

Copyright © 2019 by
Norges Tekniske Vitenskapsakademi
All Rights Reserved
John Grieg Forlag

1. utgave / 1. opplag 2019

ISBN: 978-82-533-0374-1

Grafisk produksjon: John Grieg, Bergen
Grafisk design: Fagbokforlaget
Omslagsdesign: Fagbokforlaget
Omslagsillustrasjon: ©Shutterstock/pzAxe
Skrift: Proxima nova / Garamond 3 LT Std
Papir: 100 gr. Arctic Silk+

Spørsmål om denne boken kan rettes til:
Norges Tekniske Vitenskapsakademi
Lerchendal Gård
Strindvegen 2
7034 Trondheim
e-post: post@ntva.no
www.ntva.no

Materialet er vernet etter åndsverkloven.
Uten uttrykkelig samtykke er eksemplarfremstilling
bare tillatt når det er hjemlet i lov eller avtale med Kopinor.

FORORD

Norges Tekniske Vitenskapsakademi ser det som en av sine hovedoppgaver å belyse hvordan teknologisk utvikling påvirker samfunnet. Teknologi har i hele menneskehetens historie vært en viktig drivkraft for utvikling som har tjent menneskeheten, og den har vært grunnlaget for utvikling av vår velstand og velferd. Vi er i en tid der den teknologiske utviklingen går raskere enn noensinne. Utviklingstrendene griper inn i hverandre og skaper en kompleksitet som gjør det svært krevende å danne seg et bilde av helheten.

Teknologi skaper muligheter, men også potensielle problemer. Det er en viktig oppgave å søke og forstå dette bildet, slik at man kan påvirke utviklingen i retninger som er til nytte for menneskeheten, og forhindre at ikke-ønskede virkninger blir resultatet.

NTVA ga i 2017 ut første bind i det vi planlegger skal bli en serie om temaet «Teknologien endrer samfunnet». Den omhandler en rekke muliggjørende teknologier enkeltvis.

Her foreligger bind II i serien, der vi har bedt mennesker med innsikt i noen utvalgte bransjer og samfunnsområder om å reflektere over hvordan de tror disse områdene samlet sett vil påvirkes av teknologienes endringskrefter. Det er ikke slik at det først og fremst er teknologer som besitter slik innsikt. Temaene krever innsikt fra samfunnsområdene og oftest fra personer med helt annen fagbakgrunn enn teknologi. Dette gjenspeiles i forfatterlisten.

Våre forfattere foregir ikke å ha en krystallkule som gjør at de kan lage en fremskriving i form av et presist varsel om hvordan utviklingen vil gå. Snarere deler de tanker med oss om hvilke muligheter teknologiene gir, og i hvilke retninger drivkreftene i teknologiene vil drive bransjene og samfunnsområdene.

Vi konstaterer at spørsmålet ikke er *om* endringene vil finne sted, men hvor raskt de kommer. Digitaliseringen av samfunnet handler om å bruke muliggjørende teknologier til å skape nye virksomheter og endre gamle.

Samtidig må vi ha et bevisst forhold til hva slags samfunn vi vil ha, og hvem som skal bestemme rammevilkårene. Vi står overfor politiske valg om hvem som skal eie infrastrukturene og styre tilgangen og bruken av data.

Jeg vil gjerne takke alle som har bidratt til at denne boken har blitt til. Først og fremst er det forfatterne som har delt sin innsikt og sine vurderinger med oss. En stor takk går også til redaksjonskomiteen, som har gjort utvalget av samfunnsområder, tatt ansvar for å finne innsiktsfulle forfatterne, jobbet sammen med dem i å utvikle temaene og sydd det hele sammen til den boken du nå har foran deg. Bidragsyterne har nedlagt en betydelig innsats.

NTVA håper at boken gir stoff til ettertanke og også til engasjement i å bidra til å belyse disse spørsmålene videre. Vårt akademi har til intensjon å fortsette arbeidet med å skape innsikt som gjør at vi får en opplyst diskusjon i samfunnet om hvilke muligheter og utfordringer den teknologiske utviklingen gir.

