

SELVKJØRENDE AGENTER

AUDUN WICKSTRAND IVERSEN
Porteføljeforvalter

EMILIE KRUTNES ENGEN
Porteføljeforvalter

LEO RUNDGREN OLSEN
Junioranalytiker

Hensikten med Disruptive Perspektiver:

Når vi analyserer ulike temaer bruker vi mye tid og mange verktøy (kvartalsrapporter, analyser, dialog med selskapene, bedriftsbesøk, excel, kalkulator og ordmodeller). Ofte lager vi små notater, og noen ganger store notater som vi tenker på som perspektiver. Vi er gamle nok til å vite at det sjeldent finnes sannheter, ofte bare ulike perspektiver.

Disruptive Perspektiver har kun én hensikt: Å dele våre perspektiver på temaer som former vår fremtid. Dette er ikke akademiske notater, innlegg til et leksikon eller anbefalinger om å gjøre noe, kjøpe eller selge noe. Kun god gammeldags informasjonsdeling for å synliggjøre hvordan vi ser på ulike temaer på publiseringstidspunktet. Perspektiver bli ikke mindre, kanskje heller mer verdt, når man deler det. Med det utgangspunktet; ha en fin reise i våre perspektiver.

Innhold

1.1 Kampen mot sikkerhetsbeltet	9
1.2 Hva er egentlig Full Self-Driving?	11
1.3 Selvkjøring og selvkjørende agenter som en disruptiv kraft	17
1.4 Case: Disrupsjonen av den tyske bilbransjen	21
1.5 Men det finnes noen europeiske selvkjøringsinitiativer	23
1.6 Fra antall solgte biler til kjørte miles og utnyttelsesgrad	24
2.0 Teknologien og det nye økosystemet rundt.....	25
2.1 FSD som samspillet mellom kameraer, software og hardware	25
2.2 Kamerateknologien	28
2.3 FSD vs LiDAR	31
2.4 Software	33
2.4.1 Trening og forbedring	35
2.4.2 Cloud og cybersecurity	38
2.5 Hardware.....	39
2.6 NVIDIA sin rolle	41
2.7 Sammenlikning Tesla, NVIDIA og Google.....	43
3.0 Robotaxi.....	44
3.1 Etikk	44
3.2 Utrullingsstrategi for FSD og Robotaxi.....	46
3.3 Kan markedet øke med 25-gangeren?	47
4.0 Infrastruktur og endring av bybildet	50
4.1 Case: Oslo.....	50
4.1.1 Hva gjør vi med garasjen?	51
4.2 Guide i Oslo.....	53
4.3 Drammen	54
4.4. Bergen.....	56
5.0 Transport.....	58
5.1 Last Mile.....	58
5.2 Selvkjørende lastebiler.....	61
5.2.1 Hvilke utfordringer løses?	63
5.3 Traktor 2.0	69
6.0 eVTOL	70

6.1 Wright og eVTOL	70
6.2 Økosystemet	72
6.2.1 Vertiport	75
6.2.2 Ladeinfrastruktur	77
6.3 Men er det ikke bare elektriske helikoptere a?	79
6.4 Ledende aktører og deres hardware-design.....	82
6.4.1 Vertikal integrering	85
6.4.2 Batterier	87
6.5 Målet er autonome eVTOL-fly.....	89
6.6 Produksjonskapasitet.....	90
6.7 Militær.....	92
6.8 Reiseruter	94
6.8.1 I Norge.....	96
6.8.2 Manhattan – JFK.....	98
7.0 Droner	102
7.1 Droner i helsesektoren.....	102
7.2 Kategorisering av bruksområder	103
7.3 Dagens reguleringer i Norge	105
7.4 USA	107
8.0 Disruptive Investeringsstrategier for selvkjøring	109

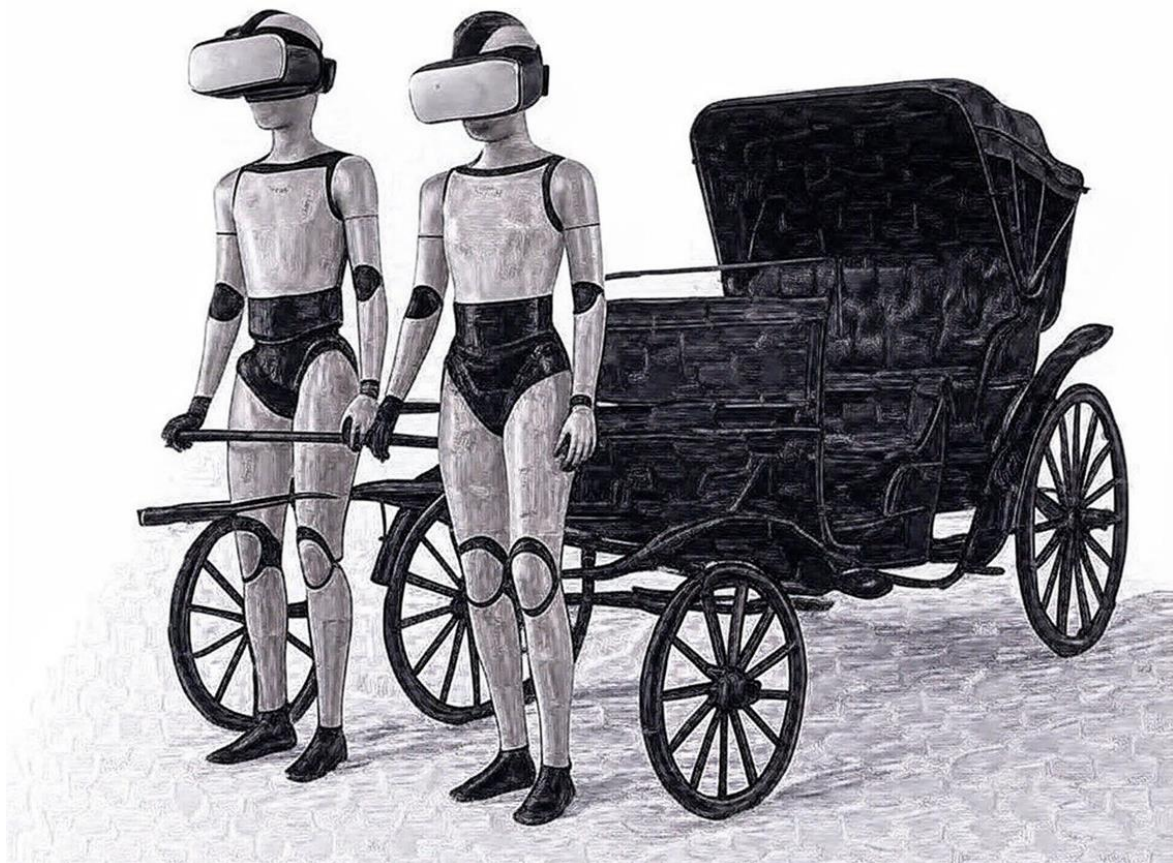
Disclaimer

Innholdet i denne artikkelen er ikke ment som investeringsråd eller anbefalinger. Har du noen spørsmål om fondene det refereres til, bør du kontakte en finansrådgiver som kjenner deg og din situasjon. Husk også at historisk avkastning i fond aldri er noen garanti for fremtidig avkastning. Fremtidig avkastning vil blant annet avhenge av markedsutvikling, forvalterens dyktighet, fondets risiko, samt kostnader ved kjøp, forvaltning og innløsning. Avkastningen kan også bli negativ som følge av kurstap.

Bilen er død, lenge leve bilen

Jeg var så heldig å bo to år i Firenze og vandret daglig rundt i renessansen sin fødeby. Leonardo da Vinci er ofte kalt renessansens mann fordi han legemliggjorde så mange av kjerneegenskapene i den tiden da mennesket fant tilbake til seg selv etter middelalderen. Verden, og iallfall oss som er opptatt av innovasjoner og kreativitet, fasineres fortsatt av alle hans tidlige konseptualiseringer av oppfinnelser. Mange av disse oppfinnelsene ble tegnet i store notatbøker, og befinner seg i dag rundt omkring i verden. *Codex Atlanticus* er en slik notatbok og befinner seg i Biblioteca Ambrosiana i Milano. En av tegningene i dette notatet er en selvdrevet vogn fra rundt 1478, og kalles ofte for «Leonardos bil». Denne mekaniske konstruksjonen, drevet av fjærer, kan sees som en tidlig teoretisk visjon om autonom transport. Den var ikke praktisk, men representerte en idé om maskiner som beveger seg uten menneskelig inngrep.

I vår verden der vi tror at ordkommandoer og agenter (digitale, fysiske og selvkjørende) vil disruptere arbeidsinnsats ville vår Leonardo-bil kanskje sett slik ut:



Både H.G. Wells og Asimov beskrev futuristiske verdener med avanserte transportmidler, inkludert automatiserte kjøretøy som beveger seg uten direkte menneskelig kontroll. General Motors viste seg også fra en visjonær side under en utstilling i New York kalt *Futurama* i 1939. Bilselskapet viste frem en visjon av fremtiden (1960) der biler kjørte på automatiserte motorveier med radiostyrte systemer, en tidlig teoretisk fremstilling av autonome kjøretøy.

Drømmen om selvkjørende biler har altså fasinert oss i over 500 år. Er du og jeg blitt født inn i den perioden som virkeliggjør drømmen? Er vi så utrolig heldige? Vi tror det.

Thomas Kuhn er en av våre andre disruptive helter, som vi har beskrevet i flere sammenhenger. Kuhn sine begreper om paradigmeskifter og anomalier er en meningsfylt teori for å forstå og analysere kraftige endringer, eller disrupsjoner. En anomali er noe som det eksisterende paradigmet ikke klarer å løse og er derfor den underliggende døråpneren for ett nytt paradigme. For transportsektoren er både kostnader, miljøbelastning og trafikkulykker anomalier som menneskestyrte bensinbiler ikke har klart å løse.

Paradigmeskifte fra privateide bensinbiler og til det vi kaller «Transportation-as-a-Service» (TaaS) er et skifte vi opplever i dette disruptive tiåret (2020-2030).

En måte, som i hvert fall vi bruker på slike skift, er å bytte litt rundt på paradigmene. La oss anta at vi levde i et «transportation as a service»-paradigme ([se kapittel 3](#)) der alle bilene var elektriske, selvkjørende og ingen eier bil. En dag banket det på vår dør i Bjørvika og inn kom en gründer som ville fortelle om en kjempegod forretningside. Eie bensinbilen privat. En eksplosjonsmotor på 2000 deler, drevet av Co2-utslipp (bensin) og smurt med olje. Fordi man ikke kunne lade bilen på elektrisitet måtte man bygge små hus langs veien for å fylle bensin fra midtøsten (fraktet på store båter, distribuert på veien på svære trucker). Bilene trengte semi-årlige vedlikehold, familier måtte ta opp lån for å kjøpe bensinbilen, parkeringsplasser og garasjer måtte bygges, og noe som heter fartsbot og trafikkbøter ville sikre at staten fikk inntekter ved siden av toll, tariff, veiavgift, moms og bomstasjoner. Og noen tusen mennesker var årlig involvert i trafikkulykker. Hadde du gitt gründeren penger?

Hardware og software for selvkjørende biler og lastebiler er i våre hoder i bunnen av S-kurven og det skal vi redegjøre for i dette perspektiv notatet. 2025 representerer starten på en skalering av disse forretningsmodellene. Når bilene blir elektrifisert og selvkjørende vil mange stille seg spørsmålet om hvorfor de eier en bil som 95% av tiden står parkert.

Disse disruptive endringen vil prege den urbane infrastrukturen i mange tiår fremover, og endringen kommer gjennom flere ladestasjoner, færre bensinstasjoner, færre parkeringsplasser, lavere miljøutslipp og større trafikksikkerhet. På et tidspunkt vil de selvkjørende bilenes punkt til punkt transport utfordre større deler av kollektiv transporten gjennom billig mobilitet mellom A og B. Noe av den frigjorte plassen fra de privateide bilene vil bli frigjort til å være en del av en annen infrastruktur som vil bygges. Det finnes en infrastruktur som er ferdigbygd, vedlikeholdsfri, 3 dimensjonal (over, ved siden og under) og følger luftlinjen i effektivitet. Den finnes over hodene våre. Om noen år vil byplanleggere også lage dronekorridorer og landsplasser for droner (nedlagte parkeringsplasser).

Selvkjørende agenter er en av de fire rytterne som vi kaller dem som vil ri inn arbeidsmarkedet og erstatte menneskers hender, føtter og kognitive prosesser sitt bidrag til økonomisk vekst. I andre perspektivnotater har vi drøftet dette.

DNB Disruptive Opportunities

Four game-changing innovations

AI is acting as a key enabler for innovations likely to unlock massive productivity gains



DNB Asset Management

Marketing material dedicated to professional investors only. DNB Asset Management AS (Norway) and DNB Asset Management S.A. (Luxembourg). Webpage: <https://dnbam.com/en>

6

Så får vi se da, om vi får rett i noen av våre antagelser. Spennende er det uansett. Vi har begrensede ambisjoner om å skrive oss inn i Nobelprisen for økonomi eller andre akademiske øvelser, ei heller å være en del av det nye leksikonet til Sannhetsdirektoratet. Vi forvalter aksjer, ikke sannheter. Vi deler kun våre perspektiver på det tidspunktet vi skriver det og får du lyst til å kjøpe noe så håper vi det er en gave til en som står deg nær. Med det utgangspunktet, her er våre perspektiver på selvkjørende agenter.

1.0 Introduksjon og historisk bakteppe

Aristoteles, en av antikkens største filosofer, la stor vekt på kategorisering som et fundament for å forstå verden. Betydningen av kategorisering hos Aristoteles ligger i at det gir et rammeverk for å organisere tanker og observasjoner. Ved å dele inn fenomener i klare grupper, kunne han analysere deres egenskaper og relasjoner systematisk. Vi følger Aristoteles velmenende råd og kategoriserer vårt fenomen.

For å kategorisere selvkjørende enheter på en oversiktlig måte, kan du gruppere dem basert på bruksområde, miljø eller etter grad av selvkjørende (SAE-nivåer).

Postcards From The Future

Ulike måter å kategorisere selvkjørende agenter

Kategorisering etter miljø og terreng		Kategorisering etter bruksområde	
Veibaserte enheter Biler Busser Trucker Snømåkebiler Serve sine last-mile roboter	Off-road/landbruk Traktorer Gressklippere Gravemaskiner Utenomjordiske: Rovere på Mars	Transport av mennesker Biler Busser	Gods og varetransport Trucker Lastmile roboter Skip Droner
Luftbaserte Droner (last mile) Droner (overvåkning) eVTOL Fly (autopilot)	Vannbaserte Droner Skip Båt-taxier	Landbruk og anlegg Traktorer Gravemaskiner Mining trucker Gressklippere Droner	Vedlikehold Snømåkebiler Inspeksjonsdroner

Vi kan også kategorisere basert på hvor autonome enhetene er (nivå 0–5, der 5 er fullt autonom) der delvis autonome (nivå 2–3) er biler, busser, trucker med førerassistanse og fullt autonome (nivå 4–5) er Marsrovere, noen biler og droner, last-mile roboter. Kategorisering etter industrier som persontransport, logistikk, landbruk osv.

Vi foretar også en liten avgrensning mot «**re-fitting av eksisterende maskiner**». Et voksende marked (bygg, anlegg, landbruk, maritim, transport etc) og som følger mange av de samme «driverene» som vi diskuterer her. Enn så lenge finnes det også noen spennende selskaper her i Norge (for eksempel [Hive Autonomy](#) med hovedkontor i Kristiansand).

Poenget vår er innenfor kategorien selvkjørende agenter finner vi biler (som Waymo eller Tesla med høy autonomi), Serve sine last-mile roboter (designet for selvstendig levering) og autonome gressklippere (som opererer uten fører). Disse er fullt eller delvis autonome og opererer på land. Vi finner også selvkjørende agenter utenfor jordens tyngdekraft.

Marsrovere (som NASA sin «Perseverance») er fullt autonome på grunn av avstanden til jorden. Droner i luft og vann brukes ofte til forskning eller overvåking og har høy grad av selvstendighet. Busser, trucker, traktorer, gravemaskiner og snømåkebiler har ofte delvis autonomi (nivå 2–3) i dag, med førerassistanse eller behov for menneskelig overvåking. Og selv på havet finnes det skip uten mannskap. Skip har foreløpig begrenset autonomi, med systemer som krever menneskelig inngripen eller fjernkontroll, spesielt i komplekse farvann. Flere piloter og småskala selvkjørende ruter operer langs kysten i Norge.

Postcards From The Future

Bruksområde vs. Kompleksitet i miljø (selvkjørende agenter)

		Transport	Spesialiserte funksjoner
Y-Axis: : Kompleksitet i miljø	Høy kompleks.	Biler, busser og trucker opererer i komplekse miljøer som bytrafikk, med mange uforutsigbare faktorer (fotgjengere, andre kjøretøy, vær).	Droner (luft og vann) og Mars-rovere navigerer i utfordrende, uforutsigbare miljøer som ukjent terreng eller værforhold, ofte for forskning eller overvåking.
	Lav kompleks.	Skip opererer ofte i forutsigbare farvann med definerte ruter. Serve sine last-mile roboter beveger seg i kontrollerte miljøer som fortau eller campusområder.	Traktorer, gravemaskiner, gressklippere og snømåkebiler jobber i mer kontrollerte miljøer, som åkre, byggeplasser eller lukkede områder, med færre uforutsigbare variabler.
		X-Axis: Bruksområde	

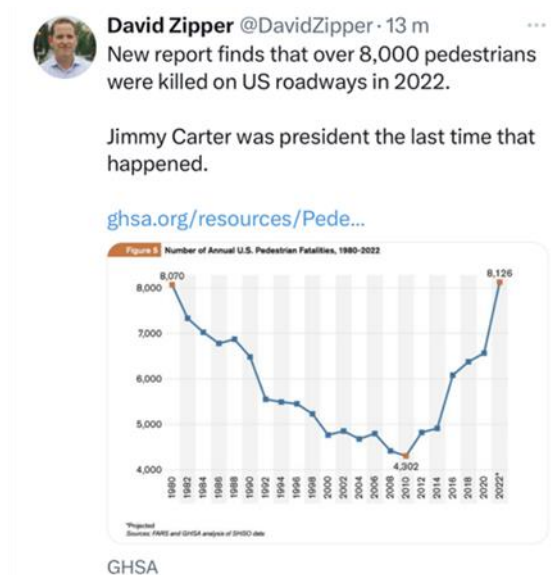
En fellesnevner for alle disse selvkjørende agentene er ulik kompleksiteten i omgivelse. Det påvirker ikke bare muligheten for å utføre oppgavene presist, men også sikkerheten. I vår verden er selvkjørende agenter drevet frem av to forhold: økt produktivitet og økt sikkerhet. Den aller viktigste i en tidlig fase er sikkerhet. Uten at de selvkjørende agentene har høy grad av sikkerhet og reduserer ulykker vil ikke stor samfunnet gi sitt regulatoriske samtykke til utviklingen. Slik sett er sikkerhet litt digitalt. Enten eller. 0 eller 1. Vi velger derfor å innlede

perspektivnotatet med noen perspektiver om sikkerhet med fokus på personbilen. Og kampen om bilbeltet er faktisk en morsom historie.

Disrupsjonen av trafikkulykker?

Hver eneste trafikkulykke er en tragedie. I Norge har antall døde i trafikken falt fra 500 på 1970 tallet til i underkant av 100 årlig. Det er en bred politisk enighet gjennom å disruptere trafikkulykker gjennom parlamentetsvedtak i 2001 om «Vision Zero» der ingen skal dø i trafikken i år 2050.

På tiden da Iphone og smarttelefonene ble lansert så man en plutselig økning i antall ulykker der fotgjengere var offeret. Dette kan være en spuriøs sammenheng, men vi tror ikke det. Vi mennesker sitter ofte på mobiltelefonene samtidig som føttene trykker på bremsen og gass og vi har en hånd på rattet. Øynene som burde vært på veien er på skjermen.



Teksting regnes som en av de mest distraherende aktivitetene man kan utføre bak rattet, fordi det krever at sjåføren tar øynene bort fra veien i 4-5 sekunder per melding. I 80 kilometer i timen rekker bilen å bevege seg over 100 meter på denne tiden.

Hvor mange trafikkulykker i Norge som oppstår spesifikt på grunn av teksting og kiking på telefonen finnes ikke. Men i en juridisk og sikkerhetssammenheng blir mobilbruken kalt for uoppmerksomhet.

Ifølge rapporter fra regjeringen og Samferdselsdepartementet er uoppmerksomhet en medvirkende faktor i omtrent en tredjedel av alle dødsulykker i trafikken. Teksting på

mobiltelefonen faller inn under kategorien uoppmerksomhet, siden det krever at sjåføren tar oppmerksomheten bort fra veien. Både visuelt for å se på skjermen, manuelt for å holde telefonen og skrive, og kognitivt for å tenke på meldingen.

Selv om teksting utvilsomt bidrar til disse ulykkene, oppgir ikke kildene nøyaktig hvor stor andel av uoppmerksomhetsrelaterte ulykker som skyldes teksting spesifikt.

Forskning og studier viser at bruk av mobiltelefon mens man kjører øker risikoen for ulykker betydelig. For eksempel:

Bruk av håndholdt mobiltelefon kan doble ulykkesrisikoen, ifølge enkelte studier. Selv «handsfree» øker risikoen, men i mindre grad.

I 2023 døde 118 personer på norske veier, ifølge rapporter fra Samferdselsdepartementet. Hvis vi tar en tredjedel av 118, får vi 39 dødsfall der uoppmerksomhet kan ha vært en faktor.

For skadde har vi tall fra 2022, hvor 578 personer ble hardt skadd i trafikken. La oss anta samme logikk som for dødsulykker og at uoppmerksomhet er en faktor i en tredjedel av tilfellene. Det gir 193 hardt skadde i trafikkulykker i 2022.

Dette har harde, kalde og ikke minst triste fakta. I en verden med selvkjørende biler vil begge disse tallene fra uoppmerksomme ulykker falle mot 0. I en verden med bare selvkjørende biler er disse tallene 0.

1.1 Kampen mot sikkerhetsbeltet

Da påbudet om sikkerhetsbelter ble innført i ulike land, møtte det betydelig motstand og kritikk, spesielt i USA. Hvorfor?

Sikkerhetsbelter ble først påbudt i USA i 1984, da New York ble det første delstaten som innførte en slik lov. Innføringen av disse lovene var en del av en bredere trafiksikkerhetskampanje, men møtte betydelig offentlig og politisk motstand. I

Storbritannia ble det obligatorisk å bruke sikkerhetsbelter fra 1983, og i Norge fra 1975. Disse lovene hadde til hensikt å redusere trafikkdødsfall og skader, men de ble ikke alltid møtt med begeistring. I USA var det spesielt en debatt om personlig frihet og myndighetenes rolle, mens i Norge var adopsjonen mer gradvis.

De viktigste motargumentene:

1. «Staten blander seg for mye»

Mange mente at beltet var et personlig valg, ikke et lovkrav.

En mann i Bronx sa til avisen: «Dette er ikke Russland, regjeringen skal ikke fortelle meg hva jeg skal gjøre»

En leserbrevskribent i New York Times skrev: «Grunnloven handler om frihet, ikke forsikringsstatistikk.

2. Frykt for økte reguleringer

I 1980-årene var det kraftig motstand mot nye regler generelt. Enkelte politikere kalte påbudet «massehysteri styrt av medie-gigantene» og advarte om at beltet bare var første skritt mot flere pålegg, som røykeforbud i biler og lignende.

3. Ubehag og praktiske problemer

En meningsmåling fra 1984 viste at to av tre amerikanere syntes beltet var ukomfortabelt – selv om de fleste innrømte at det reddet liv.

Det fantes også tekniske bekymringer: Automatbeltene som låste seg når motoren startet kunne gjøre det vanskelig å komme seg løs etter en kollisjon eller brann.

4. Høylytte protester mot «tvangs-beltet»

Det såkalte interlock-systemet fra 1973 – bilen startet ikke før beltet var klikket i – utløste raseri. Kongressen fikk flere klagebrev om dette enn etter Nixons «Saturday Night Massacre», og systemet ble fjernet året etter.

