre som følger automatisk
QR-kode:	fra Quick Response Code; "todimensjonal" strekkode/mosaikkode
RFID:	Radiofrekvensidentifikasjon
RTK-GPS:	Real Time Kinematic Positioning; høypresisjons posisjoneringsteknologi
SLAM:	Simultaneous Localization And Mapping
TCMS:	TransCar Management system
UML:	Unified Modeling Language; industristandard for datamodellering
V2V:	Vehicle-to-vehicle; kjøretøy-til-kjøretøy-kommunikasjon
XML:	Extensible Markup Language; språk for datautveksling mellom informasjonssystemer, særlig over internett



Teknologi for et bedre samfunn

[www.sintef.no](http://www.sintef.no)