Trondheim, desember 2018

Torbjørn Digernes, president i NTVA

INNHOOLD

1.	DET NYE DIGITALE NORGE	15
	Muliggjørende teknologier	16
	En ny industriell revolusjon	17
	Fremtidens jobber	18
	Digital transformasjon	20
	Den digitale transformasjonen er et lederansvar	20
	Konklusjon	23
2	SMARTERE BYER – SMARTERE LIV	27
	Hvem vil ikke være «smart»?	28
	Smartbyens muligheter	29
	Den skjulte smartbyen	29
	Mot en felles forståelse av «smartbyer»?	30
	Smarterhet avhenger av kontekst	31
	Tre tilnærminger til smartby i EU	32
	Nøkler til et vellykket smartbyprosjekt	34
	Tilpasset teknologi – eller tilpassede mennesker?	34
	Smartby som bærekraftsstrategi	34
	Smartbyen oppsummert: muligheter og farer	35
3.	OPERASJONENE SOM FORSVANT	39
	Magesår	40
	Kikkhullskirurgi	41
	Roboter	42
	Digitaliseringen av helsevesenet	42
	Virtuell virkelighet inn på operasjonsstuen	43
	Genetikk	46
	Kunstig intelligens og stordata	47
	E-helse – helse på internett	48
	Sykehuset hjem til pasienten	48
	Medaljens bakside	48
4.	VELFERDSTEKNOLOGI I FOLKETS	51
	HELSETJENESTE	
	Samfunnsutfordringer og drivkrefter	52
	Velferdsteknologi og e-helse – hva er det, egentlig? ..	53
	Digital samhandling og beslutningstøtte for mer ..	54
	effektive arbeidsprosesser	
	Helsehjelp på nye måter	56
	Trygghetsskapende teknologi	56
	Mestringsteknologier med avstandsoppfølging	58
	Oppsummering og perspektiver for fremtiden	61

5.	DEN BILLIGSTE KILOWATTIMEN.....63	Ingen korrupsjon – ingen risiko95
	Elementer som del av energieffektivisering65	Smarte kontrakter96
	Energieffektiv prosessering66	Energisløsning97
	Utnyttelse av overskuddsvarme67	PSD2 og «Open Banking»97
	Energilagring i et integrert energisystem.....68	IOT og M2M99
	Industriklynger – integrasjon av energikilder68	
	og -sluk på tvers av sektorer	
	Alternative energibærere og karbonfangst70	
	Perspektiver for fremtiden.....71	
6.	KLIMANØYTRALE BYGG OG NABOLAG73	9.
	Hva er et nullutslippsbygg?75	UTEN SJÅFØR.....101
	Varmeisolasjon og tetting.....76	Elektrifisering og brenselcelleteknologi.....103
	Klimatisering.....77	Pris og attraktivitet.....104
	Fra nullutslippsbygg til nullutslippsområder.....78	Automatisering/selvkjørende biler.....105
	Den mest miljøvennlige energien er den man79	Jus og sikkerhet107
	ikke bruker	Digitalisering.....108
	Gode steder å være79	Handel.....109
7.	SMARTE HUS SOM SOLCELLEKRAFTVERK 83	Forretningsmodeller.....109
	Den globale utviklingen.....84	Den oppkoblede bilen110
	Utviklingen i Norge.....85	Begreper.....111
	Solceller i smarte hus.....87	Kilder111
	Konklusjon89	
8.	TRENGER VI BANKEN?91	10.
	Mobilt internett92	TOG SOM TENKER SELV113
	Konkurransesituasjonen endres.....93	Fra gammel til ny teknologi.....114
	Person til person (P2P).....94	Trafikklysene forsvinner.....115
	Bitcoin og blokkjede94	Trafikkstyring115
		Selvkjørende autonome tog.....116
		Automatisering.....116
		Batteri eller hydrogen?117
		Mobilitetsaktør117
		Kundetjenester.....118
		Jernbanens rolle blir utfordret118