5. Pengene i bakgrunnen

Bilprodusentene foretrakk belter fremfor airbager fordi det var mye billigere å montere. Forsikringsselskapene ville heller ha airbager fordi de ikke er avhengige av at sjåføren husker beltet. Resultatet ble en industriell kamp som forsinket begge løsningene.

6. Juridiske omkamper

I Illinois dro fire bilister staten for retten i 1985 og viste til en gammel dom som hadde stoppet hjelpåbud for motorsykler. De tapte til slutt, men saken viser hvor langt enkelte var villige til å gå for å slippe beltet.

Noen sitater fra motstanden mot påbud om sikkerhetsbelter:

En New York Times-leser i 1984: *“Unless the Constitution has been replaced with actuary tables, the governing principles of this country are still based on basic rights of individual freedom”*

En innbygger i Bronx: *“This is not supposed to be Russia where the government tells you what to do and when to do it”*

I Michigan: *“This is a pretty good lesson in mass hysteria created by a corporate-controlled media”*

En undersøkelse fra 1984 viste at 65% av amerikanere var imot obligatoriske sikkerhetsbelter og straffer for ikke-bruk, til tross for bevis på at belter redder liv. (kilder: [Link 1](#), [Link 2](#))

I begynnelsen av 1980-tallet var beltebruk lav, mellom 11% og 14% i USA, men økte betydelig etter at lovene ble innført. Til tross for all motstanden ble beltepåbudene stående. Tallene talte for seg selv. Dødsfall og alvorlige skader falt kraftig. I dag bruker over 90 % av bilførere i vestlige land belte. Statistikken seiret over motstanden.

1.2 Hva er egentlig Full Self-Driving?

Vi vanlige folk har jo lest om folk som har privatsjåfør og selv tatt en drosje. Konseptet om at en bil og sjåføren kan flytte deg fra A til B er veletablert. Nå tas sjåføren ut og erstattes med en kraftig AI-computer, kameraer (computer vision) og i noen tilfeller en haug med sensorer og radarer. Konsekvensen er at du kan få din egen privatsjåfør eller betydelig rimeligere drosjetjenester. Det er for oss kjernen i konsekvensene av Full Self-driving (FSD).

DISPENSE WITH A HORSE



and save the expense, care and anxiety of keeping it. To run a motor carriage costs about $\frac{1}{2}$ cent a mile.

THE WINTON MOTOR CARRIAGE

is the best vehicle of its kind that is made. It is handsomely, strongly and yet lightly constructed and elegantly finished. Easily managed. Speed from 3 to 20 miles an hour. The hydrocarbon motor is simple and powerful. No odor, no vibration. Suspension Wire Wheels. Pneumatic Tires. Ball Bearings.  Send for Catalogue.

Price \$1,000. No Agents.

THE WINTON MOTOR CARRIAGE CO., Cleveland, Ohio.

Kilde: Scientific American, New York, August 13, 1898

Da Henry Ford skrudde sammen Model T for drøye hundre år siden, var bilen en enkel maskin som ba føreren om å gjøre alt. I dag snur Tesla (og noen andre) hele konseptet på hodet. Selskapets plan i 2026 er å produsere «cybercab», en bil uten ratt, pedalers, speil, bakseter eller panikksvetten som følger med første kjøretime. Det er en strippa modell av en "bil" som er lagd for disruptjon med et prispunkt på mellom 25.000 og 30.000 dollar. Elon har

sagt at i full volumproduksjon vil det rulle ut en «cybercab» hvert 5. sekund, det blir noen millioner «roboter på fire hjul» eller populært kalt biler i året. Forretningsmodellen og produksjonskapasitet er klar for skalering de neste årene. Det store spørsmålet er om selvkjøringsteknologen er klar. Tesla kaller hardware og software plattformen til selvkjøring for Full Self-Driving (FSD).



Full Self-Driving (FSD) er altså selve grunnmuren i selvkjøringsteknologien (både for “biler” og humanoids”) til selskapet, og de har tatt noen utradisjonelle tekniske valg vi diskuterer under.

Men hvordan er dagens status?

Dagens regulatoriske status på FSD

Regulatorisk sertifisert som SAE nivå 2

- Delvis automatisering med aktiv sjåførtilsyn
- Bilen styrer, men sjåføren må alltid være klar til å ta over

Hvorfor ikke nivå 3?

- FSD krever fortsatt menneskelig ansvar og mangler full autonomi.

Musk sikter mot nivå 4/5 ila årsslutt

- Pålitelighet og regulering avgjør når FSD når får regulatorisk anerkjennelse



Komponentene til FSD:

- *8 kameraer*: De utgjør «360 syn» med opptil 250 meters rekkevidde.
- *FSD-computeren* («lille hjernen»): En kraftig prosessor som bearbeider bilder og videodata i sanntid.
- Frem til nå har Dojo-supercomputeren vært «store hjernen»: Et eksternt treningsstudio som får videoklipp fra over 2 millioner Tesla-biler og bruker dem til å trene bilenes algoritmer med mønstre.
- Men Tesla annonserte i starten av august nedleggelsen av Dojo supercomputer-prosjektet, og vil nå i større grad satse på inferens via lokal edge ved å samarbeide med Nvidia, AMD og Samsung (Fremtidige in-house *AI6 System-on-Chips*). Dette viser hvor rask ledelsen er til å snu kurs dersom de ser en blindvei.

Konkurrenter som Waymo, Pony.ai og Cruise har bygd sin forretningsmodell rundt LiDAR (Light Detection and Ranging).

Det er laser som kontinuerlig måler nøyaktige avstander, men Tesla holder seg til kameraer og datakraft. De fjernet radar i 2021 og ultralydsensorer i 2023. Tanken er at hvis mennesker klarer seg med syn og hjerne, bør AI kunne klare det samme.

Totalt har Tesla-eiere snart samlet over 4 milliarder miles med FSD eller Autopilot aktivert. Tallene gir tro på at big data kan erstatte dyre lasere.

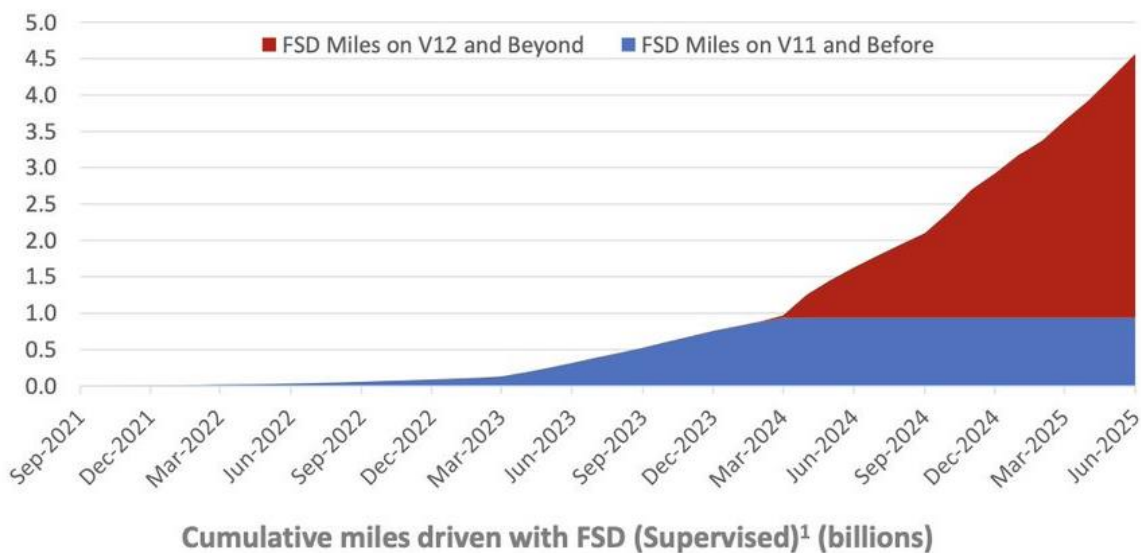
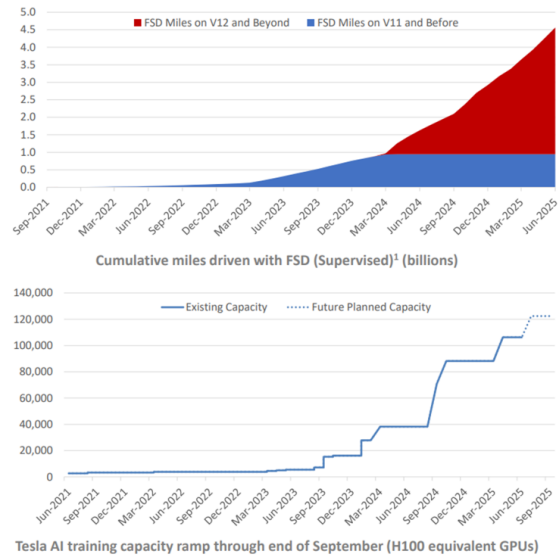
Når data og compute stiger eksponentielt kommer gjennombruddene

Tesla Q2 2025 – oppdatering på kjørte miles

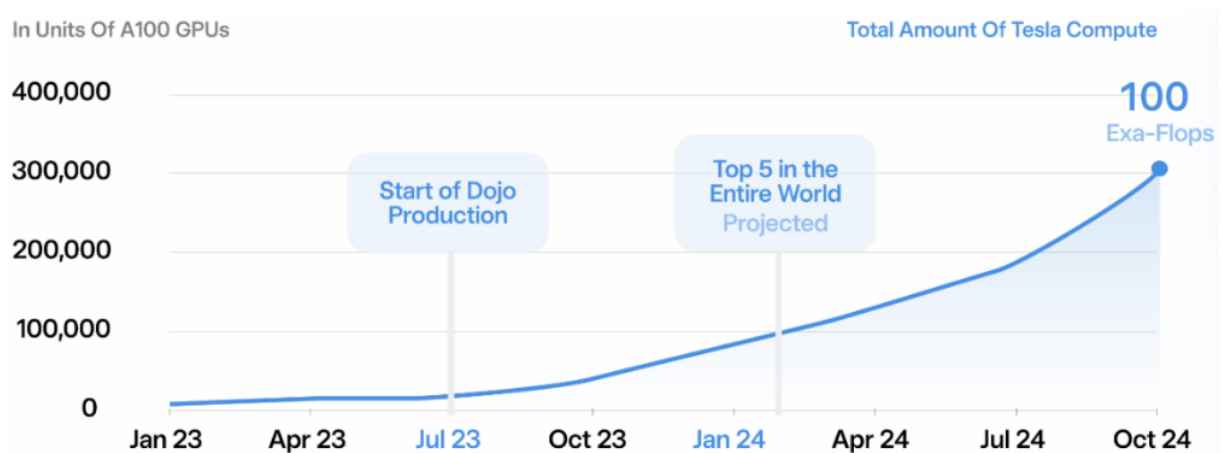
"In June, we launched our Robotaxi service in the first city, Austin, with a safety rider. We will further improve and expand the service (more vehicles covering a larger area, eventually without a safety rider) while testing in other U.S. cities in anticipation of additional launches. Our efforts to refine the Robotaxi offering in Austin are not location-specific and will allow us to scale to other cities quickly with marginal investment."

Vår tolking: De vil skalere raskt i Austin og andre byer i USA og med marginale investeringer. Big data (kjørte miles øverst) og treningkapasitet (under).

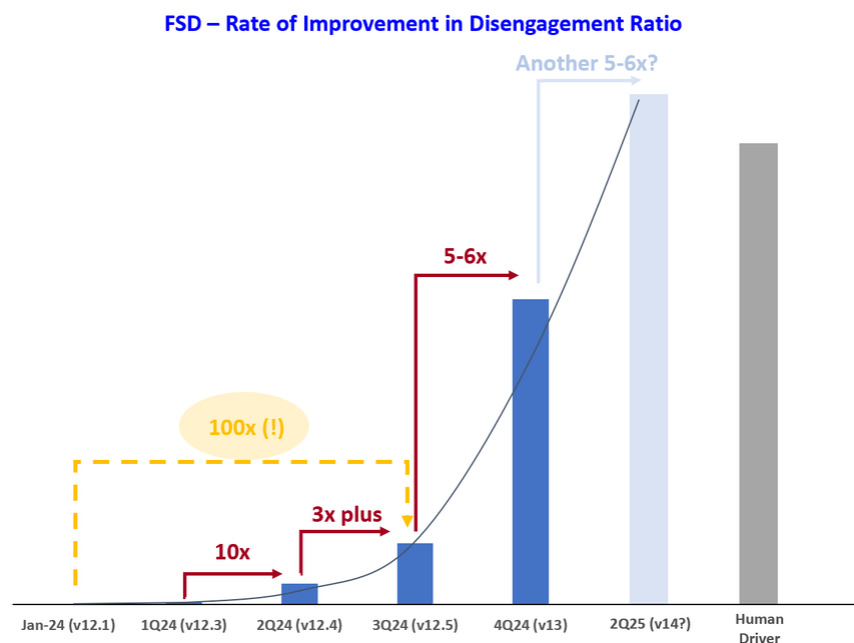
DNB Asset Management



All denne dataen (Big Data) brukes til å trene FSD i serverparker med kraftig hardware (duppingensen til Nvidia, se perspektivnotatet om AI Infrastruktur):



Og neste graf viser forbedringen i disengagement ratio, som betyr hvor mange miles før en sjåfør må ta over kontrollen under kjøring. En vanlig person i USA i dag kræsjer eller får en liten skade på bilen sin ca. hvert 3. år (ca. 550.000 miles).



Kilder: Tesla Q3 earnings

For bilindustrien betyr det at man utfordrer hele ideen om privat eierskap. For Tesla er satsingen «go big or go home». Hvis deres tekniske valg lykkes, åpner det døren for virkelig rask skalering.

Selvkjørende teknologi transformerer et bilproduksjonselskap til mobilitetsselskap

FSD tidslinje

- 2014: Autopilot Hardware 1.0: Ett kamera, ultrasonic sensors og en radar. Selvkjørende teknologi hovedsakelig basert på programkoder.
- 2016: Autopilot Hardware 2.0: Åtte kameraer, radar og 12 ultrasonic sensors. Bilene begynner ta opp video av kjøreatferd, dog lagres den kun lokalt i bilen
- 2019: Autopilot Hardware 3.0. Erstattet NVIDIA AI chip med egenutviklet Tesla FSD Computer. Tesla begynte samtidig samle inn kjørevideoen fra sjåfører som godtok datainnsamling.
- 2021: Tesla fjerner alle radarer og baserer seg utelukkende på kamerateknologi («Tesla vision»)
- 2023: Autopilot Hardware 4.0: Nyere og bedre kameraer, stort fokus på nattsyn, tåke og uopplyste veier
- 5. Februar 2025: FSD software 13.2.6. Antatt å passere evnen til menneskelige sjåfører innen sommeren
- Juni 2025: Robotaxi etableres i Austin, og ser trolig raskt etablering i San Francisco, Los Angeles m.fl etter hvert

Hvor nært er nivå 4 og 5 for Tesla og FSD?

Som nevnt lanserte Tesla i juni 2025 robotaxi-tjenesten sin i Austin i Texas (mer om i [robotaxi-kapitlene](#)). FSD er sannsynligvis minst nivå 3 på autonomi-skalaen, rent teknologisk. Hva skal til for å nå nivå 4? Da må personen som sitter i passasjeretsetet sannsynligvis hives ut. Lykkes de med det vil Tesla raskt bevege seg til nivå 5 fordi de da ikke trenger å kjøre innenfor et bestemt område. Skjer dette vil det være bekreftelse på at 8 kameraene trumfer LiDAR systemenes krav til lokale og oppdaterte kart.

FSD dreier som om rask skalering – Ekte veier versus Legoland

Er det en ting som du som investor skal ta med deg om forskjellen mellom FSD og LiDAR er skalerbarhet. Tenk på FSD-teknologien som et førerkort. Med et førerkort i Norge kan man kjøre biler i USA, EU, Australia og Asia. Litt lokaltilpasning gjør at vi relativt raskt kan kjøre på veiene i alle disse stedene, selv i de rare landene som kjører på feil side av veien. Waymo og andre LiDAR-systemer fungerer bare der kartene er gode og oppdaterte. Litt som da jeg var en liten stolt guttunge på tur i Legoland og fikk kjøre kort i den oppmålte banen iblant sanddynene i Danmark. Jeg kunne kjøre hvor jeg ville så lenge det var banen i Legoland.

Forskjellen er skalerbare forretningsmodeller, og for pengefolk bør den forskjellen være svært viktig.

1.3 Selvkjøring og selvkjørende agenter som en disruptiv kraft

Selvkjøring muliggjør nye forretningsmodeller, som Transportation-as-a-Service (TaaS) og datalisens inntekter, og endrer forbrukeratferd fra eierskap til opplevelser. Men veien er humpete. Sikkerhet, regulering og etikk kommer på banen.

Teknologien er en katalysator for endringer i hvordan bedrifter opererer og hvordan forbrukere oppfører seg. For å gjøre dette lett å forstå, la oss bruke en analogi. Tenk på selvkjørende transport som en ny type «digital veiviser» i et middelaldersk kart. Før hadde du hest og vogn, som krevde en kusk (menneskelig innsats). Nå har du en magisk vogn som finner veien selv, og den kan frakte alt fra varer til mennesker, uten å stoppe for hvile.

Selvkjøring skaper nye måter å tjene penger på, samtidig som de utfordrer gamle forretningsmodeller. Her er noen eksempler:

- **Transportation-as-a-Service (TaaS):** I stedet for å eie en bil, kan forbrukere abonnere på transporttjenester levert av selvkjørende biler. Tenk på Uber modellen. Bedrifter som Waymo opererer allerede flåter av selvkjørende biler som tilbyr taxitjenester. Dette erstatter bilkjøp (en engangstransaksjon) med en abonnementsmodell, som skaper jevn forutsigbar inntekt for selskapene.
- **Logistikk og levering:** Selvkjørende droner og roboter revolusjonerer «last mile-levering». Amazon eksperimenterer med droner som leverer pakker direkte til døren din. Dette kutter kostnader til menneskelig arbeidskraft og øker effektiviteten, men utfordrer tradisjonelle budtjenester som Posten.
- **Nye inntektsstrømmer:** Selvkjørende biler samler enorme mengder data om veiforhold, forbrukervaner, eller til og med hvor folk tilbringer tid. Disse dataene kan selges eller brukes til målrettet reklame. For eksempel kan en selvkjørende bil foreslå en kaffebar basert på at du ofte stopper for kaffe kl. 08.00, og kaffebaren betaler for den anbefalingen.

Postcards From The Future

Disrupsjonen av trafikkulykker er på vei...

Autopilot technology makes our vehicles safer

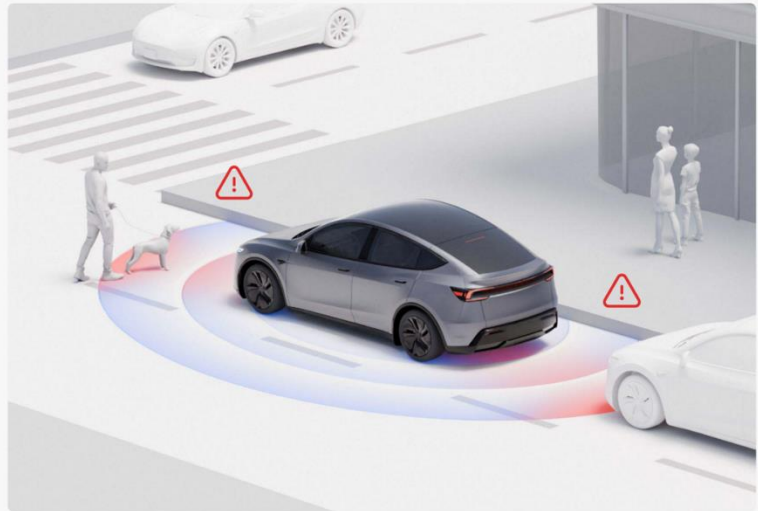
Miles Driven Before One Accident
(2024)

Tesla Vehicles
With Autopilot
Technology Engaged **6.77M**

Tesla Vehicles
Without Autopilot
Technology Engaged **1.18M**

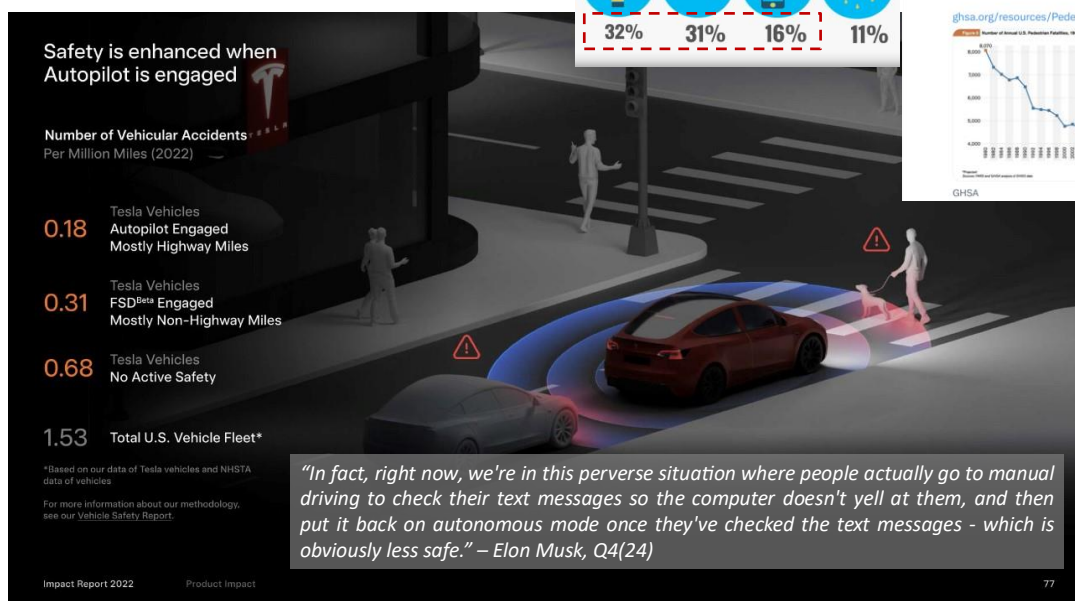
Total
U.S. National Average* **0.70M**

*Based on the most recent data available from NHTSA and FHWA (from 2023).



Tesla: FSD + Robotaxi

Trafikkulykker blir disruptert?



Selvkjøring endrer også hvordan vi som forbrukere tenker og handler.

Når autonome biler kan hente deg når som helst, hvorfor eie en bil? Yngre generasjoner viser allerede mindre interesse for å eie biler og foretrekker fleksible løsninger. Dette skifter fokus fra produkt til tjeneste.

For at forbrukere skal bruke selvkjørende biler, må de stole på teknologien. Tesla har bygget tillit ved å gradvis introdusere funksjoner som autopilot, slik at folk blir komfortable med å slippe rattet. Dette endrer vår relasjon til maskiner. Vi går fra å kontrollere til å samarbeide.

Man kan tilpasse opplevelser basert på data. For eksempel kan en autonom bil justere sete, musikk og temperatur basert på hvem som går inn, noe som gjør reisen til en skreddersydd opplevelse.

Se for deg en selvkjørende bil som en personlig butler. Før måtte du selv lage middag (kjøre bilen). Nå dukker butleren opp med en ferdig middag, tilpasset din smak, akkurat når du er sulten. Du begynner å stole på butleren og verdsetter opplevelsen mer enn å eie kjøkkenutstyret.

Men som med alle nye teknologier og innovasjoner er det noen utfordringer som må overkommes. Folk må ha en viss tillit, og myndigheter må godkjenne teknologien. Ulykker med selvkjørende biler, som de rapporterte med Uber i 2018, viser at tillit er skjør. Sjåførere kan også miste jobber, noe som krever omstilling i samfunnet. Og hvem er ansvarlig hvis en selvkjørende bil tar en feil beslutning i en ulykke? Statistikken er på autonomiens side. Men ulykker vil skje. Dette er et moralsk og juridisk minefelt.

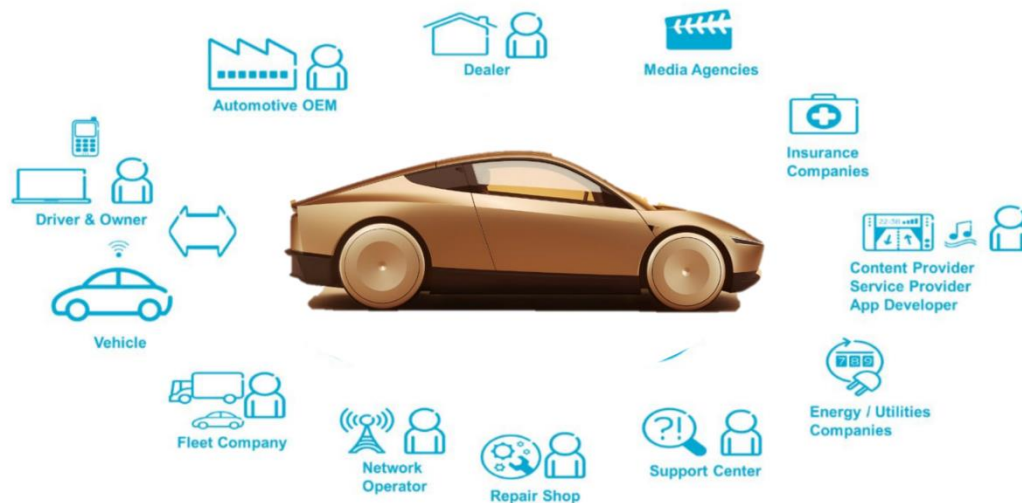
På den positive siden for selvkjøring er lavere ulykkesrater (menneskelige feil står for 90 % av bilulykker), redusert miljøbelastning (optimale kjøreruter), og økt tilgjengelighet for folk som ikke kan kjøre selv, for eksempel eldre eller funksjonsnedsatte.

Den disruptive kraften i konseptet om selvkjørende agenter er stor og omfattende. De siste hundre årene har store realøkonomiske økosystemer blitt bygd rundt en privat eid bensinbil.

Det illustrerer vi i figuren under og kommer tilbake til i notatet vårt.

DNB Disruptive Opportunities

The ecosystems around the current and future cars are being disrupted?



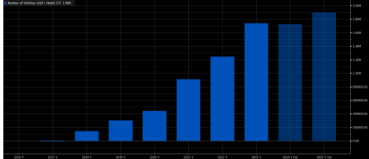
I kapittelet under diskuterer vi hvordan vi oppfatter at tysk bilindustri er i ferd med å bli disruptert. De har sannsynligvis for lite tid til å tilpasse seg, men den lyden av «tikk-takk» bør være høyere internt enn det som sies og vises eksternt.

Skalering – produksalg og razor blade

I prinsippet kan Tesla selge en bil til en privatkunde eller en flåteeier med tap på selve bilen, så lenge kunden kjøper et abonnement på selvkjørende software (FSD). Tesla kan også velge å produsere biler som de selv eier, og anvender bilene i robottaxi nettverket. Vi kan forvente flere ulike kombinasjoner og regionale og nasjonale forskjeller de neste årene. Tesla har tidligere antydnet et mål om produksjon av 2 millioner cybercabs i 2026, og det tilsvarer den årlige produksjonen de har hatt på dagens modeller i 2024 og sannsynligvis i 2025. Pris, volum og forretningsmodell knyttet til disse bilene er ukjent, men noen tall har blitt antydnet. I figuren under beregner vi årlig omsetning basert på tallene som er antydnet og Uber sine kjørte miles. Høy bruttomargin og høy skaleringsevne gjør regnestykkene interessante.

Barberblad (Razor-blade) forretningsmodellen

Barberblad modellen – selge et produkt til en lav pris inkludert tap, for å selge et relatert produkt senere med fortjeneste som ofte er forbruksvare (SaaS modell, software) – Gillette, Mobiltelefoner 1990-2010, Spillkonsoller

Cyber Cab 	Volum produksjon i 2026: 2m enheter	Pris: USD 30.000 Cost per mile in USD: Uber: 2.0 Personal car: 0.75-0.80 Cybercab 0.30-0.40
Model 3/Y 	Biler med HW 3-4-5: 7- 9m YE 2025 	Snitt ASP: USD 42.000 COGS: 81%: USD 34.000

DNB Asset Management

1.4 Case: Disrupsjonen av den tyske bilbransjen

Bilbransjens giganter som Volkswagen, BMW og Daimler, har lenge vært en hjørnestein i Tysklands og europeisk økonomi, samt et globalt symbol på ingeniørkunst. Likevel har bransjen vist motstand mot elektrifisering og digitalisering, som for eksempel i utviklingen av software og selvkjørende biler. For å forklare hvorfor disse store organisasjonene har blitt og blir disruptert kan vi bruke noen teorier vi har plukket med oss gjennom analyser av innovasjon.

Motstanden eller tregheten i å investere i elektrifisering og digitalisering kan forklares gjennom begrepene «teknologisk lock-in» og «path dependency», som begge illustrerer hvordan historiske valg og strukturer begrenser fremtidige muligheter.

«Teknologisk lock-in» er et begrep som ble populært gjennom arbeidet til Paul David på midten av 1980 tallet. Det beskriver situasjoner der en bestemt teknologi blir dominerende, selv om bedre alternativer finnes, på grunn av økonomiske, sosiale eller organisatoriske faktorer. Når en teknologi først er etablert, skaper den en selvforsterkende syklus der aktører fortsetter å investere i den, noe som gjør det kostbart å skifte til noe nytt. De tyske bilprodusenter har vært eksperter på mekanikk, ikke softwareutvikling. Den teknologiske

lock-in i hardware har gjort det vanskelig å bygge opp den digitale kompetansen som kreves for blant annet selvkjørende biler.

Det andre begrepet er «Path dependency» og tilskrevet Brian Arthur der han noen år senere utvidet ideen ved å vise hvordan tidlige valg i teknologiutvikling eller forretningsmodeller skaper baner som begrenser fremtidige alternativer. Organisasjoner blir «låst» til en vei basert på tidligere investeringer, kompetanse og markedsposisjon, selv om denne veien ikke lenger er optimal. Tradisjonelt har bilprodusenter tjent penger på å selge biler som fysiske produkter. Digitalisering introduserer nye modeller, som abonnementstjenester og delingsøkonomi, og utfordret denne tilnærmingen. Tyske selskaper har vært trege til å omfavne disse endringene.

Den tyske bilbransjen har historisk vært verdensledende innen forbrenningsmotorer, noe som har skapt en sterk path dependency knyttet til denne teknologien. Det er sikkert skrevet flere hundre doktorgrader om materialvalg til eksosrøret og tilhengerfester. Tyske produsenter har brukt tiår og milliarder på å perfektionere bensin og dieselmotorer. Dette inkluderer infrastruktur som fabrikker, leverandørkjeder og FoU. Skiftet til elbiler krever omfattende omstilling, noe som innebærer høye sunk costs.

Bensinmotoren har vært så dominerende at elbiler lenge ble sett på som upraktiske. Selv når elbilteknologi ble levedyktig, var det en kulturell og organisatorisk motstand mot å forlate en velprøvd modell. Produsentene var altså «lock-in» til den gamle teknologien.

Økonomisk avhengighet er også et begrep som brukes innenfor denne teorien. Den tyske bilbransjen sysselsetter hundretusener direkte og indirekte i Tyskland, mange i produksjon av deler til forbrenningsmotorer. En rapport fra 2019 anslår at overgangen til elbiler kan true opptil 400.000 arbeidsplasser i leverandørindustrien, siden elbiler krever færre komponenter.

Et eksempel som illustrerer motstanden, er det som ble kalt Dieselgate. Volkswagens forsøk på å manipulere utslippstester i 2015 viste en desperasjon for å opprettholde dieselbilens posisjon, selv i møte med strengere reguleringer. Selskapet var låst i en strategi basert på forbrenningsmotorer. Den sene omstillingen til elbiler er et annet eksempel. Mens Tesla lanserte Model S i 2012, kom Volkswagens første seriøse elbil, ID.3, i 2019. BMW sin i3 kom i 2013 og var tidlig ute, men ble ingen stor satsning, da selskapet fortsatte å prioritere forbrenningsmotorer. Et tredje eksempel er nettopp Volkswagens ID.3 lanseringen i 2019 som

ble forsinket på grunn av problemer med softwareintegrasjon, noe som viste manglende ekspertise på dette feltet. Selskapet har siden investert i en egen softwaredivisjon, Cariad, men sliter fortsatt å hamle opp mot Tesla og kinesiske aktører.

Motstanden mot elektrifisering og digitalisering kan beskrives med økonomisk og teknologisk avhengighet av forbrenningsmotorer. Denne «path dependency» forsterkes av en kulturell stolthet over tysk ingeniørkunst, som lenge har vært sett på som verdensledende. Samtidig har EU-regelverk og subsidier fra 2019, som økte støtten til elbiler, tvunget frem endring, men tregheten har kostet markedsandeler til konkurrenter som Tesla og kinesiske produsenter.

Som europeere håper vi den tyske bilindustrien kan komme seg ut klemma, og manøvrere seg gjennom de neste fem årene. Lisensiering av hardware og software kan være en vei.

1.5 Men det finnes noen europeiske selvkjøringsinitiativer

Volkswagen og Bosch har nå annonsert noen selvkjørings-gjennombrudd i det såkalte «Automated Driving Alliance», lansert i 2022. Ambisjonen er å flytte selvkjøringsinitiativene sine fra dyre toppmodeller til vanlige familiebler, og gjøre det med europeisk software. Første milepæl er estimert til midten av 2026, når en ny autopilot skal rulles ut i serieproduserte biler med tilgang til handsfree kjøring på motorvei. Planen er å starte på nivå 2 og gradvis åpne for nivå 3 av autonomi.

Alliansen bygger en egen AI-stack i stedet for å lene seg på amerikanske teknologileverandører. Grunnen er ønsket om digital suverenitet. Kontroll på modellene, koden og oppgraderingsløpet. Samtidig er det en praktisk vei mot lavere kostnader, fordi Volkswagen kan utvide funksjonene til store volummodeller og ikke bare luksussegmentet. Testene kjøres allerede med ID. Buzz-prototyper på offentlige veier i Europa, Japan og USA, og det skal settes ut rundt hundre ekstra testbiler for å skru påliteligheten opp. En svær datapool fra rundt 45 millioner VW-biler som kjører rundt på kloden gir treningsgrunnlag som få andre europeiske aktører matcher.

Bosch planlegger å tilby softwaren også til andre produsenter, noe som kan gjøre plattformen til en europeisk standard og gi solide lisensinntekter mot 2035. Kina pekes ut som tidlig nøkkelmarked der nivå 3 kan bli standard i nye biler innen 2030, men også her er prisen og brukervennligheten avgjørende.

Det gjenstår regulatoriske avklaringer og realitetssjekk av tidslinjer, men hvis VW og Bosch leverer på 2026-løftet, kan Europa få en egen aktør i kampen om fremtidens veibilde.

1.6 Fra antall solgte biler til kjørte miles og utnyttelsesgrad

Et av hovedbudskapene til Kuhn er at i det nye paradigme skiftes også industriens «stammespråk». Antall solgte biler, hvor fort den går, ulike farger, om den kan hoppe, akselerasjon, varelager og bruttomargin på nye modeller kastes på den analytiske skraphaugen. For 25 år siden var omløpshastigheten på bøker måten analytikere og investorer analyserte Amazon på. Det finnes sikkert noen som fortsatt gjør det, men så veldig relevant er det ikke.

Men hva blir de nye KPlene eller nøkkeltallen for å analysere det vi i dag kaller bilindustrien?

Når analysefokus skifter fra antall solgte biler til biler som en del av «Transport as a Service» eller TaaS, må vi bruke nye nøkkeltall som reflekterer salg av tjenester, bruksmønstre og økonomisk ytelse. Disse nøkkeltallene fokuserer på effektivitet, kundetilfredshet og finansielle aspekter av en robotaxi-tjeneste, i stedet for kun salg og bilparkstørrelse.

Den første er «Antall turer per bil, per dag». Dette måler hvor mange turer en robotaxi gjennomfører daglig, og ser på bruk og effektivitet. Et relatert begrep vil være utnyttelsesgrad. Der er prosentandelen av tiden en robotaxi er i bruk med passasjerer kontra ledig tid, som reflekterer driftseffektivitet. Kapasitetsutnyttelse på dagens biler er 5%, og med robottaxier tror vi den vil øke til mellom 25% og 50%. Det andre nye nøkkeltallet vil være kilometer kjørt per bil per dag viser den totale distansen en robotaxi dekker, sentralt for å vurdere driftsintensitet og inntektsgenerering.

Kombinasjonen av disse to vil gi oss «Gjennomsnittlig inntekt per tur eller ARPT». Dette måler inntekten per tur, og vil være et favorittbegrep for å vurdere lønnsomhet. Begrepet kan

sammenlignes med ARPU som etter hvert ble et innarbeidet begrep i telekomindustrien. ARPT vil sammen med kostnad per kilometer være basisen for den økonomiske analysen mellom kvartaler. Kostnader per kilometer inkluderer vedlikehold, energi, forsikring og andre driftskostnader.

Kundetilfredshet måler passasjerenes opplevelse, og er avgjørende for å beholde kunder i en konkurranseutsatt tjeneste. Dette er neppe et tall som vi vil få på kvartalsvis basis, men på en årlig basis. Skalering på plattformer er helt sentralt for å få en økende bruttomargin, og i vår sammenheng tror vil et nytt nøkkeltall være «Flåtestørrelse i drift». Det vil typisk inneholde antall aktive robotaxier i TaaS-flåten, som påvirker tjenestens dekning og kapasitet. Som igjen påvirker lønnsomhet og kundetilfredshet. «Gjennomsnittlig ventetid for passasjerer» er et nøkkeltall som bør være lett å dele på kvartalsvis basis. Dette er tiden fra bestilling til henting.

Vi vil også ha en sikkerhets eller teknologisk indikator. En variant av «andel selvkjørende kilometer» eller ulykker involvert. En prosentandel av kilometer kjørt uten menneskelig inngripen eller ulykker som indikerer teknologisk pålitelighet. For Tesla som et selskap vil Inntektsandel fra TaaS bli en egen analyse område med egen prising. Nøkkeltallet vil være andelen av Teslas totale inntekter og bruttofortjeneste som kommer fra TaaS.

Disse nøkkeltallene er viktige å forstå og for å analysere en TaaS-modell der Tesla-biler opererer som robotaxier i form av omgjorte Model Y og nye CyberCab.

2.0 Teknologien og det nye økosystemet rundt

2.1 FSD som samspillet mellom kameraer, software og hardware

Tenk deg en dyktig tennisspiller. Øynene følger ballen, hjernen regner lynraskt ut hvor den havner, kroppen svarer med et presist slag. Tesla Full Self-Driving (FSD) prøver å gjøre akkurat det samme bare for veien.

Kameraene er øynene, databrikken hjernen, og softwaren er selve tennisteknikken. Ingen av dem vinner poeng alene, utviklingen handler om å få samspillet til å flyte.

Kamerateknologien

2014 – 2016: Teslas første autopilot hadde bare ett frontkamera. Det fungerte på brede motorveier, men slet hvis veimerkingen forsvant eller været ikke spilte på lag.

2016 – 2019: Åtte øyne er bedre enn ett. Tesla sa opp samarbeidet med Mobileye til å bygge sitt eget system. På ett grep ble antallet kameraer økt til åtte, plassert rundt bilen for full rundsikt. Oppløsningen var fortsatt beskjeden, men bilen kunne nå lese skilt, se kryss og oppdage fotgjengere før de var rett foran panseret.

2019 – 2022: De samme åtte kameraene fikk bedre sensorer og mer lysfølsomhet, og programvaren begynte å trene direkte på rå videomateriale, ikke på ferdigprosesserte datasett. Litt som å gå fra 180p grafikk til 1080 HD. Plutselig ble detaljer som blinklys og håndbevegelser synlige for algoritmene.

2023 – 2025: Ny generasjon kameraer på 5 megapiksler og bedre HDR hjelper FSD å takle skiftende lys, fra lav sol over E6 til blinkende neonskilt i Las Vegas. Det er fortsatt vær som slår knockout (tåke, snø som dekker linsa), men AI-modellene lærer hele tiden å gjette det øyet ikke ser. I tillegg lages det varmeelementer og et vaskeelement for å fjerne skitt og dugg på linsen.

Hardware

- **HW1 (2014):** en beskjeden Mobileye-brikke med knapt 0,2 TOPS
- **HW2 og 2.5 (2016–2017):** Nvidia-kortet Drive PX2 gir opptil 4 TOPS. Sakte film for dagens standard, men et stort hopp den gang.
- **HW3 (2019):** Teslas egen silisium, 144 TOPS, designet kun for FSD. Nå kunne bilen kjøre tett på biler i kø uten å miste tråden.
- **HW4 (2023):** ca. 400 TOPS. Kraftoverskuddet gjør det mulig å kjøre én enorm «end-to-end»-modell i stedet for hundre små spesialprogrammer.
- **HW5 (2026/27):** rykte om 4000 TOPS.

Software

- **Regelbasert (2014):** En haug med «hvis-så»-regler
- **Moduler (2017):** Egne nettverk for biler, fotgjengere og stoppskilt. De kommuniserte ikke alltid så bra sammen.
- **Vektorrom (2021):** Kameraene tegner en felles 3D-modell av omgivelsene. Alle beslutninger tas i samme «spillmotor».
- **End-to-end (2024 -):** En stor modell får rå videomateriale inn og sender ratt, pedal og blinklys-kommandoer ut, omtrent som et komplett førersenter.

2x2-matrise:

Matrisen sammenligner teknologisk modenhet og samspillskompleksitet (for FSD sin utvikling fra 2014 til 2025)

[Postcards from the future](#)

FSD, Kamera og HW: Historisk utvikling og samspill

		Høy	Lav
Y-Aksen: Samspillskompleksitet	Høy	2023–2025 Kameraer: 8–9 kameraer, HDR., Hardware: HW4, Programvare: End-to-end FSD v13., Samspill: Sømløs, Dojo-optimalisert., Fordel: Nær nivå 4, skalerbar, Ulempe: Tåkeutfordringer.	Ikke relevant Høy modenhet krever komplekst samspill
	Lav	2016–2022 Kameraer: 8 kameraer, 2 MP, Hardware: HW2, HW3, Programvare: CNN, visjon-basert FSD beta., Samspill: Kameraer matet HW3, AI kompenserer. Ulempe: Værsårbarhet., Eksempel: FSD v11 i byer.	2014–2016 Kameraer: 1 kamera, lav oppløsning., Hardware: HW1., Programvare: Regelbasert Autopilot., Samspill: Minimalt, radar-dominert., Model S Autopilot.
		X-Aksen: Teknologisk modenhet	

Den historiske utviklingen av Tesla FSD er en historie om stadig tettere samspill mellom kameraer, hardware, og software. Kameraene gir data, hardware gir kraften, og software gir intelligensen. Uten samspill ville FSD vært umulig.

I de neste kapitlene går vi dypere inn på hver enkelt komponent.

2.2 Kamerateknologien

Tesla har 8 kameraer plassert rundt bilen.

- 3 av de er vendt fremover: På frontruten (vidvinkel, middels, langdistanse)
- 2 sidevendte kameraer: På B-stolpene (venstre/høyre)
- 2 bakovervendte kameraer: På sidene bak
- 1 bakre kamera: Over nummerskiltet



Kilde: TopSpeed.com

Hvert kamera bruker en CMOS-sensor fra Samsung eller ON Semiconductor, finjustert for å fange mye lys og store kontraster. Samlet dekker de 360 grader rundt bilen og ser opptil 250 meter frem.

Bildene går rett til HW4-brikken som kan gjøre opptil 122 trillioner operasjoner per sekund, kalt TOPS. Det står for «Tera operations per second», og er en måleenhet for hvor mange små matteoperasjoner chippen klarer i sekundet. Først rydder den bort støy og ser etter mønstre, som biler, fotgjengere, syklist, kantstein, veimarkeringer og trafikklys. Deretter bruker den en stor «kart» av vektorlinjer til å forstå avstander, fart og bevegelsesretning. Kort sagt tegner den en 3D-modell av verden rundt bilen.

Når flere kameraer fanger det samme objektet, vektet systemet dem etter klarhet og vinkel. Er frontkameraet blendet av lav vintersol, kan sidekameraene få mer å si. Er venstre linse skitten, glir høyre linse og kameraet bak lenger opp i beslutningshierarkiet. Det skjer på under 50 millisekunder, raskere enn et menneske rekker å blunke.

Denne lynraske persepsjonen går rett over i planlegging. AI-modellen, trent på milliarder av kilometer, regner ut sannsynlige baner for alt som beveger seg. Fra en bil som nøler i filskiftet eller en fotgjenger som ser ut til å ville krysse. Deretter velger den den tryggeste og mest effektive ruten, oversetter beslutningen til styring, gass og brems og sender kommandoene til bilens aktuatorer.

HW4 har nesten 3x, altså tre ganger, så stor beregningskraft som forgjengeren HW3 og bruker samtidig mindre strøm. Den ekstra kraften gjør det mulig å kjøre større nevralt nettverk og å utnytte de lysfølsomme kameraene fullt ut. Resultatet er lavere latens, mer presise beslutninger og bedre sikkerhetsmarginer i krevende forhold.

Skulle kameraene gi motstridende signaler i dag, for eksempel at den ene ser en hindring, et annet gjør ikke, lener systemet seg på prediktive modeller. Det betyr at modeller beregner hva som sannsynligvis er sant basert på historiske data og velger den konservative løsningen. Som oftest er det å bremse og være ekstra varsom. Om flere linser blir blinde på én gang, for eksempel i tett tåke, kobler bilen FSD fra og ber deg ta rattet. Slik lever kamerabasert autonomi med sine styrker og svakheter.

Men hvordan påvirker vær og vind kameraene og hva kan være noen løsninger på de utfordringene som gjenstår?

Utfordringer og løsninger

- **Sollys**
 - Løsning: HDR-sensorer, AI-kompensasjon, polariserte linser
- **Dårlig lys på nattestid**
 - Løsning: Lysfølsomme CMOS-sensorer, AI-forsterkning, veimerking
- **Snø som blokkerer linsene**
 - Løsning: Oppvarmede kameraer, AI-redundans, manuell rengjøring
- **Kondens**
 - Løsning: Oppvarmede linser, forseglede enheter, AI-kompensasjon
- **Tåke: Begrenset sikt**
 - Løsning: AI-prediksjon, konservative beslutninger, forbedrede sensorer



2x2-matrise:

Lav kompleksitet er klart vær, dag/natt og høy kompleksitet er typisk snø, regn, tåke.

Utfordringer vs. løsninger for FSD-kameraer

Y-Aksen: Teknologisk robusthet

	Høy	Lav
Høy	Tåke, solblending Utfordring: Redusert synlighet, potensielle krasj. Løsning: AI-prediksjon, konservative beslutninger. Eksempel: FSD sliter i tett tåke.	Klart vær Utfordring: Minimal, kameraer fungerer optimalt
Lav	Lett regn/snø Utfordring: Dråper/snø på linser. Løsning: Oppvarmede linser, viskere, AI-redundans.	Klare forhold Ingen vesentlige utfordringer her, da klare forhold krever mindre robusthet.

X-Aksen: Miljøkompleksitet

Forklaring av kvadrantene:

Høy robusthet, Lav kompleksitet: Klart vær. Utfordring: Minimal, kameraer fungerer optimalt.

Løsning: HW4's HDR og AI håndterer sollys/mørke..

Lav robusthet, høy kompleksitet: Lett regn/snø. Utfordring: Dråper/snø på linser. Løsning:

Oppvarmede linser, viskere, AI-backup.

Lav robusthet, Lav kompleksitet: Ingen vesentlige utfordringer her, da klare forhold krever mindre robusthet.

Høy robusthet, Høy kompleksitet: Tåke, solblending. Utfordring: Redusert synlighet,

potensielle krasj. Løsning: AI-prediksjon, konservative beslutninger.

2.3 FSD vs LiDAR

Tesla sin tilnærming har vi nå vært gjennom. Den gir et øyeblikksbilde av trafikken der bilen avgjør gass, brems og rattvinkel på under et øyeblikk.

Fordelen er at kameraer er billige, lette og de ser akkurat det mennesker ser. Kombiner dette med nevralt nettverk som trener på tidligere situasjoner, så har man alle egenskapene til en menneskelig sjåfør, men fjerner risikoen for mobiltitting, uoppmerksomhet eller ruspåvirket kjøring.

Ulempen er den samme som når vi kjører. Dårlig sikt gir dårlig beslutningsgrunnlag. Kraftig regn, lav vintersol eller tett tåke kan gjøre bildene utydelige, og da kobler bilen ned til mer forsiktig modus eller ber sjåføren ta over.