11.**SJØTRANSPORT SLÅR TILBAKE.....121**

Sjøtransportens rolle i den globale økonomien	122
Hva betyr de globale megatrendene for fremtidens sjøtransport?	
Drivkraft 1: miljø- og klimapolitikk	123
Teknologiutviklingen.....	124
Teknologi for redusert utslipp	126
Operasjonelle tiltak for redusert energiforbruk	127
og utslipp	
Drivkraft 2: teknologirevolusjonen	128
– fra Industri 4.0 til Shipping 4.0	
Autonomi og robotikk	129
Internet of Services at Sea	129
Shipping 4.0s påvirkning på sjøtransporten.....	130
Autonomi.....	130
Internet of Services at Sea	132
Trender i forskningen.....	132
Hvor går vi nå?	133

12.**TEKNOLOGI SOM DET MULIGES KUNST...135**

Konkurranse og sikkerhet.....	136
Tradisjonelle fly – komposittmaterialer,	137
digitalisering, og drivstofføkonomi	
Den gjennomkoordinerte luftfarten	140
Fjernstyrte fly, selvkjørende fly, elektriske fly?	141
Trenger vi luftfart i det hele tatt?	143
Revolusjonen uteblir	144

13.**DIGITAL KONKURRANSEKRAFT147**

Hva er produktivitet?	148
Fra «verkstedet nede i gata» til en verdensledende nisjeindustri	
Den neste epoken	150
Norsk vare- og tjenesteproduksjon i 2019	151
«Is this time different?»	152
Data og digitale plattformer.....	154
Teknologier som endringsdrivere.....	154
Betydning for norske produktivitet	155
Arbeidsoppgaver og sysselsetting	157
Betydningen av å forstå det nye i kundebegrepet	157
Innovasjon.....	158
Paradigmeskifte, revolusjon eller evolusjon?	159
Digitalisering innen olje- og gassnæringen,	159
eksempel fra Aker BP	
Hvordan digitale tvillinger endrer industrier	160
– eksempel fra KONGSBERG	
Industribedriften bygger nye tjenester til	162
sluttkunden – eksempel fra Yara	

14.**UBERØRT AV MENNESKEHENDER165**

Bærekraftig utvikling.....	166
Matindustri 4.0.....	167
Smarte sensorer måler maten	168
Bioteknologiske prosesser.....	169
Roboter lager maten.....	170
Små fleksible produksjonslinjer	171
Våre digitale spor styrer produktutviklingen	172
Forsvinner matbutikkene?	173
Utfordringer og barrierer.....	174

15.		
Å LYTTETIL PLANTENES BEHOV	177	
Teknologi i jordbruket	179	
Jordbruket i Norge i dag, ikke bare fordeler	180	
Sensorsystemer	181	
Sensorer for innsamling av data	182	
Kamerateknologi i jordbruket	183	
Presisjonslandbruk	185	
Automatiserte systemer i matproduksjon.....	185	
Oppsummering/perspektiver for fremtiden.....	187	
16.		
MATPRODUKSJON OG BÆREKRAFT	189	
Lakselus	191	
Fiskevelferd og skånsom håndtering	192	
Rømming.....	194	
Arbeidsmiljø, helse og sikkerhet.....	194	
Utviklingstrekk 1: digitalisering og mer kontroll ..	195	
i operasjoner		
Stordata og maskinsyn.....	196	
Autonomi og fjernstyring	196	
Utviklingstrekk 2: nye anleggskonsepser.....	197	
Mer eksponerte anlegg	198	
Hvor er vi på vei?	198	
17.		
BILLIGERE OG MER MILJØVENNLIG	201	
Dagens situasjon	202	
Bygningsinformasjonsmodeller og parametrisk	203	
design		
Virtuell og utvidet virkelighet.....	204	
Industrialisert bygging og 3D-printing.....	205	
Robotisering	205	
Internet of Things	206	
		Smarte bygg.....
		206
		Droneteknologi.....
		207
		Perspektivene videre.....
		208
18.		
FRA DIGITALE DRØMMER TIL	211	
DIGITALDOMINO?		
Kikke inn i krystallkulen	212	
Situasjonen i Norge.....	213	
Kort om netthandel i Norge i 2017.....	214	
Norske forbrukere og ny teknologi	214	
Norsk handelsnæring – et gullegg eller en	215	
samling Kodak-bedrifter?		
Et sprikende bilde	216	
Nye teknologier	216	
De digitale handelsplattformene utkonkurrerer	218	
tradisjonelle handelsnæringer		
Digitale transformasjoner – sporer ingen av dem av?.....	220	
Hvordan forberede seg på endringene?	220	
Hva norske handelsbedrifter kan gjøre.....	221	
Avslutning	222	
19.		
KAOS OG MULIGHETER	225	
Endringer i mediens teknologi.....	226	
Innovasjon i media	227	
Historisk utvikling for digital publisering	228	
av nyheter		
Kategori 1: Plattformer	229	
Kategori 2: Programvare	231	
Kategori 3: Gjenstander og datahøsting	234	
Kategori 4: Utvidet og virtuell virkelighet.....	236	
Journalistiske medier i fremtiden	238	
Papiravis i 2028?.....	239	