Waymo (Google), Cruise, Pony.ai og flere andre bruker en helt annen strategi. På bilen fester man LiDAR. En slags roterende laserlykt som sender ut lyspulser kontinuerlig og måler hvor lang tid de bruker på å sprette tilbake. Slik tegner bilen et tredimensjonalt punktkart av omgivelsene ned på millimeteren. Kameraer og radarer legger på farger og fart i tillegg, og en kraftig datamaskin syr alt sammen til et digitalt trafikkbilde.

Laseren bryr seg lite om mørke og motlys, og bilen får et presist mål på avstand til alt den ser. Derfor har LiDAR-taxiene til Waymo allerede fått lov til å kjøre førerløst i flere amerikanske byer.

Baksiden er prisen og kompleksiteten. En komplett LiDAR-rigg kan koste mange titusenvise av dollar, veier mye og krever detaljert trening for hver gate den skal kjøre i. Skal teknologien skaleres til millioner av biler, må både kostnad og kartvedlikehold kraftig ned.

Hvem leder kappløpet?

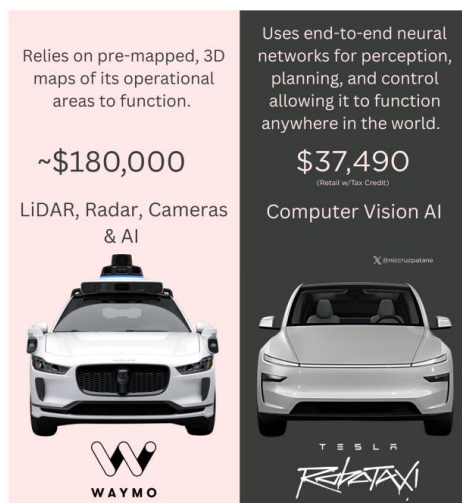
Postkort fra fremtiden

FSD og LIDAR – Side om side, helt til en skalerer

Tesla ruller ut kamerabaserte biler i høyt tempo, til en tilleggskostnad som ligger rundt prisen på en ny smarttelefon. Systemet lærer kontinuerlig av virkelige kjøreturer, men må fortsatt bevise at det takler alle værtilfeller uten ekstra sensorer.

Aktørene med LiDAR har allerede vist full autonomi i avgrensede områder, men bilenes enhetskostnad og behovet for oppdaterte laserkart gjør at teknologien først lønner seg i dedikerte robotaxi-flåter der bilene går i skytteltrafikk dagen lang.

Det mest sannsynlige er at de to løsningene lever side om side en god stund. Først når kameraene ikke lar seg blende av tåke, eller LiDAR faller dramatisk i pris, vil den ene dominere. Så det er fremdeles plass til begge på veien mot den førerløse framtiden. Men det blir nok en som vinner litt mer enn den andre. Time will tell



DNB Asset Management

Marketing material dedicated to professional investors only. DNB Asset Management AS (Norway) and DNB Asset Management S.A. (Luxembourg). Webpage: <https://dnbam.com/en>

2x2-matrise:

Matrisen sammenligner miljørobusthet og kostnad for FSD og LiDAR-systemer i 2025.

Tesla FSD vs. LIDAR-systemer

		Høy	Lav
Y-Aksen: Kostnader	Høy	LIDAR-systemer (Waymo) Hva de ser: 3D-punktsky, presise avstander., Beslutninger: Sensorfusjon, NVIDIA Orin/Thor., Miljø: Robust i sollys, mørke, snø, regn, tåke.	Ikke relevant i 2025 Ingen aktører her, da lav robusthet gir lavere kostnader
	Lav	Tesla FSD (HW4) Hva de ser: Visuelle mønstre, AI-tolket., Beslutninger: End-to-end AI, HW4., Miljø: Sårbar i tåke, solblending, kraftig regn., Stopper ved <4-5 kameraer., Fordel: Rimelig (~\$2 500), skalerbar	Det er her HW 1-2/3 var Ingen aktører her, da høy robusthet krever dyrere teknologi
		X-Aksen: Miljørobusthet	

2.4 Software

Tenk på programvaren, eller softwaren vi pleier å kalle det, som den digitale hjernen. Først puffer den rene lærebokregler: «Stopp hvis noe står fem meter foran.» Etter hvert kaster den pensum og begynner å lære av erfaring.

På 1980-tallet rullet Carnegie Mellons første Navlab-kjøretøy rundt på campus med et par enkle sensorer og et program fullt av «hvis-så»-regler. Systemet virket så lenge alt skjedde akkurat som utviklerne hadde forutsett.

På 2000-tallet kom DARPA Grand Challenge og tvang deltakerne til å slippe reglene og gi bilen evnen til å gjette selv. Maskinlæring dukket opp. Algoritmer som kunne flette sammen laser, radar og kameraer til et slags sannsynlighetskart over verden. Stanford-bilen «Junior» klarte faktisk å kjøre gjennom kryss uten menneskehjelp, men trengte fortsatt svært detaljerte kart for å føle seg trygg.

Det virkelige skiftet kom da deep learning for alvor slo igjennom rundt 2015. Google (Waymo) og Tesla lot store nevrale nettverk sluke millioner av bilde og videodata. Plutselig kjente bilen igjen fotgjengere, sykler og trafikkskilt omtrent like godt som mennesker.

I dag er den dominerende trenden *end-to-end-AI*: samme modell som ser, planlegger og bestemmer gass, brems og ratt. Tesla trener disse modellene på compute med videomateriale tilsvarende hundrevis av år bak rattet. Waymo går en annen vei med laser og kart, men også der er kunstig intelligens limet som holder alt sammen.

Mens personbiler må kunne håndtere kryss, fotgjengere og syklist, handler det meste for en selvkjørende lastebil om å holde seg midt i motorveien, spare diesel og planlegge lenger frem, men gjøre myke bevegelser. Derfor kan lastebil-software ofte trenes raskere. Færre variabler, renere datasett. Samtidig veier kjøretøyet førti tonn, så sikkerheten er førsteprioritet når farten er såpass høy.

Det fine med denne digitale førerhjernen er at den ikke er bundet til en bil. De samme grunnprinsippene flytter nå inn i andre bransjer:

- **Logistikk** Amazon-roboter suser rundt på lagergulv og finner riktig hylle uten å krasje i kolleger.
- **Landbruk** Selvgående traktorer finner presist spor mellom potetrader og legger gjødsel akkurat der jorden trenger det.
- **Helse** Kirurgiske roboter fusjonerer kamera og sensorer for mikroskopisk nøyaktighet.
- **Luftfart** Droner fra Zipline navigerer terrenget for å slippe medisiner på landsbyklinikker.
- **Smartere byer** Trafikklys, busser og personbiler kan dele bevegelsesdata i sanntid og redusere både kø og utslipp.

Postcards From The Future

Selvkjørende softwarearkitektur personbiler vs lastebiler

	Hva gjør det?	Personbil	Lastebil
Persepsjon	Smelter kamera/LiDAR/radar + HD-kart til 3D-bilde	Ser fotgjengere, sykler, komplekse kryss	Lang rekkevidde (-500 m) for store objekter
Beslutning	Planlegger rute, forutsier andre trafikanter	Rask, fleksibel i tett trafikk	Jevn fart, diesel- og last-optimalisering
Kontroll	Styrer, gasser, bremses (PID + redundans)	Finmotorikk i trange gater	Stabilitet for 40 t totalvekt

2x2-matrise:

I denne matrisen sammenligner vi miljø og programvarekompleksitet for selvkjørende biler og lastebiler i 2025.

[Postcards From The Future](#)

Programvare for biler vs. lastebiler

		By (ustrukturerte)	Landvei (strukturerte)
Y-Axis: Programvarekompleksitet	Lav	Grunnleggende programvare for biler i byer. Enkel, men begrenset til delvis autonomi.	Grunnleggende programvare for lastebiler på motorveier. Enklere pga. forutsigbare miljøer.
	Høy	Avansert programvare for biler i byer. Robust, men kompleks og kostbar	Avansert programvare for lastebiler på motorveier. Effektiv, men begrenset til spesifikke bruksområder
		X-Axis: Kompliserte omgivelser	

2.4.1 Trening og forbedring

Hvor mye trening trengs for å få en bil til å kjøre selv?

Waymo ligger nå på omtrent 22 millioner miles med data innsamlet. Det gir nøyaktige eksempler på sjeldne hendelser, men datagrunnlaget fra virkeligheten er fortsatt begrenset av en liten flåte.

Sammenlikning Tesla, Waymo, Uber, Lyft

	Tesla	Waymo	Uber	Lyft
Car Manufacturing Capability	Yes	No	No	No
Self-Operated Platform	Yes	Yes	Yes	Yes
Customer Subscription	Available	Available	Available	Available
Data Collected (since launched)	3 billion miles	22 million miles	N/A	N/A
Insurance	Self-Insured	Third Party	Third Party	Third Party
Current Fleet Size	0	~1,500	N/A	N/A
Future Fleet Size BY 2026	35,000	~2,000	N/A	N/A
Source: Company Filings, Bloomberg Intelligence				Bloomberg Intelligence BI

Tesla derimot har passert rundt 3 milliarder FSD-miles innsamlet fra biler som kundene kjører rundt. Mengden og variasjonen er imponerende. Med veksttakten som Tesla har nå, samles hele Waymo sitt totale datagrunnlag inn i løpet av kun 7-10 dager.

Waymo trener i Googles datasentre og kjører ute på kombinasjoner av NVIDIA Orin og egne ASICs. Hardwaren takler laser, radar og kamera samtidig men koster i vekt, plass og strøm. Tesla bruker infrastruktur fra Nvidia og AMD med in house chips som AI4/5 og snart 6, og kjører på HW4.

Når det kommer til edge-software kjører både Waymo og Tesla en «read-only» modell. Da er softwaren skrivebeskyttet og kan ikke bli manipulert. Waymo har en pakke som bare oppdateres etter grundig testing. Dette krever fortsatt en kraftig datamaskin. Tesla samler alt på en brikke. Nye oppdateringer sendes ut OTA nesten hver måned.

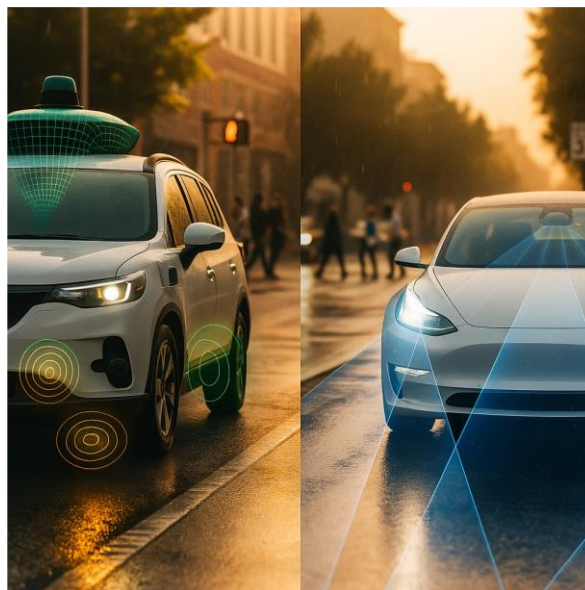
Hvordan håndterer de konflikter i input?

Waymo

- LiDAR tegner et millimeternøyaktig 3D-kart. Kameraene beskriver farger og skilt, radar fanger fart og ultralyd tar nærdetaljene. Alt flettes sammen i et «sensorfusjon»-program som minner om et avansert regneark der hver rad må stemme før beslutningen signeres
- Er LiDAR usikker får radar og kamera større stemmevekt. Er det solglimt i kameraene, får LiDAR prioritering. Resultatet styres alltid av et «sikkerhetsfilter» som heller bremses litt for mye enn litt for lite.
- Robust i nesten alle værtyper og full av innebygget reserve, men teknologien er stor, dyr og krever kraftige datamaskiner som må kjøles i bagasjerommet

Tesla

- Åtte kameraer ser. Ingen laser, ingen radar, bare piksler. En kjempestor nevrallmodell på HW4-brikken gjør lynraske «flertalls-avstemninger» hvis vinklene er uenige
- Kommer et kamera ut av fokus av regn eller sol, spør systemet de andre linsene hva de ser, og fyller hullene med sannsynlighetsberegning: «Bil sist sett her = sannsynlig fortsatt der». Får det ikke et troverdig svar, velger det det tryggeste - sakker ned eller stanser.
- Rimelig å bygge, lett å oppdatere over nettet og enkelt å masseprodusere. Ulempen er sårbarhet i ekstremtåke, snøfokk eller hvis flere kameraer skjermes på én gang



2x2-matrise:

Trening og konflikthåndtering - Waymo vs. Tesla FSD

		Høy	Lav
Y-Axis: Sensoravhengighet	Kun vision	Tesla's visjon-baserte tilnærming er kompleks, men skalerbar pga. store datamengder.	Tidlig Tesla hadde enklere trening, men var begrenset til delvis autonomi.
	Mange sensorer	Waymo's komplekse trening og sensorfusjon gir robusthet, men krever høy compute kraft.	Ikke relevant, da flere sensorer alltid krever kompleks trening
		X-Axis: Treningskompleksitet	

Matrisen sammenligner treningskompleksitet og sensoravhengighet for Waymo og Tesla.

Waymo og Tesla FSD trener og oppgraderer softwaren på svært ulike måter. Waymo bruker sensorfusjon, simuleringer, og reinforcement learning, med kjørte kilometer og kraftige

NVIDIA-halvleder for edge-prosessering. Tesla satser på «end-to-end» nevrale nettverk, trent på all data innsamlet. Waymo håndterer sensor-konflikter ved å prioritere LIDAR og bruke backup, mens Tesla løser konflikter med stemmegivning mellom kameraer og prediktiv AI. Kjørte kilometer er kritiske for begge, men Tesla sin store flåte gir en fordel i datamengde og skalering.

2.4.2 Cloud og cybersecurity

Teknologien skjer bak kulissene i datasentrene som mater dem med regnekraft, og i de usynlige sikkerhetslagene som holder hackere ute. Skyplattformene til Amazon, Google og Microsoft fungerer som et motorrom. Når Waymo laster opp flere petabyte med LiDAR-punktdata fra San Francisco-trafikken, spinner tusenvis av TPU-brikker opp i løpet av sekunder, gjør jobben sin og skruer seg rolig ned igjen. Tesla, som nylig har lagt ned Dojo-prosjektet og i stedet satser på eksterne partnere som Nvidia samt sine egne AI5- og AI6-brikker, håndterer nå for eksempel videoer fra Model Y-sjåfører i Bergen. Disse dataene overføres på bare noen minutter til serverracks i Irland og bidrar til å utvikle neste versjon av FSD-programvaren. Uten denne fleksible og skalerbare infrastrukturen ville det vært umulig å håndtere de enorme datamengdene som kreves for å perfektionere selvkjørende teknologi.

Samtidig rusler det en digital «sikkerhetsvakt» ved siden av hver eneste pakke av nuller og enere. Kjerneprosessorene i autonome enheter har innebygde TPM-brikker som nekter å kjøre kode med feil signatur. Dataoverføringen mellom biler og sky er pakket inn i en «null tillits»-modell. Ingen data får gå gjennom uten å legitimere seg på nytt, og skulle et driftsmønster plutselig avvike fra normalen, smekker moderne SIEM-systemene lokket igjen før en angriper rekker å gjøre skade. For brukeren merkes alt dette bare som et varsel i skjermen om en oppdatering som laster ned «i bakgrunnen».

Når en autonom enhet beveger seg på veien eller i luften, kan den ikke stole på en ekstern «hjerne» for hver bremsebevegelse eller sving. En kompakt, skrivebeskyttet versjon av den nyeste modellen kjører derfor lokalt (edge) og reagerer på millisekunder. Tyngre oppgaver, som å justere rutevalg ved uvær som stenger fjellpass, sendes til skyen når det er trygt. Neste gang flåten er i drift, har alle enhetene lært av den ene enhetens erfaring.

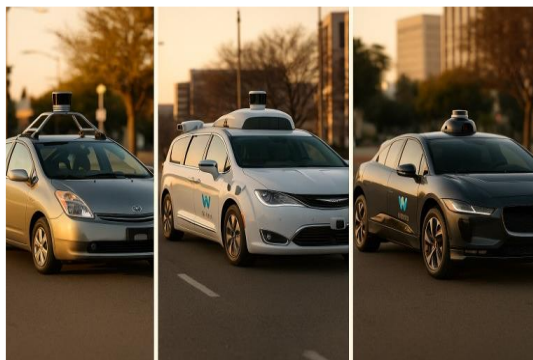
2.5 Hardware

Vi har allerede forklart og vist med eksempler hva som skiller Tesla og Waymo. Det finnes åpenbart store forskjeller på hardware-siden, og i dette kapittelet går vi kort gjennom hvordan tilnærmingen til begge selskapene har utviklet seg gjennom de siste årene.

Postcards From The Future

Waymo sin hardware gjennom historien

- **2009–2015:** De klassiske Prius-prototypene var de reneste show-bilene du kunne tenke deg: roof-rack med Velodyne-LIDAR til 50–70.000 dollar stykket, radar i grillen og kameraer overalt. Slik kunne bilen tegne et laserskåret tredimensjonalt kart av hele gata mens den trillet i 40 km/t rundt Googles campus.
- **2016–2020:** Kostnadene måtte ned hvis robotaxien skulle bli mer enn en forskningsdemo. Waymo bygde derfor sine egne «Laser Bear»-LIDAR-er, krympet datamaskinene og satte alt sammen i Chrysler-minibusser. Prislappen sank til et sted rundt 50.000 dollar per bil, men backupen ble beholdt.
- **Gen-6-tiden (2021–2025):** I dag ruller elektriske Jaguar I-PACE med Waymos sjettede maskinvaregenerasjon i San Francisco. LIDAR-hodet er mindre, kameraene færre (men bedre), og én kraftig NVIDIA-Orin erstatter et helt lite serverrack. Resultatet: robusthet nok til sol, regn og tett tåke, men fortsatt med en prislapp som minner mer om en luksus-SUV enn om budrunden på en vanlig familiebil.



Postcards From The Future

Tesla sin hardware gjennom historien

- **Autopilot 1.0 (2014–2016):** Første steg var Mobileye-kamera, én radar og noen ultralydfølere. Systemet holdt deg i filen på motorvei, men krevde hendene på rattet.
- **In-house hjerne (2017–2020):** Da Tesla kastet Mobileye ut og bygde HW3-brikken selv, økte bilene kameraantallet til åtte og lærte straks mer. Visjonen var klar: droppe dyrt ekstratillegg, doble ned på AI.
- **2021–2025:** Radar ble fjernet i 2021, ultralyd i 2022. HW4-brikken (2023) leverer nå rundt 400 TOPS nede på størrelse med et nettbrett, og Cybercab-prototypen som skal settes i produksjon i 2026 har ikke engang et ratt, sidespeil eller pedaler.



To filosofier og to prislapper

- **2020:** Waymo-riggen befant seg i 50–75.000 dollar-klassen, mens Teslas hardware-pakke kostet under 5.000.
- **2025:** Gen-6 har dratt Waymo ned rundt 15–30.000 dollar; Tesla ligger på 2.500–3.000.
- **2030 (gjett):** LIDAR-volum og enklere design kan presse Waymo ned mot 5–10.000 dollar, mens Tesla sikter på 1.500–2.000.

Hvis vi skal ta en analogi fra film eller mediebransjen så er Waymo som et svært filmcrew med tunge kameraer, lysrigger og et helt team som dobbeltsjekker alt. Resultatet er skarpt uansett vær og lys, men utstyret er dyrt og krever mye logistikk.

Tesla er som en mobil med rå videoredigering, mindre rigg, mye smart software. Billig å produsere. Poenget er at begge blir bedre og billigere over tid, men «mobilen» ligger an til å vinne massemarkedet fordi den er enklere å bygge ut i stor skala.

2x2-matrise: Waymo vs. Tesla FSD

Her sammenligner vi kostnad og teknologikompleksitet mellom de to tilnærmingene i dag.

Postcards From The Future

Hardware: Waymo vs. Tesla FSD

		Høy	Lav
		Y-Axis: Teknologikompleksitet	
	Lav	Tidlig Waymo var dyrt og upraktisk, en historisk fase	Teslas nåværende løsning er billig og enkel, men risikabel pga. visjon-basert tilnærming.
	Høy	Waymos nåværende løsning er kompleks og dyr, men svært robust	Waymos fremtidige løsning (2030) kan bli billigere, men beholder kompleksitet pga. LIDAR.
		X-Axis: Kostnader	

2.6 NVIDIA sin rolle

I det øyeblikket bilbransjen skjønnte at selvkjøring handler mer om datakraft enn om hestekrefter, ble NVIDIA en naturlig leverandør. Selskapet har bygget et økosystem der alt henger sammen. De kraftige Orin- og Thor-brikkene som bearbeider rå data i sanntid, operativsystemet DRIVE OS som sørger for at kameraer, LiDAR, bremses og ratt spiller på lag, og DRIVE Sim, en virtuell testbane som lar ingeniørene kjøre milliarder av digitale kilometer før bilen ruller ut på veien. Resultatet er at nesten alle som satser på avansert autonomi i dag, fra Mercedes-Benz og Volvo til Toyota, Hyundai, Zeekr og Waymo, bygger rundt NVIDIA-stacken.

Utviklingen har gått fort. De første chipene dukket opp i Teslaer for kun 10 år siden, men selskapet valgte siden å gå solo med egne brikker og treningsklyngen Dojo for å skvise hvert eneste millisekund ut av sitt kamerasystem. Resten av bransjen holdt seg til NVIDIA. Med lanseringen av Orin i 2022 ble beregningskraften som tidligere krevde en hel rack presset ned på ett kretskort, og Waymo byttet ut en stor del av sin eldre CPU-baserte klynge. Nå står Thor for tur, en system-on-Chip (SoC) som er kraftig nok til å kjøre både selvkjøringen, infosystemet og 5G-gatewayen på samme brikke. Altså hele «hjernen» i bilen.

Grunnen til at produsentene flokker seg rundt NVIDIA er todelt. For det første kutter en komplett leverandør tiden fra idé til godkjent bil dramatisk. DRIVE Sim gjør det mulig å verifisere nye programversjoner virtuelt i nattens løp, mens DRIVE OS tar hånd om det omfattende sikkerhets- og oppgraderingsregimet myndighetene krever. For det andre kan den samme hardwaren skaleres. En rimelig bil kan leveres med én Orin og nivå-2-selvkjøring, mens en robotaxi i San Francisco kan få to eller tre brikker i parallell og kunne teknisk levere nivå 4 uten at arkitekturen må re-designes.

Alle de nevnte selskapene samler seg rundt NVIDIA fordi tjenestene og produktene allerede tilfredsstiller kravene til databehandling, cybersikkerhet og kontinuerlige OTA-oppdateringer som kommer til å bli lovpålagt i både USA og EU. Hvem som har valgt riktig tilnærming dog, får vi svaret på når flåtene nå skal skalere fra titalls til millioner.

Under panseret på de fleste selvkjørende bilene i 2025, finner man som regel et stempel fra NVIDIA et sted i kretskortjungelen. Både etablerte og ferske elbil-start-ups velger DRIVE Hyperion som basis for sine autonome planer. NVIDIA er med andre ord kjernen til økosystemet rund selvkjøring og robotics.

På bilprodusent-siden begynner spekteret med Toyota, som allerede tester neste generasjons robotaxier på Thor-brikken og sikter mot nivå 4 i produksjonsbiler fra 2026. Mercedes-Benz bruker den samme plattformen til å løfte S-klassen sin og EQS fra «komfortabel sjåførhjelp» til sertifisert nivå 3 på tyske motorveier. I Sverige har Volvo valgt Orin for sin EX90 og varsler gradvis oppgradering mot full autonomi. Hyundai samarbeider med Waymo for å rulle ut elektriske minibusser i USA, mens Geely-datterselskapet Zeekr og Kinesiske NIO, Li Auto, Xpeng og BYD bygger egne flåter rundt Orin eller tester Thor i lukkede piloter.

For å levere all denne kapasiteten man ha en solid bakside av kretskortet. Selve silisiumet lages hos TSMC i 5- og 7-nanometers prosess, mens Samsung leverer minne (HBM) som sørger for at LiDAR-punktdata og kamerabilder flyter uhindret inn i GPU-kjernene. Bosch, Continental, Aptiv og Valeo bidrar med radarer, ultralyd, termisk styring og andre sensorer som kobles rett inn i Hyperion-plattformen. Resultatet er en ferdig «hjerne og sansepakke» bilprodusentene kan skru inn i alle slags type biler.

Det å satse på NVIDIA kommer med åpenbare fordeler. Men det har og sin pris. Orin-kortene og Thor-modulene er langt fra gratis. Waymo anslår hardwarekostnaden sin til fremdeles å ligge rundt 15-30.000 dollar per bil, selv etter flere runder med kostnadskutt. Å binde seg til én leverandør av både brikke, operativsystem og sim-miljø kan skape avhengighet som gjør det vanskelig å hoppe av senere.

En ting er i hvert fall sikkert, det er lite som tyder på at NVIDIA mister grepet i AI-infrastrukturen med det første.

2x2-matrise:

Matrisen sammenligner NVIDIA-avhengighet og autonomnivå for Waymo og Tesla i 2025.

NVIDIA-avhengighet og autonominivå

		Delvis	Full
Y-Akse: NVIDIA-avhengighet	Høy	Mercedes, Volvo NVIDIA Orin + DRIVE OS for ADAS	Waymo NVIDIA Orin, DRIVE Sim, DRIVE OS for robotaxier
	Lav	Tidlig Tesla (2014–2018) NVIDIA GPU-er for HW1/HW2	Tesla FSD (nå) Inngått samarbeid på chips med NVIDIA, AMD, Samsung + HW4
		X-Akse: Autonomi	

2.7 Sammenlikning Tesla, NVIDIA og Google

Google, NVIDIA og Tesla har unike kjernekompetanser for å flytte noe fra A til B. Waymo utmerker seg som robust for komplekse miljøer med overflod av sensorer, NVIDIA leverer skalerbare AI-plattformer, og Tesla fokuserer på kostnadseffektiv autonomi med kamera og AI. Deres teknologi kan brukes i logistikk, landbruk, luftfart, industri og smarte byer, og vi avslutter selvfølgelig med 2x2-matrisen vår av use cases.

Sammenlikning mellom Google, NVIDIA og Tesla

- NVIDIA**
 - Styrke:** Skalerbar teknologi som passer alt fra nivå 2 til nivå 5, og en sim-motor som kutter testtidene drastisk
 - Svakhet:** Kostbare brikker og en kundeavhengighet som enkelte bilprodusenter kvier seg for
- Tesla**
 - Styrke :** Lave hardware-kostnader kombinert med verdens største rullende treningsdatasett
 - Svakhet:** Kameraavhengigheten krever perfekte bilder; tett tåke eller snø kan fremdeles sende FSD i nødmodus
- Waymo**
 - Styrke:** Høy toleranse for uvær, dårlig sikt og uventede hendelser
 - Svakhet:** Maskinvarekomplekset er dyrt å masseprodusere, noe som forsinket utbredelsen utenfor USA



2x2-matrise:

Her sammenligner vi kompleksitet og miljø for bruken av Waymo, NVIDIA og Tesla sin kjernekompetanse.

Postcards From The Future

Kompleksitet og miljø

		Strukturert	Ustrukturert
Y-Akse: Kompleksitet	Enkel	Varehusroboter Waymo: overkill, men robust NVIDIA: Jetson & DRIVE Sim ideelle Tesla: rimelig, men mindre presis	Leveringsdroner Waymo: tungt med LIDAR, men mulig for store droner NVIDIA: Jetson ideell for lette droner Tesla: rimelig, men krever robust AI
	Kompleks	Smart by-shuttle Waymo: bra for travle, strukturerte miljøer NVIDIA: DRIVE Hyperion støtter flåter. Tesla: kan tilpasses, men utfordringer i omfattende miljøer	Leveringsbiler/landbruk Waymo: best i komplekse, ustrukturerte miljøer NVIDIA: støtter OEM-er med DRIVE Hyperion. Tesla: kostnadseffektiv, men sårbar
		X-Akse: Miljø	

3.0 Robotaxi

3.1 Etikk

Selvkjørende biler er en del av den digitale verden som tar fysiske beslutninger og valg ute i den virkelige verden. Ofte er valgene enkle som å svinge til venstre eller å stoppe på rødt lys. Men ikke alltid. Hva hvis en selvkjørende bil står overfor en situasjon der den enten kan treffe en gruppe fotgjengere eller svinge unna og kolliderer med en mur, noe som vil skade eller drepe passasjerer. Dette er et etisk dilemma som noen må programmere og være transparente på. Etske dilemmaer er situasjoner der en person eller en selvkjørende bil står overfor et valg mellom to eller flere handlinger. Uansett hva de velger vil valget bryte med en eller flere etiske prinsipper eller verdier. Det finnes ingen åpenbart riktig valg og løsning.

Selvkjørende biler vil operere i et handlingsrom der de må balansere sikkerhet, rettferdighet og ansvar. Prioritering av liv i nødssituasjoner som vi nevnte i sted er inspirert av «trolley-

problemet». Skal den selvkjørende bilen treffe en gruppe fotgjengere eller kollidere i en mur. Skal bilen prioritere passasjerenes liv eller fotgjengernes? Dette dilemmaet tvinger frem spørsmål om hvordan liv skal vektes og hvem som har rett til å overleve.

La oss anta at gjennomsnittsalderen til de tre fotgjengeren var 98 år, og i den selvkjørende bilen sett det et tvillingpar på 8 år. Hvis en bil må velge hvem den skal skade, skal den ta hensyn til faktorer som alder eller sosial status? Skal den redde et barn fremfor en eldre person? Et nærliggende spørsmål er om den skal prioritere en lege fremfor en kriminell? Dette er alle valg som utfordrer prinsippet om lik verdi for alle menneskeliv og alle løsninger vil føre til at noen anklages om diskriminering.

Hvis man programmerer den selvkjørende bilen til å ofre passasjerer for å redde flere liv utenfor bilen skapes et paradoks. Hvis bilene prioriterer det, kan resultatet bli lavere villighet til å kjøpe bilen, siden ingen ønsker en bil som kan velge å skade dem.

Det finnes også situasjoner med begrensede ressurser. I situasjoner med køer eller veiarbeid kan spørsmålet om hvem som får prioritet oppstå. Skal den følge en nøytral førstemann til mølla-regel, eller gi til særbehandling for ambulanser eller kollektivtransport?

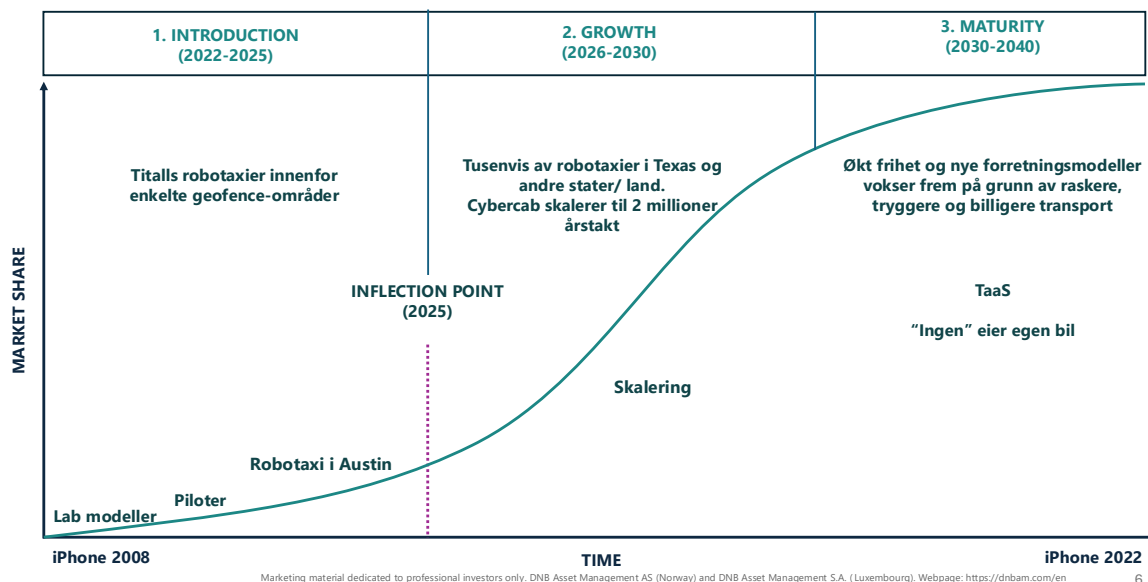
Når en selvkjørende bil er involvert i en ulykke, hvem bærer ansvaret? Er det produsenten, programmereren, eieren eller bilen selv? Dette dilemmaet blander etikk og jus, og utfordrer hvordan vi tilskriver skyld i en verden med autonome maskiner. Akkurat dette dilemmaet er mer håndterbart enn de andre. Produsenten ser ut til å ta det ansvaret der problemstillingen er aktualisert.

Vi har fulgt denne debatten noen år, og noen ganger slår det oss at mange er mer opptatt av disse viktige dilemmaene enn at mellom 80-90% av alle trafikkulykker i USA oppstår på grunn av menneskelige feil. Antall drepte og hardt skadde i trafikken kan telles i flere titusener. Hvert år. Det vil være trafikkulykker også med selvkjørende biler, og noen av disse dilemmaene vil helt sikkert bli aktualisert. Men omfanget og konsekvensene av trafikkulykker for samfunnet og berørte individer vil falle drastisk når selvkjørende biler entrer veiene våre i store kvantum. Vi har diskutert etikk ytterligere i Disruptive Perspektivnotater om «Fysiske Agenter».

3.2 Utrullingsstrategi for FSD og Robotaxi

Austin skal fungere som læringsarena og statement før konseptet rulles ut i hele Texas og deretter resten av verden.

Robotaxi illustrert gjennom S-kurven



Pilot: Juni 2025 – desember 2025

Oppstarten er bevisst liten, mellom 10 og 20 Model Y kjører i et avgrenset område fra fabrikken øst for byen til flyplassen og noen roligere forsteder.. Alle kilometere logges, feil rettes i OTA oppdateringer, og trafikketaten i Austin får løpende innsikt i statistikken.

Texas har ingen særskilt lisens for biler uten sjåfør. Myndighetene vil likevel vite nøyaktig hvor bilene kjører, hvordan de håndterer nødetater og hva som skjer hvis systemet mister synet. Derfor starter Tesla i kjente gater og innenfor et mindre område. Hovedmålet er å demonstrere sikker drift og bygge politisk tillit.

Skalering: 2026 – midten av 2027

Så snart den første fasen viser lav feilrate skurrer Tesla opp tempoet. Flåten i Austin vokser raskt til et firesifret antall biler, geofencen utvides, og tjenesten åpnes i Tesla-appen for alle som vil.

Midt i denne fasen kommer Cybercab. Denne halverer både innkjøps- og driftskostnader sammenlignet med Model Y, noe som gjør forretningsmodellen mer robust hvis konkurransen øker.

Politisk handler vekstfasen om å kopiere Austin-oppskriften til andre byer i Texas. Houston og Dallas har lignende regelverk og stort kundegrunnlag, men mer krevende trafikk mønstre.

Modning: *Fra sommeren 2027*

Innen slutten av 2027 er Robotaxi like vanlig i Austin som el-sparkesykkel. Kurven flater ut av rent demografiske grunner. Markedet akkurat her er nå mettet, og nye biler flyttes videre til Las Vegas, Phoenix eller Miami.

Fokuset skifter til driftseffektivitet: hurtigbytte av dekk, døgkontinuerlig induktiv lading og stadig smartere rutealgoritmer som fyller bilene i begge retninger av pendlerstrømmen. Erfaringene brukes som standardpakke når Tesla forhandler med DMV i California, trafikksikkerhetsmyndigheter i EU og transportdepartementet i Kina.

Veien videre

Kina: Testing i Shanghai. Lokalt datasenter sørger for at kjøredata ikke krysser grensene.

EU: Starte i Nederland, Sveits og Tyskland. Tesla bruker dataen fra Austin for å vise sammenlignbar sikkerhet.

Australia og Mexico: Mulige tidlige kandidater på grunn av gunstig regelverk og enkel logistikk.

3.3 Kan markedet øke med 25-gangeren?

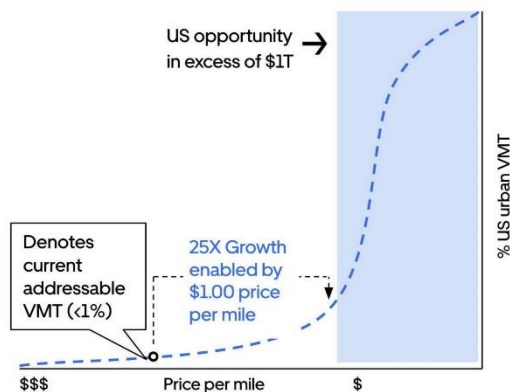
I 2022 arrangerte Uber en investordag hvor det var spesielt en foil vi bemerket oss. Denne tar for seg hvordan markedet for autonome biler er veldig sensitivt for prisreduksjoner. De påstår

at TAM (Total Addresserbart Marked) vil kunne vokse 25x dersom prisen per mile (1 mile=1,6km) faller til 1 dollar.

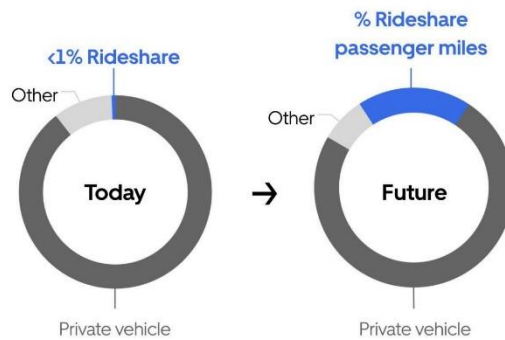
Mobility | Deepen → Expand → Scale → Develop → [Lead the transition to electric & autonomous vehicles](#)

Autonomous vehicles will lead to significant expansion of TAM

Distribution of US urban vehicle miles travelled



AVs have the potential to improve safety, increase service quality, and unlock new use cases



Through reduced price/mile, AVs will offer a viable alternative to private car ownership

Kilde: Uber investor day 2022

Tre år senere står påstanden sterkere. Siden sommeren 2025 har Teslas robotaxier kjørt uten sjåfør i et voksende geofence-område, og prisbildet er i ferd med å lande. En 18 kilometer lang tur i slutten av juli kostet 13,70 dollar, rett over 1 dollar pr. mile, og fortsatt billigere enn samme strekning i en tradisjonell Uber. Tesla har allerede presset markedet mot den magiske dollaren.

Hvor mye kan markedet faktisk blåses opp?

- **Kort sikt (nå – 2030)**

Selv med Teslas prisfall er det langt igjen til et landsdekkende nett av billige robotaxier. Juridisk lappeteppe, uhell som får overskrifter, og ren produksjonskapasitet er utfordringer. En 5 til 10 dobbel økning i adresserbare kilometre er mer realistisk enn Ubers 25x.

- **Middels sikt (2030 – 2040)**

Etter hvert som flere byer tillater førerløse biler, og aktører som Waymo og Tesla finjusterer modellene sine, begynner regnestykket å ligne Ubers slide. Faller marginalkostnaden til under én dollar, slik Tesla allerede antyder, kan privat

bileierskap i byområder miste økonomisk fotfeste. Da er en 25x-effekt ikke lenger utopi, men avhengig av at:

- myndighetene gir grønt lys i de store delstatene
- flåteselskapene beviser ulykkestall som slår menneskelige sjåførere
- prisgapet mot kollektivtrafikk ikke blir for stort

• Lang sikt (etter 2040)

Når regulering, teknologi og vaner har tatt sine naturlige snublesteg, kan førerløs transport bli standard i tettbygde strøk. På det tidspunktet omfatter «ride-tjeneste» alt fra skolependling til varelevering, og volumet av betalende kilometre kan faktisk ligge 20–30x over dagens nivå.

Ubers 25X-kurve er ikke kun fantasi. Austin viser at prismålet er mulig. Men tempoet er mer maraton enn sprint. Får Tesla, Waymo og de andre presset kostnaden per mile stabilt ned mot 1 dollar og gjør det uten å miste regulatorer eller kunder underveis, kan markedet blåses opp enormt. Nyeste anslag og beregninger viser at prisen per mile er på 1,23 i dag i Austin med robotaxi-tjenesten. Nedenfor er en tabell som sammenlikner gjennomsnittspris for to ulike dager i juli og understreker den raske utviklingen man ikke trodde var mulig før nå.

DNB Disruptive Muligheter

Avgifter ved ulike distanser for Robotaxi-tjenesten i Austin

29. Juli 2025

Fee Paid	Distance	Base Fare	Mileage Fare	Per Mile Cost	Total per Mile Cost
2.10	0.90	0.75	1.35	1.50	2.33
2.39	0.90	0.75	1.64	1.82	2.66
3.41	1.60	0.75	2.66	1.66	2.13
3.39	1.60	0.75	2.64	1.65	2.12
5.30	3.00	0.75	4.55	1.52	1.77
6.16	2.80	0.75	5.41	1.93	2.20
7.94	5.30	0.75	7.19	1.36	1.50
11.64	7.90	0.75	11.85	1.50	1.59
12.04	9.00	0.75	11.29	1.25	1.34
		0.75		1.58	1.96

* Miles, american dollars

30. Juli 2025

Fee Paid	Distance	Base Fare	Mileage Fare	Per Mile Cost	Total per Mile Cost
5.51	4.51	1.00	4.51	1.00	1.22
5.01	4.01	1.00	4.01	1.00	1.25
3.12	2.12	1.00	2.12	1.00	1.47
5.36	4.36	1.00	4.36	1.00	1.23
6.06	5.06	1.00	5.06	1.00	1.20
6.62	5.62	1.00	5.62	1.00	1.18
4.22	3.22	1.00	3.22	1.00	1.31
4.04	3.04	1.00	3.04	1.00	1.33
8.91	7.91	1.00	7.91	1.00	1.13
9.07	8.07	1.00	8.07	1.00	1.20
8.91	7.91	1.00	7.91	1.00	1.13
		1.00		1.00	1.24

Kilde: @tslachan på X

4.0 Infrastruktur og endring av bybildet

4.1 Case: Oslo

Det finnes ingen empiri og data om fremtiden, sier vi ofte. Men vi analyserer og regner mye på fremtiden likevel. Det viktigste i slike analyser er å øke forståelsen for retningen og styrken i disruptjonene. Det er nettopp det vi skal gjøre nå. Vi forutsetter en introduksjon av cybercab i Oslo i juni 2027. Analyseenheten denne gangen er ikke cybercab, det er en forutsetning, men analysene er av mulige konsekvenser for økosystemet til bilen som blir disruptert av en cybercab-flåte.

Cybercab er en bil uten ratt, pedaler, girspak, speil og baksete. Den er designet for å kjøre to passasjer i urbane områder. Stort bagasjerom, trådløs ladning, automatisert robotvasking og støvsuging, og en ordmodell som prater med deg. I løpet av 2026 skal bilen masseproduseres med en årstakt opp mot 2 millioner biler i året, til en kost rundt 20.000 dollar, med kostnad per kilometer på rundt 3-5 kroner. Cybercab er lagd for disruptjon. Empirien vi har og forskning tyder på at selvkjørende biler kan redusere ulykkesraten betydelig, med estimer som viser mellom 70 og 80% færre kollisjoner (kilde: [Link](#)).

Hva skjer med øko-systemene rundt den private bilen i Oslo?

Cybercab vil redusere behovet for å eie og disponere en personlige biler i Oslo. I dag er 280.000 biler eid av Oslo-folket, og kan falle med 40-50.000 frem mot 2032. Nybil salget kan falle fra 20.000 og ned mot 15.000 i samme periode, og prisene på bruktbilmarkedet får en fallende bane på pris og omsetning. Etterspørselen og prisen på tradisjonell bilforsikring synker samtidig som forsikringsansvaret flyttes til Tesla. Finansieringsbehovet flyttes fra privatpersoner til Tesla og selskaper som opererer cybercab-flåter.

Oslo sine 200 bilverksteder kan oppleve 25% redusert inntekt innen 2032. Mellom 1.000 og 2.000 drosjesjåfører kan miste jobbene. Bensinstasjoner i Oslo kan oppleve 50 % redusert omsetning innen 2032 og kjøreskoler kan se en nedgang på 15% i etterspørsel.

Kollektivtransport kan miste 10% av passasjerene, estimert til 50 millioner færre reiser årlig.

Cybercab vil ikke bare flytte mennesker rundt. Også varer kan flytte seg rundt i cybercaben. Gjerne sammen med en humanoid robot. Posten Norge tar 199kr for levering samme dag i Oslo. Antar vi en cybercab-tjenesten for 5kr per kilometer er vi på 25 kr for en 5km levering. Matleveranser fra butikk og restaurant vil typisk få samme leveransekost. Bedre og billigere.

Det reduserte behovet for parkeringsplasser vil frigjøre land for boliger eller næringsbygg, samtidig som parkeringsgarasjer og gateparkering vil oppleve lavere utnyttelse.

Forstadsområder kan se prisøkninger på grunn av bedre tilgjengelighet og restauranter i byområder vil oppleve økt bruk fordi tilgjengeligheten blir bedre og billigere.

Blir det godkjent?

Vi følger jo EU. Og i mars 2025 ble det søkt om testing på norsk jord av software-løsningen. I Norge ble den såkalte «Nullvisjonen» vedtatt av Stortinget i 2001, og er et mål om null drepte eller hardt skadde i vegtrafikken. Trafikksikkerhetsarbeid i Norge har redusert antall drepte i 1970 hvor 560 personer gikk bort, til i underkant av 100 de siste årene. Nå står vi overfor disrupsjonen av trafikkulykker og et helt økosystem.

4.1.1 Hva gjør vi med garasjen?

La oss anta en verden der selvkjørende biler blir mange og billige. Kostnad og tilgjengelighet er ved siden av trygghet de viktigste valgene i forbrukeradferden som leder til en bestilling av taxier. Verdien av å eie har sannsynligvis en fallende sammenheng med kostnad, tilgjengelighet og trygghet.

Total cost of ownership av en snitt bil i Norge krever investeringer på 450.000 norske kroner, 15.000 i årlige faste kostnader og 25.000 i variable kostander. De kjører omtrent 15.000 kilometer i året og ruller på veien i 300 timer. Det vil si at den står stille 96% av tiden. Uansett hvordan man ser på bilen er det en betydelig investering med negativ økonomisk avkastning. Men alternativene har vært og er få i det øyeblikket man skal bevege seg ut av byen og ikke inn til byens sentrum. Det er her forutsetningen om rimelige selvkjørende biler for by og bygd kommer inn. Og i denne sammenhengen er det altså en forutsetning fordi vi vet ikke om det vil fungere.

Det finnes mange konsekvenser av hypotesen av at det private bileierskapet vil falle. En av dem er hva gjør vi med alle de private garasjene? Mange er allerede fylt opp med skrot og fungerer som et oppholdsrom før søppelet skal ofres til den store søppelguden. Men hva hvis det fantes noen som arbeider med langsiktig byplanlegging som koblet sammen behovet for flere boliger og de tomme garasjene. Samtidig som man la til rette for en slik transformasjon gjennom lett omregulering og momsfritak for å bygge nødvendig infrastruktur. Dette er sannsynligvis en mer urealistisk forutsetning enn at selvkjørende biler blir lansert i Oslo i 2027. Men det kan skje i andre land enn Norge.

En privat garasje er knyttet til boliger som eneboliger, rekkehus eller leilighetsbygg, og ikke kommersielle garasjer. De er i snitt 20 kvm store og har stein, grus eller leire som fundament. Det er vanskelig å et eksakt tall på hvor mange private garasjer som finnes i Oslo, men vi kan lage noen estimater basert på at det ifølge Statistisk sentralbyrå i 2020 var omtrent 340.000 husholdninger i Oslo. Den nasjonale boligundersøkelsen viser at Oslo er en by med mange leiligheter og at 20 % av husholdningene i eneboliger eller rekkehus 68.000. Om det er 80% eller 50% med garasjer gir ett spenn på mellom 55.000 og 34.000 garasjer.

En regulering som åpner for å grave ut en kjeller og øke takhøyden, vil kanskje gi en boenhet på 50 kvadratmeter med lett tilgang til gaten som preges av stillegående selvkjørt biler som sjeldent parkerer. Den nedre delen av estimatet på 34.000 private garasjer er akkurat 10% av antall husholdninger i Oslo.