20.**GODE RÅD BLIR DIGITALE.....243**

Hvordan en rådgiver løser et oppdrag	244
Problemerkaffelse – å få et oppdrag	245
Informasjonsinnhenting og analyse.....	246
Diagnose (løsningsforslag).....	248
Tiltak – å faktisk gjennomføre ting	249
Kontroll – problem løst eller ny runde?.....	249
Problemrepresenterende teknologi – fra digitale	250
tegninger til digitale tvillinger	
Ressursmobiliserende teknologi – fra faste linjer	251
til modulbaserte grensesnitt	
En rådgivers langsiktige strategiske utfordring.....	252

21.**SAMSTYRING, GJENBRUK OG DELING.....255**

Digitalisering.....	256
Interoperabilitet	257
Samstyring	258
Muliggjørende teknologier i offentlig sektor	260
Hvor er vi i 2030?.....	262
Samarbeid, gjenbruk og deling.....	263
Avslutning	264

22.**DIGITALE LÆRINGSARENAER269**

Hva trenger vi for å kunne lære?.....	271
Nysgjerrighet som drivkraft for læring.....	271
Skolen bryter med våre naturlige forutsetninger	272
for å lære	
Dataspill – arena for læring	273
Plattformer og stordata som grunnlag for	276
adaptiv læring	
Fra naturlig dumhet til kunstig intelligens	278

Virtuell og blandet virkelighet skaper nye	280
opplevelser og nye betingelser for læring	
Sosial samhandling og læring	281
Universiteter og voksnes læring.....	282
Hva trenger vi å lære?	284
Konklusjon: teknologi, organisasjon eller politikk?	285



Tog for fremtiden. Foto: Shutterstock.

10.

Etter 200 år på skinnegangen

TOG SOM TENKER SELV

Ragnhild Wahl

Kan du se for deg en fremtid hvor togene kan snakke med biler og med hverandre? En fremtid hvor infrastrukturen overvåker og sørger for eget vedlikehold? Etter 200 år tar toget kontroll over skinnegangen. Fremtidens tog tenker selv.



Ragnhild Wahl er fagansvarlig for FoU i Jernbanedirektoratet, hvor hun også er seniorrådgiver innen intelligente transportsystemer (ITS). Hun har tidligere vært seniorforsker og forskningssjef i SINTEF. Ragnhild Wahl er utdannet sivilingeniør i industriell økonomi ved NTH og har graden doktor

ingeniør innen samferdselsteknikk ved NTNU. Hun har over mange år vært styreleder i ITS Norge, hvor hun har jobbet aktivt for å tilrettelegge for økt kunnskap og anvendelse av ITS i Norge.

Tog har i snart 200 år spilt en viktig rolle i samfunnsutviklingen og er et sentralt transportmiddel for mennesker og gods. Den første banen i Norge ble åpnet i 1854, var 68 km lang og gikk fra Kristiania til Eidsvoll. De neste 100 årene ble det satset massivt på utbygging av nye baner, og Bergensbanen alene hadde en kostnad tilsvarende et helt statsbudsjett. Jernbanen består i dag av vel 4200 km skinnegang, hvorav det aller meste er enkeltspor.