Vi har tidligere beskrevet hvordan vi bruker Thomas Kuhn sitt begrep om paradigmeskifte å forstå og analysere hvordan selvkjørende biler medfører at transportsektoren går fra å ha fokus på bilen, til å bli en modell vi kaller «TaaS», som fokuserer på mobilitet.

Paradigmeskifter brukt i vår sammenheng har den effekten at mange nærliggende produkter, tjenester og industrier vil bli disruptert. For noen er dette en trussel, for andre en mulighet.

For de fleste av oss vil selvkjørende biler representere et reelt valg til å velge vekk bilen. Også på de lange turene.

4.2 Guide i Oslo

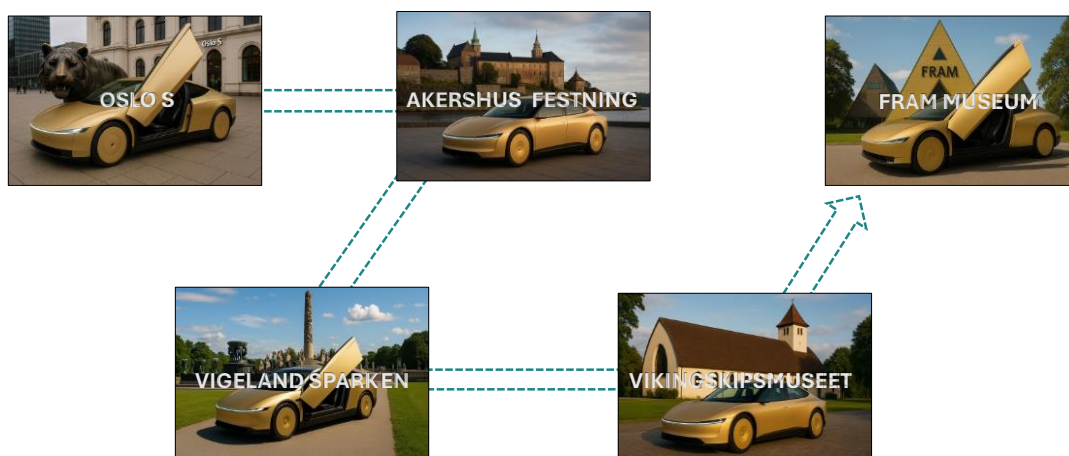
Tenk deg at du og en kompis skal en tur til Oslo et par år etter at FSD er godkjent i Norge og «Cybercab» kjører rundt sammen med andre Teslabiler i et robottaxi nettverk. Dette kan være i 2028 eller 2029. Ordmodellen «Grok» er inkludert i bilene og det å prate med en ordmodell er nå helt normalt. Også når man sitter i en bil. Den vil huske deg og tilpasse kjøreinnsstillinger og musikken etter slik du pleier å ha det.

Du kommer til Oslo S og vil ha en guidet tur med fire severdigheter og bli sluppet av på Frammuseet på Bygdø. Når du bestiller en ny tur, henter Grok data fra profilen din og tilpasser guidingen basert på dine tidligere erfaringer og preferanser. For eksempel, hvis du likte å lære om lokale tradisjoner på forrige tur, kan Grok fokusere på lignende temaer neste gang.

Grok identifiserer de fire mest besøkte severdighetene i Oslo og planlegger en effektiv reiserute med cybercab som transportmiddel, basert på en pris på 8 kroner per kilometer.

Postcards From The Future

Cybercab + Grok = Perfekt Guide



For å gjøre turen mest mulig effektiv starter vi ved Oslo S, besøker stedene nær sentrum først, og avslutter på Fram-museet ute på Bygdøy. Her er rekkefølgen og detaljene for hver etappe:

Oslo S til Akershus festning er 1 kilometer, tar 5 minutter og koster 8 kroner. I løpet av de 5 minuttene forteller Grok om historien om festningen. Turen opp til Vigelandsparken er 3,5

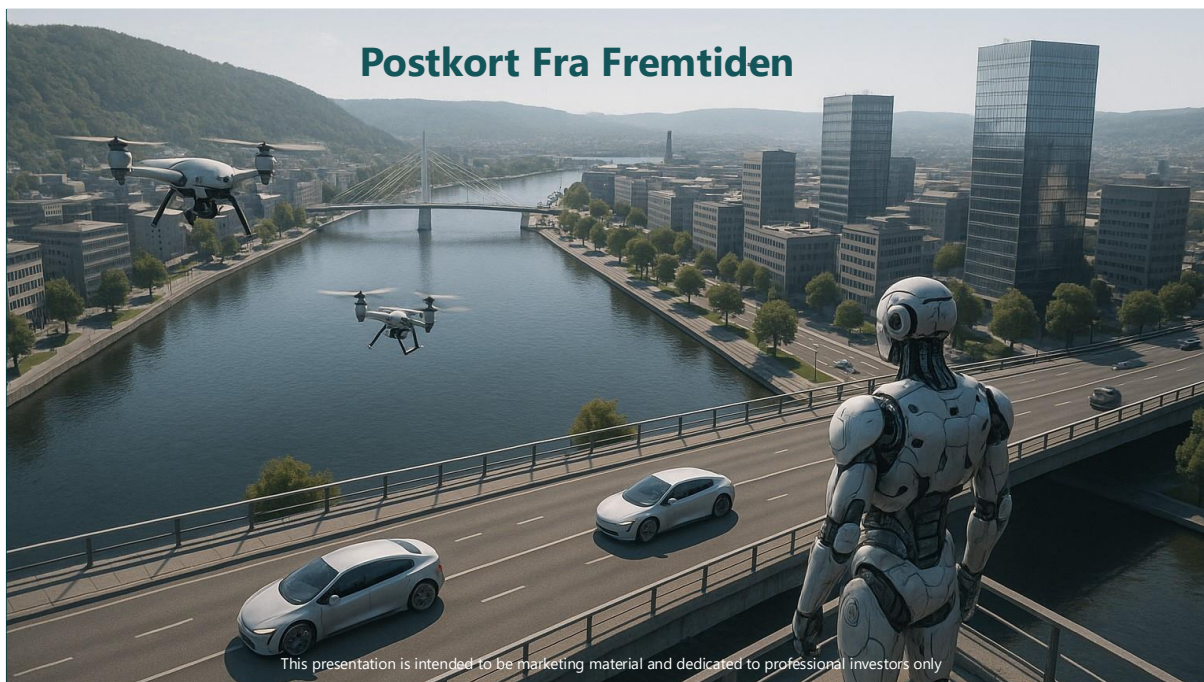
kilometer og tar 10 minutter og koster 28 kroner. Deretter er det ut til Vikingenskipene som koster 40 kroner for 5 kilometer. Under hele turen har Grok fortalt og svart på spørsmål som du har lurt på. Det er inkludert i prisen. Den siste etappen på 5 minutter ut til Fram museet er en drøy kilometer og koster en tier.

For to personer blir det en hundrings med privat sjåfør som guider dere gjennom fire severdigheter. Og hopper man av bilen, og tar en ny bil, vil Grok fortsette med samme stemme der den slapp i den forrige bilen.

Verden blir helt sikkert ikke akkurat slik. Men at prisene går ned samtidig som kvaliteten på tur går opp tror vi. Time will tell.

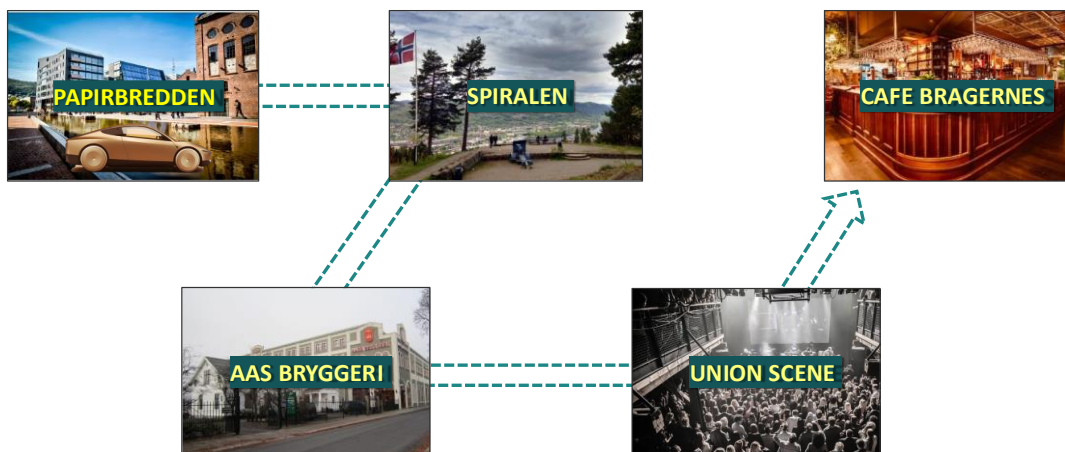
4.3 Drammen

La oss ta for et annet use-case. Denne gangen en fredagkveld i Drammen med gode venner. Du ber om en Cybercab ved Papirbredden, og AI-agenten din «Grok» foreslår en liten runde før konserten på Union Scene. Først en svipptur opp til Spiralen for utsikt og frisk luft mens Donkeyboy spiller på anlegget i bilen. Deretter blir dere hentet av en ny cybercab og den husker hvilke innstillinger du har på setet og starter musikken der man avsluttet sist. Nå bærer turen ned igjen til Aass for et par pils, før bilen setter deg av ved Bragernes og henter deg igjen når dørene åpner til kveldens spillested. Alt dette i en og samme app, uten parkering, uten venting, og med en deilig stillhet langs elvepromenaden som bonus. Når konserten er over, står bilen klar. Den vet når det passer for retur, og den vet at du på hjemreisen må ha litt nattmat.



DNB Disruptive Muligheter

Cybercab + Grok = Perfekt Guide



DNB Asset Management

Færre private biler som står stille store deler av døgnet betyr frigjorte arealer. Ledige plassen kan bli for eksempel bli parker, boliger og kunst. Rimelig og forutsigbar transport øker sjansen for at flere kombinerer et besøk til Spiralen med en tur innom serveringssteder, og for at flere tar turen ut på konsert en vanlig hverdag. Bra for lokalsamfunn. I tillegg til mindre eksos i luften og lavere støy. Eldre, ungdom uten førerkort og funksjonsnedsatte får den samme friheten og dør-til-dør mobiliteten som resten av befolkningen. Sensorer i bilene kan

samtidig varsle kommunen om hull i veien og glatte partier slik at vedlikehold treffer der behovet er størst.

DNB Disruptive Muligheter

Hvordan kan tjenesten endre bybildet?

Effekt	Hva kan det bety for Drammen?	Tall og kilder
Plass	1 robotaxi som kjører 50 000 km/år kan erstatte 8–10 privatbiler. Dersom 4 000 Cybercabs i 2035 dekker 40 000 nåværende biler, frigjøres $\approx 480\,000\text{ m}^2$ (48 fotballbaner) i gate- og gårds plass.	Privatbil står i ro 23,5 t pr døgn apcoa.no
Næringsliv	Rimelig, sømløs transport øker sannsynligheten for at folk tar både Spiralen og en tur innom Bragernes natteliv samme kveld. Det betyr flere konsert- og restaurantbesøk.	Kostforskjell 87 kr vs 430 kr pr gruppe på 3 gir 340 kr disponibel handel hver helg.
Utslipp og støy	Null eksos langs elvepromenaden kan føre til at flere uterestauranter kan holde åpent lenger uten naboklager.	0 g/km vs 122 g/km. (bensinbil)
Inkludering	Eldre, funksjonsnedsatte, unge uten førerkort og turister får tilgang dør-til-dør-transport	Drammen 105 558 innb. (Q1 2025) SSB
Data-drevet by	Sensorer rapporterer hull i veien og glatte partier i sanntid til kommunen → proaktivt vedlikehold og færre ulykker.	Tesla samler allerede slike metadata globalt.

DNB Asset Management

Drammen kan med andre ord bruke robotaxi som en byutvikler. Tjenesten binder sammen Papirbredden, Spiralen, Aass, Bragernes og Union Scene til én sammenhengende opplevelse, samtidig som byen blir stillere, tryggere og mer tilgjengelig. Dette kan i dag virke som science fiction, men i løpet av de neste årene kan vi bli nødt til å stryke fiction.

4.4. Bergen

Se for deg en kveld i nydelige Bergen by. Du går ut fra Media City etter jobb, døren åpner seg når bilen ser deg. Turen opp til Fløibanen er kort, bilen slipper deg ved inngangen og forsvinner for å hente neste. Etter utsikten på Fløyen står en ny bil klar. Den tar deg til Apollon, og musikken fortsetter akkurat der du slapp sist. «Grok» husker deg. Noen timer senere ruller en annen bil dere videre til USF Verftet, og etter konserten dukker den neste opp ved utgangen fordi flåten har lært at det er der folk plutselig trenger transport. Siste stopp blir en matbit i Skostredet før ferden går hjem til Fantoft. Hele kvelden blir rundt 15

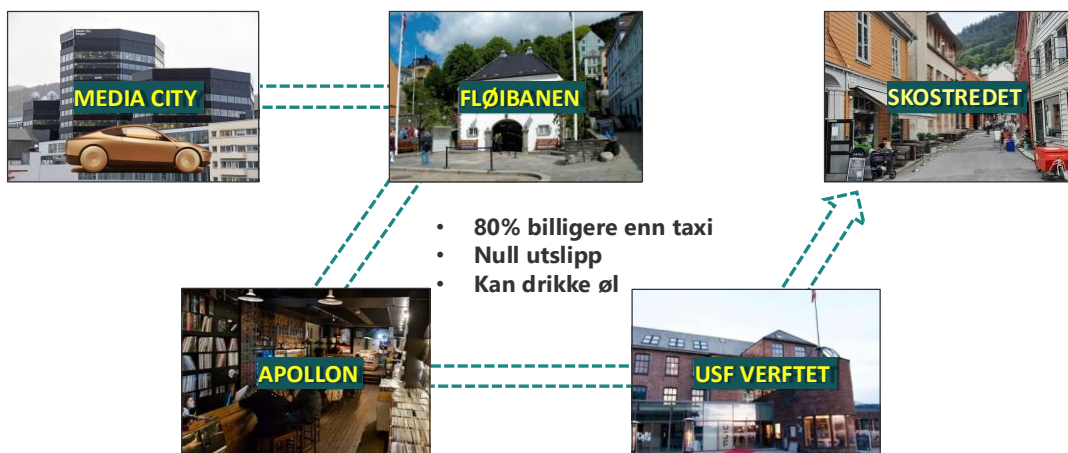
kilometer med kjøring, omtrent 35–40 minutter i bil og 7 timer sosialt uten å tenke på promille, paraply, parkering eller bøter.



Regnestykket er hyggelig. For en kveld med 5 etapper lander cybercab på snaut hundrelappen. Samme runde koster fort 4-500 kroner med vanlig taxi. Egen bensinbil virker billigere ved første øyekast, men ender ofte på rundt 170–200 kroner når drivstoff og en runde med parkering i sentrum tas med.

DNB Disruptive Muligheter

Cybercab + Grok = Guide i Bergen



Opplevelsen er mer enn prisen. Bilen kjenner deg igjen og tilpasser komfort og stemning. Musikk og preferanser flyter videre når du bytter bil. Du slipper å lete etter parkering fordi kjøretøyet kjører videre så snart du går ut. Kapasiteten justerer seg selv og trekker flere biler til Fløibanen en solfylt ettermiddag og til Verftet når konserten er slutt.

Når mange velger TaaS-løsning for autonome elektriske biler får byen en bonus.

Gateparkering kan bli til uteservering, byhager og sykkelfelt. Lufta blir renere og sentrum roligere fordi støyen fra tomgang og leting etter p-plasser forsvinner. Nattelivet blir tryggere med overvåkede biler, nødfunksjoner og forutsigbar transport mellom steder. Og terskelen senkes for eldre, ungdom og turister som vil komme seg trygt rundt uansett vær.

Et spørsmål som Bergen kan bli nødt til å stille seg selv de neste årene. Hvis man klarer å frigjøre 5.000 parkeringsplasser innen 2035, hva vil vi bruke plassen til?

5.0 Transport

5.1 Last Mile

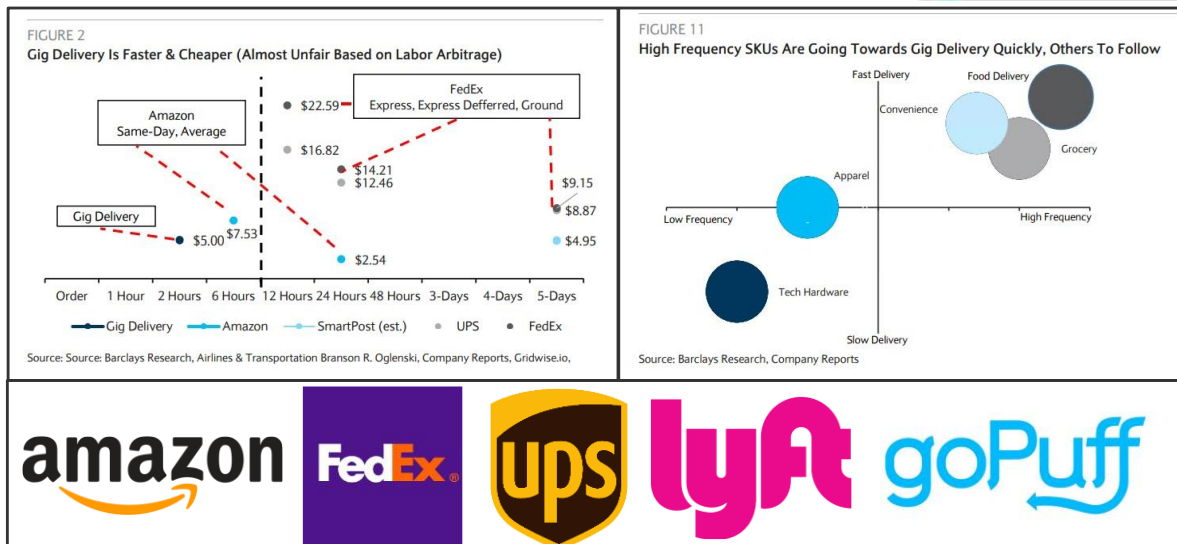
«Last mile» er det siste stadiet i leveringsprosessen for e-handel, der varer transporteres fra et distribusjonsenter eller lager til sluttbrukers dør. Denne prosessen er avgjørende fordi det direkte påvirker kundetilfredshet og er ofte det mest kostbare og komplekse leddet i forsyningskjeden. Ifølge Shopify utgjør «last mile» opptil 50% av totale leveringskostnader, og dårlig effektivitet her kan føre til kundemisnøye og høyere driftskostnader. Dette stadiet er avgjørende for å møte forbrukernes økende forventninger til rask og pålitelig levering, og det står for 50% av en forsendelses totale kostnader, der selskapene typisk dekker 25 % av disse kostnadene.

Amazon bruker egne leveringsflåter og distribusjonshuber for å levere pakker raskt med 58 transportnoder i USA for «Prime Now», som kan levere på så lite som 2 timer. Uber Eats leverer mat fra restauranter til kunder i byer, som krever rask og presis levering, ofte sentralt. DHL eller FedEx leverer pakker til både bedrifter og private hjem, ofte med standardiserte tidsrammer, som for eksempel planlagt neste-dag-levering.

Det er flere teknologier som kreves for å gjøre «last mile»-leveringer effektive og pålitelige. Logistikkprogramvare er avanserte algoritmer for ruteoptimalisering, som tar høyde for trafikk, avstand og leveringstidspunkter, for eksempel funksjoner til ruteplanlegging og auto-dispatch for å redusere arbeidskostnader. Lagerstyringssystemer sikrer at varene er korrekt plukket og pakket i distribusjonssentre før de sendes ut, som er avgjørende for å møte raske leveringsfrister. Andre plattformer gir sporing i sanntid, planlegging og kommunikasjon mellom leverandør, driver og kunde, med funksjoner som bevis på levering via apper som foto, signatur, strekkode, notater og analyseverktøy for nøkkeltall som suksessrater, punktlighet, servicetider, tilbakemeldingskårer og avstand reist.

DNB Disruptive Muligheter

Ulike kostnader ved «tradisjonell» levering



De høye kostnadene og de økte forventningene gjør at industrien er aktive på FoU-siden med droner og autonome kjøretøy. Innovasjoner som kan redusere kostnader og øke hastigheten, spesielt i tette byer eller vanskelig tilgjengelige områder, med muligheter for å redusere arbeidskostnader og muliggjøre 24/7-levering. Arbeidskostnader utgjør 60 % av totale leveringskostnadene. Det optimale teknologiske bildet er kanskje en cybercab med en optimus humanoids som leverer varene.

2x2-matrise

For å forstå de ulike bruksområdene for «last mile»-levering, kan vi kategorisere dem i en 2x2-matrise basert på to akser, leveringshastighet og leveringslokasjon

Postcards From The Future

Selvkjøring – «Last mile» bruksområder

		Samme dag	Neste dag eller planlagt
Y-Akse: Leveringslokasjon	By	Matlevering i sentrum	Planlagt pakkelevering i sentrum
	Landlig	Nødlevering på usentrale steder	Spesialiserte ting, f.eks møbellevering til landlige plasser
		X-Akse: Leveringshastighet	

Samme dag, Sentralt: Eksempler inkluderer matlevering i bysentra, der hastighet og presisjon er avgjørende. Ofte brukes sykler, scootere eller gående drivere, som i urbane områder med høy tetthet.

Samme dag, Landlig: Mer utfordrende, men kan inkludere nødlevering av medisiner eller mat til avsidesliggende områder, der lokale kurer eller mindre kjøretøy brukes, ofte med lengre reisetider og høyere kostnader.

Neste dag+, sentralt: Typisk pakkelevering i byer med leveringstidspunkter som neste dag eller planlagt, bruker vanligvis leveringsvogner, som i standard logistikk for urbane sentra.

Neste dag+, Landlig: Levering til landlige områder, som kan involvere lengre reiser og mer kompleks logistikk, f.eks. møbler eller store pakker, ofte med utfordringer som dårlig infrastruktur.

5.2 Selvkjørende lastebiler

Drar du på bilferie på interstate 45 mellom Dallas og Houston i Texas må du ikke bli redd hvis du passerer en lastebil uten sjåfør. De selvkjørende lastebilene har begynt å rulle på veiene.

Selvkjørende lastebil. Er dette noe marked da?

Dette kinderegget består av et amerikansk marked som kan være verdt USD 500 billioner, et globalt relevant marked på minst det dobbelte, driftskostnader som halveres fra dagens nivå samtidig som en aldrende arme av lastebilsjåfør stadig får færre soldater.

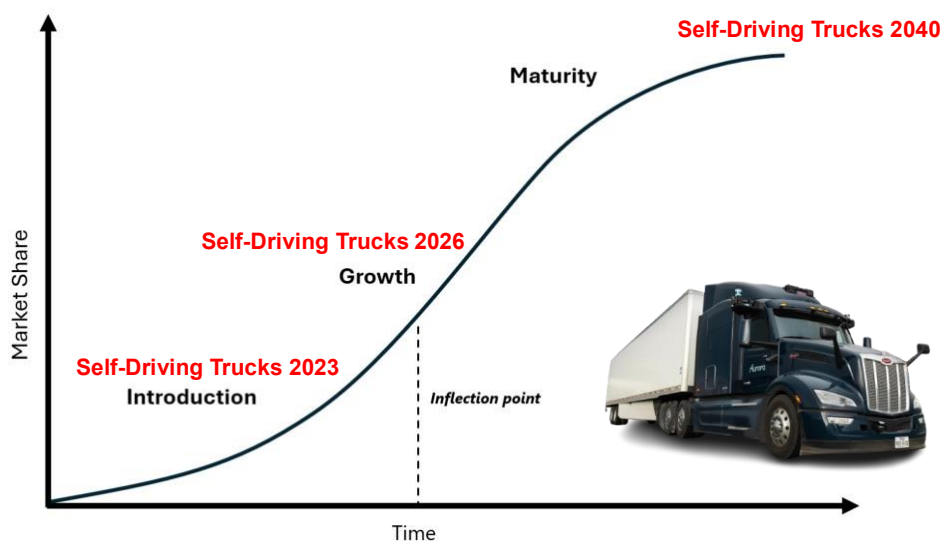
Joda, markedet er der.

Inkludert pilotprogrammer og kjøring på private veier er det omtrent 3.000 selvkjørende lastebiler i USA ved utgangen av 2025, de kjører 6 millioner amerikanske miles og omsetter for en drøy milliard dollar. Aurora og Google sin Waymo er de største, men Kodiak Robotics og Waabi cruiser rett bak. Humpene i veien inkluderer teknologisk modenhet, reguleringer og infrastruktur og jobbtap for sjåførere. Og selvfølgelig sikkerhet.

Ulike investeringsbanker og konsulenter ser et marked innen 2030 på 100.000 biler, 10 milliarder kjørte amerikanske miles årlig, og 30 milliarder dollar i omsetning. Trekker vi kalenderen mot år 2040 ser vi 500.000 biler, 50 milliarder miles, og 150 milliarder dollar.

Utviklingen av selvkjørende lastebiler i USA ser ut til å følge S-kurvens egenskaper, med sakte start, økende vekst spesielt i stater som Texas, og forventet modenhet mot 2035-2040.

Autonomous Trucks: Approaching the Inflection Point



I 1990-årene og tidlig på 2000-tallet var utviklingen av selvkjørende lastebiler begrenset til kontrollerte miljøer, som gruvedrift. For eksempel begynte Komatsu å teste autonome lastebiler i gruver i Chile i 2005 og 2007. Denne fasen var preget av forskning og testing, med lav adopsjon i det større markedet.

I dag ser vi en økende vekstfase. Selskaper som Aurora Innovation og Kodiak Robotics har begynt kommersielle operasjoner. Aurora har fraktet 7.000 lass over nesten 2 millioner miles, mens Kodiak fullførte 50.000 autonome miles mellom januar og august 2024, og 100 % punktlig og uten ulykker. I 2025 planlegger selskaper som Aurora og Waabi å lansere fullt autonome lastebiler uten sjåfør i Texas. Foreløpig tillater 24 stater selvkjørende lastebiler, men noen krever fortsatt menneskelig sjåfør.

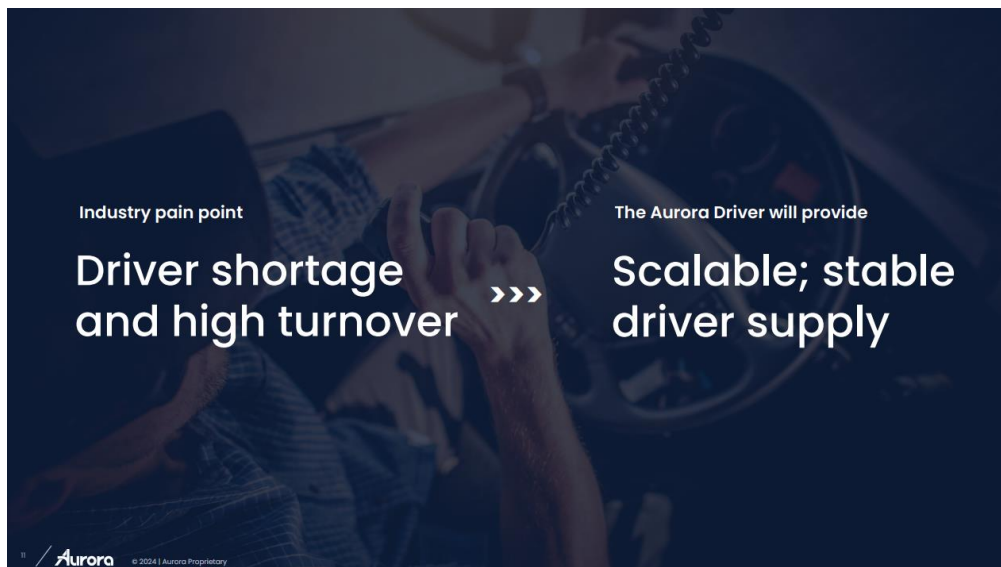
Rapporter fra [McKinsey](#) antyder at markedet for autonome lastebiler kan nå 600 milliarder dollar innen 2035, med en gradvis overgang til full autonomi mellom 2027 og 2040. Dette indikerer at vi befinder oss rundt et inflection point. McKinsey anslår også at driftskostnadene kan reduseres med opptil 45 %, noe som kan spare den amerikanske lastebilindustrien mellom 85 og 125 milliarder dollar årlig.

I slutten av 2025 ruller de første masseproduserte lastebilene ut fra fabrikkene til Tesla. De kommer med hardware og software som gjør de selvkjørende. Det er mange som stiller til startstreken i denne S-kurven. Enorme formuer skal skapes, noen skal bytte hender og noen skal tapes. Noen ser disruptjoner og noen ser muligheter.

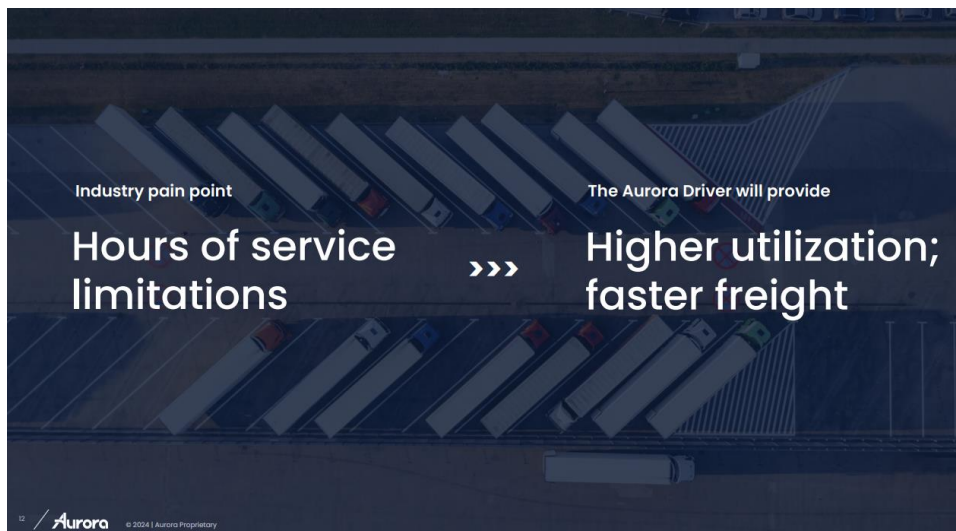
For et par år siden var jeg på Consumer Electronic Messa (CES) i Las Vegas og løp rundt for å finne humanoids, eVTOL og selvkjørende enheter. Jeg ble stående lenge å prate med en eldre gentleman fra lastebil-industrien for bilen til Aurora Innovation. I 2027 blir jeg pensjonist, og da tar jeg med hele den gamle semi-trailer industrien med dieseltrailere og sjåførere. Vi er den siste generasjonen. Han hadde rett da, og kan nå få rett.

5.2.1 Hvilke utfordringer løses?

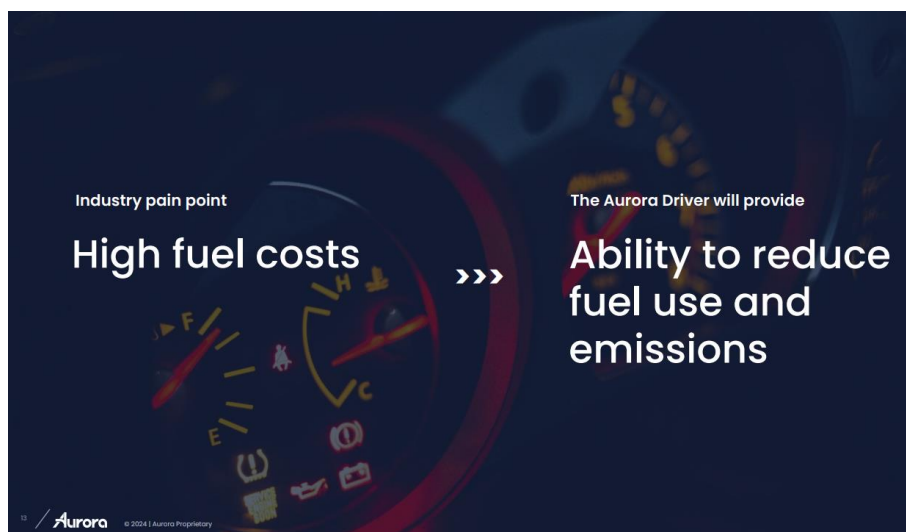
I bildene fra presentasjonen til Aurora Innovation presenterer selskapet fire primære utfordringer i lastebilindustrien og hvordan deres produkt, Aurora Driver, skal kunne løse disse. La oss bryte det ned.



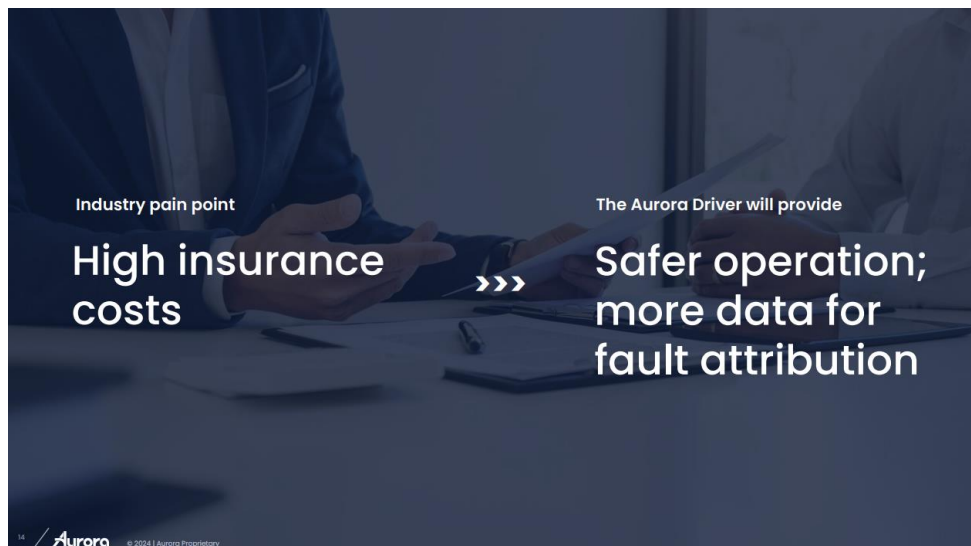
Det første punktet i sliden fra Aurora er at det er sjåførmangel og høy turnover. Det er anslått at man trenger 1,2 millioner flere sjåførere trengs det neste tiåret med 90% årlig turnover for store flåter. Aurora Driver tilbyr en skalerbar og stabil sjåførforsyning. Sjåførmangel har vært et vedvarende problem i bransjen, drevet av faktorer som alderdom fordi mange sjåførere går av med pensjon, harde arbeidsforhold og lav tiltrekning av yngre arbeidstakere. Automatisering kan definitivt løse dette ved å erstatte menneskelige sjåførere, men det reiser også spørsmål om jobbtap og konsekvenser for sjåførere.



Det andre punktet er «Hours of Service», og skyldes tradisjonell lastebilkjøring er begrenset til maks 11 timer kjøring om gangen. Den del av løsningen er høyere utnyttelse og raskere fraktlevering. Automatiske systemer kan kjøre døgnet rundt uten behov for pauser, noe som øker effektiviteten. Dette er en sterk fordel, men det nevnes ikke hvordan dette håndterer vedlikehold eller tekniske feil som kan oppstå ved kontinuerlig drift.



Det tredje punktet er høye drivstoffkostnader. Med priser rundt 4 dollar per gallon diesel. Ifølge Aurora er det potensial for å redusere drivstofforbruk og utslipp med opptil 32% gjennom mer effektiv kjøring. Drivstoffkostnader er en stor byrde for bransjen, og optimalisert kjøring via AI kan redusere forbruket ved å unngå unødvendig akselerasjon, tomgangskjøring osv.



Det fjerde punktet er høye forsikringskostnader. I 2024 var det rundt 4.000 dødsfall i lastebilulykker, og en 12,5% årlig økning i forsikringspremier. Sikkerhet er en kritisk bekymring i bransjen, og autonome systemer kan redusere menneskelige feil, som står for de fleste ulykker. Mer data for feilanalyse er også verdifullt for å forbedre systemene over tid. Men det nevnes ikke hvordan Aurora håndterer uforutsette situasjoner som ekstremvær eller komplekse trafikkscenarier, som fortsatt kan være utfordrende for autonom teknologi.

Disse «pain points» som Aurora har identifisert i lastebilindustrien viser til løsninger gjennom automatisering. Imidlertid mangler presentasjonen en diskusjon om implementeringskostnader, regulatoriske utfordringer, samfunnspåvirkning, cybersecurity og konkurranse. Disse aspektene er grunnleggende for å forstå den fulle konteksten av hvorfor og hvordan deres løsning kan lykkes.

Men, nå ruller Aurora Innovation sine lastebiler på veien i Texas. En stor milepæl er passert på landeveien mot selvkjørende lastebiler.

2x2 matrisene våre

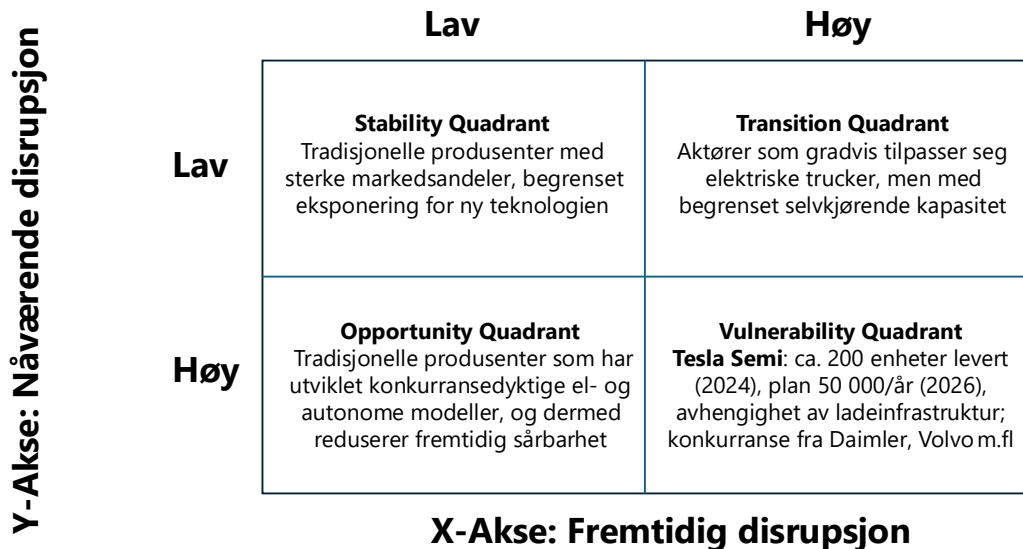
Matrise 1:

Denne 2x2 matrisen vurderer vi en industri sin sårbarhet for disruptjoner ved å måle hvor mye er industrien allerede påvirket av disruptive teknologier og hvor utsatt industrien er for videre disruptjoner. Det er to sentrale spørsmål. Noen flere er: Hva er det nåværende nivået

av disruptjon? Hvor mye påvirker Tesla Semi og andre autonome, elektriske trucker industrien i dag? Hva er sårbarheten for fremtidig disruptjon og hvor utsatt er truckprodusenter videre?

Postcards From The Future

Nåværende disruptjon og sårbarhet for fremtidig disruptjon



Tesla Semi har tilstedeværelse ved at de allerede er i produksjon, med rundt 200 enheter levert til kunder som PepsiCo i 2024. Tesla planlegger å starte masseproduksjon sent i 2025 og rampe opp til 50.000 enheter i 2026. Disse trailerne er utstyrt med kameraer og sensorer som gir full selvkjørende kapasitet.

Konkurransen fra tradisjonelle truckprodusenter som Daimler med Freightliner eCascadia og Volvo med VNR Electric utvikler og tilbyr allerede elektriske selvkjørende trucker. Disse inkluderer semi-autonome funksjoner som «platoning», hvor flere trucker kan koordinere for å spare drivstoff. De regulatoriske og markedsmessige trender preges av en økende trend mot nullutslippskjøretøy, selv om «drill, baby drill» er et begrep i den nye administrasjonen. Tradisjonelle produsenter dominerer fortsatt markedet, men Tesla og andre innovatører begynner å gjøre seg mer merkbare, spesielt i nisjemarkeder som distribusjon og logistikk.

Basert på dette er nåværende disruptjon høy, da industrien allerede opplever betydelige endringer med innføringen av elektriske og autonome trucker, selv om tradisjonelle produsenter fortsatt holder en sterk posisjon.

Den andre akse er sårbarhet for fremtidig disruptjoner. Hvis Tesla klarer å nå produksjonsmålet på 50.000 enheter i 2026, vil dette representere en betydelig andel av

markedet for tunge lastebiler. Tesla Semis selvkjørende kapasitet, som reduserer behovet for menneskelige sjåførere, kan gi et konkurransefortrinn ved å tilby lavere driftskostnader og høyere effektivitet. Dette kan kapre markedsandeler fra tradisjonelle produsenter, spesielt hvis de ikke klarer å matche farten i innovasjon.

Elektriske trucker krever betydelige investeringer i ladestasjoner og batteriteknologi, noe som kan være en barriere for tradisjonelle produsenter som ikke har samme ressursbase som Tesla. Ladestasjoner brukes under obligatoriske pauser, noe som kan støtte adopsjon, men krever betydelig infrastrukturbygging.

Truckprodusenter befinner seg i Vulnerability-kvadranten i 2025, med høy nåværende disrupsjon og høy sårbarhet for fremtidig disrupsjon på grunn av Tesla Semi sin vekst og selvkjørende teknologi. For å møte disse utfordringene må tradisjonelle produsenter aksellerere utviklingen av elektriske og autonome teknologier fra selskaper som Aurora Innovation, Kodiak og Waymo.

Matrise 2:

X-aksen er teknologisk modenhet. Dette måler hvor avansert og pålitelig aktørens autonome teknologi er, inkludert evnen til å håndtere komplekse scenarier som for eksempel værforhold og lange distanser og nivået av autonomi definert til nivå 3 vs. nivå 4.

Y-aksener definert til markedsposisjon og skalering, og måler aktørens evne til å skalere kommersielt, inkludert faktorer som partnerskap, finansiell styrke, eksisterende operasjoner, og regulatorisk støtte.

Teknologisk modenhet og markedsposisjon + skalering (USA)

Y-Akse: Teknologisk modenhet

	Lav/ middels	Høy
Lav/ mid dels	Nisjeaktører - TuSimple - tidligere ledende, men nå redusert til Kina, stagnert teknologi. - Embark - kjøpt av Applied Intuition, ikke lenger selvstendig aktør	Potensielle utfordrere Waymo – nivå 3–4 teknologi, sterke partnere (Hunt), men fokus på biler/lokal frakt fremfor langdistanse
Høy	Fremvoksende utfordrere Tesla Semi – middels markedsposisjon; skalering planlagt Q4 2025, mål 50 000/år: kan rykke til høyre kvadrant med vellykket nivå 4 og produksjonsøkning	Markedsledere Aurora – førerløse kommersielle operasjoner siden april 2025, sterke partnere (Volvo, PACCAR), finansiering til Q4 2026, gradvis ruteutvidelse

X-Akse: Markedsposisjon

Høy teknologisk modenhet, høy markedsposisjon: Aurora er plassert her fordi de i slutten av april 2025 begynte med førerløse kommersielle operasjoner og har planer om å utvide ruter og håndtere mer komplekse forhold som inkluderer natt, regn og lett snø innen 2027. De har sterke partnerskap med lastebilprodusenter som Volvo og PACCAR, samt en klar DaaS-forretningsmodell, og finansiering til Q4 2026.

Lav/middels teknologisk modenhet, høy markedsposisjon: Waymo har Googles ressurser og sterke partnerskap med Hunt, noe som gir dem en god markedsposisjon. Imidlertid har de hatt et sterkere fokus på autonome personbiler og lokal frakt enn langdistanse lastebiler. Deres teknologi er avansert, nivå 3-4, men de har ikke vist samme grad av kommersielle førerløse lastebiloperasjoner som Aurora. Waymo kan bli en sterk utfordrer hvis de skifter fokus, men per 2025 er de ikke i lederposisjon for lastebiler.

Lav/middels teknologisk modenhet, lav markedsposisjon: TuSimple var en gang en ledende aktør i autonome lastebiler, med førerløse tester og partnerskap som Navistar. Men de har møtt betydelige utfordringer, inkludert finansielle problemer, ledelseskonflikter, og en nedskalering av deres USA-operasjoner til fordel for Kina. Per 2025 har de lav markedsposisjon i USA, og deres teknologiske fremgang har stagnert.

Embark var en konkurrent i det autonome lastebilmarkedet, men ble kjøpt opp av Applied Intuition i 2023. Etter oppkjøpet har de ikke operert som en selvstendig aktør, og deres teknologi brukes nå til andre formål, for eksempel som utviklingsverktøy for autonomi. De har dermed lav markedsposisjon.

Høy teknologisk modenhet, lav/middels markedsposisjon: Tesla Semi med FSD er plassert her fordi de har potensial til å bli en sterk aktør, men per i dag er deres posisjon usikker. Vi vet at de skalerer i Q4 2025 med et mål om 50.000 semi-trailere i årstakt. Hvilket nivå av FSD vet vi ikke, men med en suksessfull lansering av Tesla Robottaxi i Austin i juni 2025 vil denne kvadranten kanskje ikke lenger passe. Tesla Semi har vært i begrenset produksjon siden 2022, men skaleringsproblemer, spesielt batteriproduksjon, har forsinket utrulling. Likevel gir Teslas merkevare, kundetilgang, for eksempel PepsiCo, og potensial for rask skalering dem en middels markedsposisjon. Hvis FSD når nivå 4 og produksjonen øker i 2026, kan Tesla raskt bevege seg til nedre høyre kvadrant.

5.3 Traktor 2.0

En av kidsa mine ble bedt om å tegne en bondegård i barnhagen. Et stort rødt hus og en stor traktor ble tegnet på et hvitt ark. Traktoren ble kommersielt tilgjengelig i begynnelsen av 1900-tallet og erstattet hest- og oksedrevne ploger med mekanisk kraft. I vår sammenheng var dette en disrupsjon. Menneskelige hender og føtter ble erstatt av maskiner, og kostnadene gikk ned og produksjonen opp. Det industrielle jordbruket har også negative sider, men nå stiller vi spørsmålet: «Kan Traktor 2.0. gjør det samme i fremtiden som den gamle traktoren har gjort de siste hundre årene?»

Traktoren markerte en revolusjon i landbruket, og dagens teknologier som presisjonslandbruk, automasjon og AI lover oss lignende transformasjoner. Ifølge USDA Economic Research Service økte total landbruksproduksjon i USA med nesten 190 % fra 1948 til 2021, mens total arbeidstid i landbrukssektoren sank med over 80 %. Dette reflekterer en dramatisk økning i produktivitet per arbeidstime, drevet av traktorer og andre maskiner som kombinasjonsmaskiner og automatisert fôringsutstyr og gjødsel. Traktorens innføring førte til konsolidering av små gårder til større, mer effektive enheter, noe som igjen reduserte behovet for landarbeidere. Dette bidro til urbanisering og industrialisering, spesielt etter

andre verdenskrig, da arbeidere søkte høyere lønn utenfor landbrukssektoren. I 1948 var det 22,7 millioner arbeidstimer i landbruket. I 2017 var det bare 3,8 millioner, mens produksjonen nesten tredoblet seg.

Dagens teknologiske endringer i landbruket er kanskje like transformerende som traktoren var for sin tid. Stikkord som digitalisering, automasjon og bærekraft, har potensial til å matche eller overgå historiske produktivetsgevinster. Et eksempel er den mekaniske kraften fra Fordson-traktoren i 1917 som lot en arbeider gjøre arbeidet til flere, og økte arbeidskraftproduktivitet. Den selvkjørende traktorer som Monarch Tractor fra 2020 kan arbeide 24/7, noe som senker arbeidskostnader.

Presisjonslandbruk er basert på bruk av GPS, droner og sensorer for nøyaktig ressursforvaltning som vann, gjødsel og bekjempelsesmidler. Selvkjørende traktorer, roboter som høstmaskiner og automatisert føring reduserer behovet for manuelt arbeid.

Maskinlæring og dataanalyse er også et fundament for Landbruket 2.0. Store datamengder og maskinlæring muliggjør prediktive analyser for planting, høsting og ressursforvaltning. Lik det eller ikke, men også bioteknologi med genmodifiserte avlinger som er mer avlingssterke, sykdomsresistente og klimatilpassede.