De første togene var dampdrevne, men ble etter hvert avløst av elektrifiserte eller dieseldrevne tog. Dampdriften ble endelig avvirket i 1970 og i dag er 2459 km av jernbanenettet elektrifisert (2017-tall). De gjenstående banene er dieseldrevne.¹



Figur 10.1 Toget har alltid hatt en viktig rolle for etablering og utvikling av byer, og utgjør ryggraden for transporttilbudet. Foto: Øystein Grue.

FRA GAMMEL TIL NY TEKNOLOGI

Jernbanen er et komplekst system hvor det stilles store krav til samspillet mellom tog, infrastruktur, tekniske komponenter og systemer for å styre trafikken. Biler kan i stor grad kjøre fritt på vegnettet, mens tog har et langt mer komplekst samspill med infrastrukturen. Det stilles svært strenge krav til sikkerheten. Med noen unntak er dagens jernbane bygd for mange tiår siden og basert på datidens teknologi. Det er derfor krevende å ta i bruk ny teknologi, fordi det må tas hensyn til alle elementer i dette samspillet. Den nye teknologien må fungere sammen med den gamle. Samtidig må jernbanen fornye seg i takt med teknologisk utvikling og forventninger fra samfunnet.

Jernbanen står nå foran det vi kan betrakte som en digital revolusjon. Mange oppgaver som i dag løses av mennesker vil i fremtiden utføres av datamaskiner og roboter. Togene blir smarte og kan snakke med hverandre. Da vil de for eksempel kunne bli enige om at andre tog kan «henge seg på» – litt som en andemor som er på tur med ungene sine. Togene vil også kunne kommunisere med biler. Dette gjør det mulig å utveksle informasjon om posisjon og retning, noe som kan avverge ulykker og hendelser på planoverganger. Systemet vil da kunne fungere som et elektronisk gjerde ved slike overganger eller andre konfliktpunkt.

Infrastrukturen blir også intelligent. Den overvåker seg selv og hvis noe er galt, bestiller den selv en automatisk drone for å bytte en reservedel. Eller den sier fra til togene om at et skred har ødelagt sporet, slik at de stopper før det farlige området.

¹ Store norske leksikon. *Jernbane*.

TRAFIKKLYSENE FORSVINNER

I fremtiden vil datamaskiner styre både togene og togtrafikken – altså overta hele kjøreprosessen og bestemme hvor og når togene får lov å kjøre.

Det utvikles nå et avansert sikkerhetssystem for fremtidig styring av togtrafikk. ERTMS (European Rail Traffic Management System) er et felles system for hele Europa, som også tas i bruk i andre deler av verden. Informasjon om kjøretillatelse og hastighet sendes trådløst direkte til toget og vil erstatte trafikklysene langs sporet.

ERTMS² består av hastighetsovervåking, signalering, kommunikasjonsnett og felles europeiske trafikkregler. Dette gir en raskere og mer effektiv togfremføring over landegrensene. Norge har valgt å innføre ERTMS på hele det norske jernbanenettet. Utbyggingen er det



Figur 10.2 Digitalisering er en forutsetning for å ta i bruk ny teknologi for fremtidens jernbane. Foto: Øystein Grue.

største IKT-prosjektet i Norge, med en anbefalt kostnadsramme på 26 milliarder kroner (per 2016).

TRAFIKKSTYRING

Dagens løsning for trafikkstyring ble introdusert i Norge sent i 1970-årene, etter Tretten-ulykken som krevde 27 menneskeliv i tillegg til 25 sårede^{3,4,5}. Løsningen er basert på kommunikasjon mellom en radiosender montert på svillene og en mottaker i toget. Hastighet og passering av rødt signal overvåkes. Dersom føreren ikke overholder visuelle og akustiske alarmer starter en automatisk nedbremsing av toget. Mesteparten av nettet har imidlertid en enklere løsning hvor det kun er passering av rødt signal som overvåkes.

Med ERTMS moderniseres trafikkstyringen. Alle dagens løsninger erstattes med samme tekniske løsning for hele jernbanenettet og alle tog overvåkes. I fremtiden vil trafikkstyringssentralene bli helautomatiserte, og kan analysere komplekse trafikksituasjoner, beregne konsekvenser av styringstiltak og iverksette disse. Dette reduserer sannsynligheten for menneskelige feil. All trafikkstyring sentraliseres og styres fra én sentral. På svært lang sikt vil alle transportformer styres fra en felles sentral.

På det mest avanserte nivået av ERTMS vil man ha full kontroll med togets posisjon i sanntid. Dette gir presis og helhetlig styring av togtrafikken, og mulighet for optimal trafikkstyring i avvikssituasjoner.

² Bane NOR (2014). *ERTMS for dummies 1 – Grunnleggende funksjonalitet*. Oslo: Jernbaneverket.

³ Christensen, A. (2014). *Jernbanen blir trådløs*. Forskning.no

⁴ Jernbanekompetanse.no. *Hastighetsovervåking*.

⁵ Wikipedia. *Tretten-ulykken*.

Avstand mellom togene kan ivaretas uten bruk av tradisjonelle løsninger for togdeteksjon (sporfelt/akseltellere). Tog melder regelmessig inn sin posisjon og kjøreretning til signalanlegget. I tillegg må togene ha et system som sikrer at det ikke mister en vogn. Dette gjør det mulig å koble togene virtuelt – altså en plato-ning av tog. Da kan togene kjøre tettere enn dagens løsning.

ERTMS legger dermed grunnlag for økt effektivitet og sikkerhet. Dette bidrar igjen til høyere punktlighet og kapasitet gjennom bedre utnyttelse av infrastrukturen.

SELVKJØRENDE AUTONOME TOG

Automatisering og autonomi vil i økende grad dominere jernbanen. ERTMS-utbyggingen er den enkeltstående viktigste forutsetningen for dette. I fremtiden får vi selvkjørende tog uten fører til stede. Allerede i dag finnes det enkeltstående løsninger med selvkjørende tog. Dette er gjerne på dedikert infrastruktur, hvor det er ensartede tog og det ikke er noen innblanding av annen trafikk.

Autonomi i metroer er mindre kompleks enn på konvensjonell jernbane. Metro er et lukket system, hvor alle tog går i samme retning og det er liten eller ingen interaksjon med andre transportmidler eller trafikanter. Autonom metro finnes blant annet i København. Ved enkle og avgrensede togstrekninger, som for eksempel mating inn mot flyplasser, er det også innført autonome tog. Dette finnes for eksempel i San Fransisco og Düsseldorf. Her er imidlertid infrastrukturen mer lik en metro enn konvensjonelle togstrekninger i Norge.

Autonomi i tog som ikke går i lukkede system har en langt større kompleksitet. Flere typer tog for både passasjerer og gods går i to retninger på en infrastruktur som i Norge i all hovedsak er enkeltsporet og hvor kryssingssporene kommer med ulik hyppighet. På planoverganger er det interaksjon med biler og personer, og det er ikke absolutte fysiske sperringer til skinnegangen. I tillegg må det integreres med flere ulike signalsystem inntil ERTMS er fullt utbygd. Skal man operere autonome tog på denne infrastrukturen, vil det kreve svært mye av både sensorikk og programvare. Foreløpig har ingen knekket denne koden. En forutsetning for å kunne kjøre autonome tog er innføring av høyeste nivå av ERTMS.

AUTOMATISERING

Potensialet for automatisering er stort. Mange små og store operasjoner er allerede automatisert, som for eksempel automatisk åpning og lukking av dører. Men de virkelig store besparelsene og kvalitetsforbedringene ligger foran oss.

Jernbanenettet har stor utstrekning og det er tidkrevende å gjennomføre inspeksjoner av nettet. Avansert sensorikk og tingenes internett⁶ gjør det mulig for infrastrukturen og komponenter å kontinuerlig sende informasjon om sin tilstand. Dette gir store datamengder som kan analyseres ved bruk av kunstig intelligens og

⁶ Tingenes internett (Internet of Things, IoT) innebærer at infrastruktur, komponenter, transportmidler osv. kobles sammen og til internett, slik at de kan utveksle informasjon og tjenester. «Alt snakker med alt og alle.»

maskinlæring. Maskinlæring ser etter mønstre i datamengden og kan avdekke om målingene er utenfor normalverdier, noe som kan være en indikasjon på et vedlikeholdsbehov. Automatisert datafangst og dataanalyse gir dermed bedre kvalitet og potensielt store besparelser både i kroner og timer.

Fremtidens godsterminaler vil være helautomatiserte og med døgnkontinuerlig drift. Terminaloperasjoner som tilbringertransport, løft av containere, skifteoperasjoner og bremsetester utføres i stor grad manuelt i dag. Dette medfører lang terminaltid og høye kostnader for alle involverte aktører, og bidrar til å svekke konkurransevnen til intermodale transporter. Potensialet for automatisering og tilhørende store kostnadsbesparelser er stort.

BATTERI ELLER HYDROGEN?

Fremtidens togtrafikk har null utslipp. Diesel forsvinner helt og erstattes av andre energikilder.

Batteritog blir en del av fremtidens jernbane. Rene batteritog har med seg all energien lagret ombord på toget. Tidligere ble dette ansett som lite aktuelt pga. stort plassbehov for batteriene. Denne utfordringen har blitt mindre i takt med utvikling av batteriteknologi. Til sammenligning var det få, om noen, som trodde det var mulig å kjøre el-bil fra Oslo til Trondheim for bare noen få år siden. Batteriene blir stadig mer kompakte og med høyere kapasitet. Rene batteritog er under uttesting.

Hydrogentog vil tas i bruk i stor skala. Som for batteritog, må energien lagres ombord. Markedet for hydrogentog er under utvikling og det forventes at hydrogen

blir en viktig energikilde for flere transportformer i fremtiden. Det første hydrogentoget er allerede på skinnene.

Foreløpig er det mest fokus på lette persontog, men i fremtiden vil også tunge godstog kunne kjøre på batteri og hydrogen. Både batteri og hydrogen gir store besparelser i infrastrukturen sammenlignet med konvensjonelt kontaktledningsanlegg som krever fysiske installasjoner langs skinnegangen.

Fremtidens jernbane åpner for en mer fleksibel driftsform. Både batteri- og hydrogentog kan kjøre på samme infrastruktur som tog med strømvaktakere, og togene selv kan benytte flere energikilder. Togene blir dermed ikke teknologisk låst til infrastrukturen.

MOBILITETSAKTØR

Samfunnet er i endring. Vi bor tettere i byer som blir stadig smartere. Næringslivet endrer seg, kravene til mobilitet og effektiv godstransport øker, og det forventes at transporten er klimanøytral. Teknologi er både en forutsetning og drivkraft for denne utviklingen, samtidig som den er kjernen i fremtidige klimanøytrale transport- og mobilitetstjenester.

Det er et transportpolitisk mål at veksten i persontransporten i storbyområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange⁷. Dette omtales som nullvekstmålet. For å nå dette målet må de ulike transportformene samhandle og komplettere hverandre. Jernbanen har en sentral rolle i å transportere store menneskemengder

⁷ Meld. St. 26 (2012–2013). *Nasjonal transportplan 2014–2023*. Oslo: Det kongelige samferdselsdepartement.

inn til og mellom byer. I Oslo har jernbanen en sentral transportrolle også internt i byen gjennom både tog og t-bane.

Kollektivtransporten er rutegående og transporterer mennesker mellom stasjoner og holdeplasser. I de fleste tilfeller er ikke disse utgangspunktet eller den endelige destinasjonen for reisen. For å gjøre kollektivtransporten til det foretrukne alternativet, er det nødvendig å tilby gode og attraktive tilbringertjenester som gjør det mulig å reise dør-til-dør.

Tilbringertjenester forventes å bli mer fleksible og tilpasset den enkelte reisende og dennes behov. Det kan være park-and-ride-løsninger for biler, bysykler, minibusser, osv. Det gjennomføres nå en rekke piloter for å teste selvkjørende minibusser og vurdere potensialet for å anvende slike kjøretøy til fleksible anropsbaserte tilbringertjenester.

KUNDETJENESTER

Vi får stadig økt tilgang på data og på verktøy for data-analyse. Tingenes internett representerer enorme datamengder, ERTMS gir oss nøyaktige posisjonsdata for togene og avanserte prognoseverktøy gjør det mulig å forutsi utvikling i trafikkbildet. Alt dette gjør oss i stand til å tilby stadig bedre kundetjenester for reisende og gods som har et transportbehov.

De reisende forventer å kunne skreddersy sine transportert ut fra alle tilgjengelige transportformer i langt større grad enn tidligere. Det betyr at løsninger for planlegging, bestilling og betaling kan tilpasses egne preferanser. Dette innebærer også at de ulike transportformene må samhandle og samarbeide om harmo-



Figur 10.3 Raske tog og gode kundetjenester – kunden settes i sentrum. Foto: Øystein Grue.

nisering av rutetider, takster, informasjons- og betalingstjenester. Datautveksling er en avgjørende forutsetning for at dette skal være mulig. Utvikling av plattformformer og konsepter for slike løsninger er allerede under utvikling.

Vi må tenke helhet. Jernbanen og de andre transportformene bør ikke optimalisere innen egen sektor uten å ta hensyn til hva som skjer i de andre. Transportformene må i fellesskap levere de mobilitetsløsningene som kreves for å dekke behovene. Konkurransesfærer som begrep bør derfor erstattes av arbeidsdeling.

JERNBANENS ROLLE BLIR UTFORDRET

Togets tradisjonelle fortrinn har vært transport av store person- og godsstrømmer på en effektiv og sikker måte og med lavt energiforbruk. Toget er svært areal-effektivt. Samtidig er toget mindre fleksibelt enn andre transport-

former. Det er i stor grad bundet av faste ruter og en infrastruktur som i perioder har lavere kapasitet enn etterspørselen.

Den teknologiske utviklingen utfordrer dette fortrinnet. Biler, båter og fly blir mer miljøvennlige. I fremtiden vil biler kunne kjøres autonomt i virtuelle kolonner, og blir da et slags tog på hjul. Fremtidens ferger og skip blir autonome, og containerskip kan seile i tilsvarende kolonner til sjøs. Det første helelektriske flyet er allerede prøvekjørt i Norge. Det hadde riktignok kun 2 seter, men over tid forventes det at elektriske fly får en økende kapasitet og rolle i transportbildet. Disse eksemplene gir en pekepinn på en utvikling som jevner ut noen av togets tradisjonelle fortrinn.

Det kommer nye transportformer som hyperloop. Hyperloop er en spesiell form for høyhastighets rørtransport av passasjerer og gods. Teknologien er bygd på ideen om å sende kapsler i rør med nært vakuum⁸. Kombinasjonen av lav luftmotstand og lav friksjon gjør at kapslene kan bevege seg med svært høye hastigheter – opp mot 1200 km/t. Dersom hyperloop blir realisert kommersielt i stort omfang vil det utfordre alle transportformer over lange avstander.

Ingen kan spå om fremtiden. Det er for eksempel usikkert om visjonene innen autonomi er mulig å realisere, og i tilfellet når dette vil skje. Jernbanens rolle vil likevel utfordres av alle disse trendene.

Vil jernbanen ha en rolle i fremtiden? Jeg tror at svaret er ja! Jernbanen vil fremdeles være en ryggrad i kollektivtransporten, forutsatt at jernbanen moderniseres! Men dette krever mot og vilje til å ta i bruk ny teknologi og til å tenke nytt rundt rolledeling mellom transportformene.



Figur 10.4 Ny teknologi gir muligheter og utfordringer, og åpner for nye vegvalg. Foto: Øystein Grue.

⁸ Wikipedia. *Hyperloop*.