6.0 eVTOL

6.1 Wright og eVTOL

Menneskets historie og våre mytiske idehistorier inneholder mange forestillinger om å fly slik fuglene gjorde over hodene våre. Til tross for mange forsøk forble dette en utopisk drøm helt frem til brødrene Wright trosset det rådende paradigme om at menneskehetens føtter skulle være på jorda. Kanskje står luftfarten overfor et nytt kapittel når elektrisk vertikal takeoff og landing begynner sine luftige reiser i løpet av det neste år. Er dette også et paradigmeskifte?

Før brødrene Wright lettet på begynnelsen av 1900-tallet var det rådende paradigmet innen transport og ingeniørkunst at menneskelig flyging i luften var umulig eller begrenset til fartøy drevet av f.eks ballonger som er lettere enn oksygen. Denne «gamle tankegangen» var basert på århundrer med mislykkede forsøk på å oppnå drevet flukt og manglende forståelse av

aerodynamikk og kontrollsystemer. Brødrene Wright utfordret dette ved å utvikle et manuelt drevet, kontrollert fly, noe som radikalt endret hvordan mennesker så på det å fly.

Det var to innovasjoner som endret hele spillet. Det første var et såkalt treakset kontrollsistem. Dette ga bedre styring og stabilitet, og løste det kritiske problemet med å kontrollere et fly i luften. Det andre var trening. Ikke store tunge nevrale nettverk i et datasenter, men vindtunneler. Ved å bruke vindtunneler til å teste vingekonstruksjoner innførte brødrene en vitenskapelig tilnærming til aerodynamikk, og gikk bort fra prøving-og-feiling-metoder.

Disse innovasjonene var ikke bare små forbedringer, men en stor endring fra tidligere metoder. De flyttet paradigmet fra å se flyvning som et uløselig problem til å betrakte det som en gjennomførbar ingeniørutfordring. Dette stemmer med Kuhns beskrivelse av et paradigmeskifte. Anomalier skaper en krise som fører til et nytt rammeverk som omdefinierer feltet. I vår sammenheng er manglende suksess med eksisterende metoder en slik anomali.

eVTOL-teknologi utviklet for urban luftmobilitet, har likheter med brødrene Wrights innovasjoner ved sitt potensial til å disruptere etablerte transportformer. eVTOL-fly bruker elektrisk fremdrift og vertikal avgang og landing, noe som skiller de fra tradisjonelle fly og helikoptre. Hvis flyene og tjenestene lanseres vellykket i USA, kan dette representere et nytt paradigme innen luftfart og urban transport.

Den elektriske motoren til eVTOL-flyene gir en renere og mer støyvennlig løsning sammenlignet med tradisjonelle drivstoffdrevne fly. Avgang og landingstilnærmingen gjør det mulig å operere i tette bymiljøer uten behov for rullebaner. Dette gir redusert trafikkbelastning og raskere reisetider i og mellom byer. Og rundt tjenestene kan de vokse frem svært skalerbare og disruptrive forretningsmodeller.

Både brødrene Wright sine innovasjoner og eVTOL-teknologi kan ses som paradigmeskifter, men de skjer i ulike kontekster og har forskjellig innvirkning. For det første er omfang av endring. Brødrene Wrights arbeid endret grunnleggende konseptet om menneskelig mulighet for å fly og åpnet et helt nytt ingeniør- og transportfelt. eVTOL, selv om det er innovativt, bygger på eksisterende luftfartsprinsipper og fokuserer på spesifikke utfordringer innen urban mobilitet. For det andre er det stor forskjell på den teknologisk modenhet. Brødrene Wright jobbet i en pre-paradigmatisk fase, der grunnprinsippene for menneskestyrt

flyvning fortsatt ble etablert. eVTOL utvikles innenfor et allerede etablert luftfartsparadigme og søker å utvide og tilpasse eksisterende teknologi til nye formål. Det tredje er at samfunnspåvirkningen sannsynligvis blir mindre. Wright-brødrenes suksess hadde svært brede konsekvenser, fra militært til kommersiell luftfart. eVTOL kan, hvis det lykkes, transformere urban transport av mennesker og varer.

Joby Aviation og Archer Aviation er to selskaper som vi har fulgt tett de siste årene. Begge planlegger en soft launch i midtøsten i fjerde kvartal 2025. For en USA-lansering trengs det fortsatt noen stempler fra amerikanske myndigheter slik at de får tillatelse til å fly med betalende passasjerer. Det skal også bygges landingsplasser og økosystemer skal lanseres. Men å følge med på eVTOL-industrien og for eksempel disse to selskapene blir neppe kjedelig de neste årene.

6.2 Økosystemet

Bak hvert eVTOL-konsept ligger et tett samspill mellom designprosesser, fysisk hardware, smart software og det ferdige produktet som passasjeren til slutt stiger inn i. Slik henger det sammen:

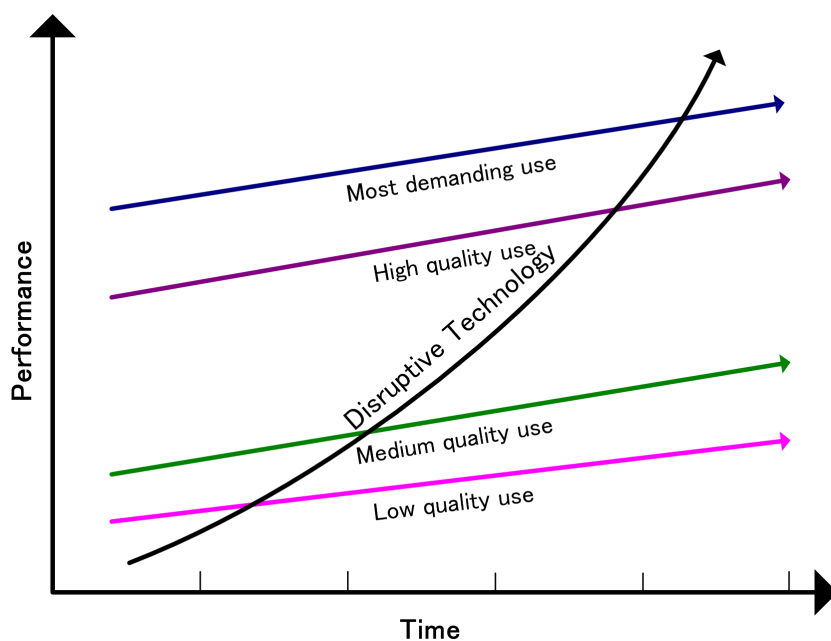
Reisen starter i datamaskinen. Ingeniørene lar CFD-programmer «blåse» virtuell vind rundt prototyper, leter etter minimal motstand og mest mulig løft, skriver ut deler i 3D-plast og stress-tester dem i vindtunnel før de bygger en fullskalamaskin. Arbeidsformen minner om dynamisk softwareutvikling: korte iterasjoner, raske tilbakemeldinger, og ny versjon over-the-air (OTA). Parallelt kjører sertifiseringsteamet et løp med FAA eller EASA. En tidkrevende prosess som skal bevise at både fly, batterier og autopilot tåler stor belastning i luften.

All teori faller sammen hvis ikke maskinen fungerer optimalt. Derfor settes mye av utviklingsbudsjettet av til lette, sterke materialer (f.eks karbon fremfor aluminium), elektriske motorer med flere uavhengige rotor for backup, og batterier som pakkes like tett som i en moderne elbil, men med strengere krav til brannsikkerhet og hurtiglading. Solid-state-batteriene er ennå dyre, men bransjen følger Moores og Wrights lover: mer ytelse per kilo og prisfall for hver dobling av produksjonen.

Der klassisk luftfart bygges rundt en menneskelig kaptein, er eVTOL-ene født digitale. Autopiloten kobler sammen kontrolleffektorer, sensorer og stadig mer avansert maskinlæring som lærer seg de lokale vindkastene mellom skyskraperne. Samtidig trengs et trafikksystem i skyen som forteller hvor andre eVTOL, droner og helikoptre befinner seg akkurat nå. Her danner 5G-nett, satellittlinker og edge-databehandling det digitale luftkartet som gjør at hundrevis av enheter i luften kan krysse byen uten å møtes for nært.

Joby og Archer har plass til 2 til 6 passasjerer og 50–300 kilometers rekkevidde. DHL og EHang satser på vareversjoner som dropper seter til fordel for lastevolum. Uansett variant må de ha et sted å lande, så arkitekter og energiselskaper tegner vertiporter med trådløs lading i gulvet og automatisk batteribytte. Aktørene investerer tidlig i infrastruktur. Litt som da bensinstasjonen kom før alle hadde bil.

eVTOL er i det mange kaller tidlig fase. Kjennetegnene er høye FoU-kostnader, små serier, kritisk dersom små feil forekommer. Men timingen er god. Bærekraftmål, befolkningstetthet og batteriprisfall trekker i samme retning, og regulatorene i USA og Europa har allerede satt opp egne luftkorridorer for det som kalles «urban air mobility». I praksis betyr det at så snart én produsent passerer sertifiseringsmålet, vil flere skalere.



Kilde: Clayton Christensen: *Innovator's Dilemma*

Ser vi gjennom Clayton Christensens briller, er eVTOL typisk disruptiv. Den starter som en nisje, men tilbyr noe helt nytt der bil og helikopter sliter. Bærekraftig lufttransport tilpasset for byer som heller ikke skaper støyforurensing. Etter hvert som teknologikurvene gjør maskinene billigere, roligere og tryggere, vil nisjen vokse til et marked som kan spise seg inn på både taxibransjen på bakken og de korteste regionale flyrutene i luften.

2x2 Matrise: Kategorisering av eVTOL-teknologier

For å oppsummere organiserer vi teknologiene i en 2x2-matrise basert på to dimensjoner: teknologisk modenhet og påvirkning på økosystemet.

Postcards From The Future

Teknologisk modenhet vs økosystempåvirkning

		Lav	Høy
Y-Akse: Modenhet	Lav	• Solid-state-batterier • AI-navigasjon	• Autonome eVTOL-fly • Vertiporter
	Høy	• Litium-ion-batterier • Karbonfiber-materialer	• Flykontrollsystemer • UTM-tjenester
		X-Akse: Påvirkning	

Forklaring av kvadrantene

Høy modenhet, lav påvirkning: Litium-ion-batterier og karbonfiber er modne teknologier som allerede brukes i andre industrier (elbil, luftfart). De er kritiske komponenter, men deres rolle er relativt isolert til spesifikke funksjoner i eVTOL-flyet.

Høy modenhet, høy påvirkning: Flykontrollsystemer og UTM er modne teknologier fra tradisjonell luftfart og droneindustrien, men de har stor innvirkning på eVTOL-økosystemet ved å muliggjøre sikker og effektiv drift i komplekse luftrom.

Lav modenhet, lav påvirkning: Neste generasjons batterier og avansert AI for autonomi er fortsatt under utvikling. De vil forbedre effektivitet og sikkerhet, men er foreløpig komponentfokuserede innovasjoner.

Lav modenhet, høy påvirkning: Fullt autonome eVTOL-fly og vertiports er i tidlig fase, men vil transformere økosystemet ved å muliggjøre skalerbar urban luftmobilitet og integrerte transportnettverk.

6.2.1 Vertiport

For at eVTOL-flyene skal kunne bli kommersialisert i stor grad, trenger det som vi har vært inne på tidligere, egne landingsplasser. Dette blir kalt vertiport. Tenk på det som flere helikopter landingsplasser bare med infrastrukturen rundt (bygg, innsjekkingsskranke, lader etc.) presset inn på et bytak eller et hjørne av en bygning. Selve plattformen, kalt «Touch-down and Lift-off Area», eller TOLA, er bygget for å tåle både vekten og vibrasjonene fra flere eVTOL-fly som lander og letter med få minutters mellomrom. Rundt den finner du hurtiglader. Noen produsenter sikter på 10-15 minutters pit-stop før neste avgang. Et lite venterom tar seg av innsjekk på mobil, rask sikkerhetskontroll, kanskje en kopp kaffe. Her er ingenting overflødig, siden hver ekstra kvadratmeter koster dyrt i byene.

Bak jobber softwaren. Vertiporten er koblet til et ubemannet trafikkstyringssystem som overvåker luftrommet i sanntid og gir hvert fly en presis innflyvningskorridor, omtrent slik tårnkontrollen gjør på en storflyplass, bare autonomt. Sensorer på bakken hjelper autopiloten med nøyaktig landing selv i regn eller sidevind, og et energistyringssystem fordeler effekten mellom fly som haster ut igjen og batterier som bør få en langsommere, skånsom lading for å leve lenger.

I rushtiden kan det gå et fly hvert par minutter, og enhver forsinkelse forplanter seg raskt. Operatørene trenger derfor god kommunikasjon mellom landing, lading, av og påstigning, kort teknisk inspeksjon og avgang. Rytmen er nøkkelen til å gjøre billettprisen lav nok til at eVTOL blir et reelt alternativ til taxi på bakken.

Utfordringene er flere. Først er det plassen: i tettbebygde strøk er store, flate flater en sjelden luksus, og et tak som skal bære tunge vibrerende kjøretøy må forsterkes. Så er det energien: et par raske rotasjoner i timen trekker effekt nok til å blinke rødt i sikringsskapet. Det lokale nettet må ofte oppgraderes før første fly kan lande. Støy er mindre enn med helikopter, men hyppigheten av avganger betyr at nabolaget merker at noe nytt har flyttet inn. Og helt til slutt kommer papirarbeide. Luftfartsmyndighetene krever de samme sikkerhetsgarantiene som på en stor flyplass, men tilpasset en helt annen skala.

Men får du brikkene til å passe, blir vertiporten ryggraden i urban luftmobilitet. Den kobler flyene til strømmettet, passasjerene til byens øvrige transport (tog, buss, trikk) og regulatoren til konkrete data om hvordan trafikken faktisk flyter. På den måten fungerer hver vertiport som en node i et større nettverk. Jo flere noder, desto mer verdifullt blir hele systemet.

2x2 Matrise:

Baserer matrisen på teknologisk kompleksitet og påvirkning på drift.

Postcards From The Future

Teknologisk modenhet vs økosystempåvirkning

		Lav	Høy
Y-Akse: Modenhet	Lav	Passasjerfasiliteter	Landings- og takeoff-soner (TOLA)
	Høy	Energistyringssystemer	UTM – og navigasjonsstøtte
		X-Akse: Påvirkning	

Forklaring av kvadrantene

Lav kompleksitet, lav påvirkning: Innsjekkingsterminaler og venteområder er relativt enkle å designe og bygge, og de spiller en støttende rolle ved å forbedre brukeropplevelsen, men er ikke kritiske for selve flyoperasjonene.

Lav kompleksitet, høy påvirkning: TOLA er en enkel, men essensiell komponent som direkte påvirker vertiportens kapasitet og sikkerhet. Uten robuste landingsplattformer kan ikke flyene operere.

Høy kompleksitet, lav påvirkning: Software for å optimalisere lading og batterihelse er teknologisk avansert, men spiller en støttende rolle ved å forbedre effektivitet og bærekraft, ikke direkte flyoperasjoner.

Høy kompleksitet, høy påvirkning: UTM-systemer og bakkebaserte sensorer er teknologisk komplekse og kritiske for sikker koordinering av flytrafikk og presis landing, noe som direkte påvirker vertiportens funksjonalitet.

6.2.2 Ladeinfrastruktur

Infrastrukturen er både fysisk og digital og må håndtere store energimengder på liten plass. I sentrum står hurtigladestasjonene som mater flyenes batterier med 100-350kwh, nok til å fylle et 100 kwh batteri på omtrent et kvarter. Der plass er begrenset, bygger noen operatører stasjoner som bytter hele batterimoduler i stedet for å lade dem på vertiporten. Kabler og kontakter er væskekjølte for å tåle den høye effekten, og kontakten følger standarder som CCS slik at alle fly kan koble seg til samme uttak. Bak plattformen skjuler det seg transformatorer, omformere og, stadig oftere, egne soltak eller batterilagre som avlaster strømmettet.

Et batteristyringssystem følger temperatur, spenning og helsestatus i hver celle, justerer ladeprofilen og stanser prosessen hvis noe avviker. Over dette ligger et energistyringssystem som fordeler effekt mellom flere ladere, tar hensyn til strømprisene og sørger for at fly som snart skal i luften kommer først i køen. Sensorer i laderne rapporterer strøm, spenning og

temperatur i sanntid. Alt dette må snakke samme språk, så de fleste operatører bruker åpne protokoller som OCPP for å koble ladere, vertiporter og fly sammen.

På bakken går prosessen som et samleband. Hver landing utløser en automatisk arbeidsflyt. Batteriet kobles til, strømmen reguleres, og en nedtelling til neste avgang begynner i bakgrunnen. Operatøren ser skjemaet i et kontrollrom og kan flytte et fly til en annen port hvis noe forsinkes. Infrastrukturens sensorer og styringssystemer oppdateres jevnlig, akkurat som softwaren i selve flyene.

Det er flere utfordringer som man må overkomme. Hver enkelt lader kan trekke like mye kapasitet som et lite kvartal, og i byer med gamle strømnnett kan det kreve kostbare oppgraderinger. Vertiporter er gjerne kompakte, noe som gjør det vanskelig å få plass til både ladestasjoner, transformatorer og brannvern. Standarder for kontakter og batteriformater er fortsatt i støpeskjeen, så kompatibilitet mellom ulike produsenter er ikke garantert. Høyhastighetslading øker dessuten risikoen for termisk nedsmelting, slik at overvåking og nødstoppp må fungere hundre prosent.

Likevel er rask og pålitelig lading selve ryggmargen i urban luftmobilitet. Uten den stanser flyene og vertiportene blir flaskehalser. Ladeinfrastrukturen binder sammen fly, vertiporter, energiselskaper og reguleringsmyndigheter i ett felles kretsløp. Får man det til å fungere knirkefritt kan luftpendling bli like normalt som vi i dag tar tog eller buss til jobb.

2x2 Matrise:

Nedenfor organiserer vi ladeinfrastrukturens komponenter i en 2x2-matrise basert på teknologisk kompleksitet og påvirkning på infrastrukturen.

Teknologisk modenhet vs økosystempåvirkning

		Lav	Høy
Y-Akse: Modenhet	Lav	Kabler og kontakter	Hurtigladeestasjoner
	Høy	Energistyringssystemer (EMS)	Batteristyringssystemer (BMS)
		X-Akse: Påvirkning	

Forklaring av kvadrantene

Lav kompleksitet, lav påvirkning: Kabler og kontakter er relativt enkle teknologier som støtter ladeprosessen, men de er ikke direkte ansvarlige for systemets effektivitet eller sikkerhet

Lav kompleksitet, høy påvirkning: Hurtigladeestasjoner er teknologisk enkle sammenlignet med software, men de er kjernen i ladeinfrastrukturen, da de leverer strømmen som driver flyene

Høy kompleksitet, lav påvirkning: EMS er avanserte systemer som optimaliserer strømfordeling og bærekraft, men de spiller en støttende rolle ved å forbedre effektivitet, ikke direkte lading

Høy kompleksitet, høy påvirkning: BMS er teknologisk komplekse og kritiske for å sikre sikker, rask og effektiv lading, samtidig som de forlenger batteriets levetid og reduserer risiko

6.3 Men er det ikke bare elektriske helikoptere a?

Ikke akkurat.

Det kan se slik ut ved første øyekast, men eVTOL-flyene som Joby og Archer utvikler skiller seg tydelig fra klassiske helikoptre. De bygges rundt lette karbonfiberrammer og elektriske

fremdriftssystemer som fordeler skyvkraften på mange små rotor. Det gir mindre mekanisk kompleksitet enn et helikopters store hovedrotor og halerotor, og det åpner for softwarestyrte approach som ligger nærmere dronenes verden enn tradisjonell luftfart.

I dag bruker eVTOL litium-ion-batterier som lagrer rundt 250 Wh per kilo. Det rekkes til byhopping på mellom 10-20 mil, og produsentene peker allerede mot 2030-celler på over 400 Wh per kilo som vil forlenge radiusen til 3-4 ganger dagens kapasitet. Et helikopter løser rekkeviddeproblemet med drivstoff, men betaler i form av støy, sikkerhet og CO₂. Et moderne turbinhelikopter slipper ut anslagsvis et 0,5 tonn karbon i timen.

Forskjellen høres også på lyden. Helikoptre ligger gjerne mellom 85 og 90 desibel på 100 meters hold, omtrent som en motorsag. Joby melder om 60-65 desibel i takeoff og ned mot 50 i cruise, som er lavere enn en normal samtale.

Økonomien peker samme vei. Joby og Archer antyder en prislapp rundt 3 millioner dollar per fly, omtrent 1/3 av en middels stor helikoptermodell med tilsvarende passasjerantall. Driftskostnaden faller enda mer dramatisk fordi elektriske motorer har færre komponenter og fordi strøm koster betydelig mindre enn Jet A-1 per kilometer. Tall fra amerikanske pilotprosjekter viser variable utgifter på rundt 2 dollar per mil for eVTOL mot 4-5 dollar for helikopter.

Helikoptre er fortsatt fordelaktig der rekkevidden må over 500 kilometer eller lasten er stor. De tåler også vanskelige værforhold og sidevind bedre. I bytransport og pendlertrafikk er det likevel eVTOL som har momentumet. De er stillere, renere og billigere, og de kan operere fra små vertiporter på plass som allerede står ledige i de fleste storbyer.

Helikoptre som er helelektriske er derimot mer en drøm enn realitet. Sikorsky testet riktig nok en batteridrevet variant av Bell 407 allerede i 2010, men med den tidens celler klarte prototypen knapt en halv times flytid før den måtte lades på nytt. Ti år med batterikjemi har løftet energitettheten til omtrent 250 Wh per kilo, nok til at en lett 1 eller 2 seter kunne pendle 20-30 kilometer, men fremdeles for lite til å bære de fire til tolv personene som gjør helikopteret økonomisk. Produsentene håper på celler på 400 -500 Wh per kilo rundt 2030. Da vil korte ruter kunne flys rent elektrisk.

Veien er likevel bratt. Helikopterrammer er tyngre enn eVTOL-skrog fordi de må håndtere store rotor- og girkrefter, og EASA eller FAA stiller strenge krav til arkitektur som kan bli kostbar å oppgradere. Å bygge om dagens flåte er dessuten dyrt.

eVTOL er på god vei til å stjele de korte, lette byrutene, men i segmentene hvor du må fly flere hundre kilometer med tung last eller lande på en plattform ute i storhavet, kan et modernisert helikopter fortsatt ha siste ord.

Kan eVTOL disrupte helikopterindustrien?

eVTOL-flyene til Joby, Archer og flere andre koster i størrelsesorden 3–4 millioner dollar. Et sammenlignbart helikopter ligger gjerne godt over det dobbelte, og så snart maskinen er i luften blir forskjellen enda tydeligere. Strøm koster mindre enn drivstoff, elektriske motorer trenger minimalt med service, og det er ganske enkelt færre bevegelige deler som kan slites ut eller gå i stykker. For passasjeren betyr det at prisen per kilometer kan falle fra 4–5 dollar i en tradisjonell helikoptertur til rundt halvparten når flyet drives elektrisk.

Så hvor havner vi? I det urbane markedet, der støy, utslipp og pris er de viktigste beslutningsfaktorene, vil eVTOL trolig spise store biter av helikoptermarkedet før 2030. Vi kan se eVTOL-ruter mellom Gardermoen og Oslo sentrum, og mellom Tromsø og nærmeste småbyer lenge før de elektriske helikopterene våger seg ut til Statfjord-plattformen. Offshore-transport, militær operasjoner og redningshelikoptre på vidda blir helikopterets viktigste områder i lang tid fremover.

Helikopterindustrien blir altså ikke utradert, men den vil miste de korte, lukrative rutene som har subsidiert deler av virksomheten. Og når inntektsgrunnlaget krymper, presses de til å effektivisere og innovere raskere enn de ellers ville gjort. Akkurat det er kjennemerket på en ekte disruptiv bølge. Den dukker opp fra siden, fyller et behov som de etablerte spillerne overså, og tvinger alle til å fly på nye måter.

2x2 Matrise: eVTOL vs. helikoptre

Jeg organiserer sammenligningen i en 2x2-matrise basert på markedsfokus (urban/regional vs. nisje/lange distanser) og disrupsjonspotensial (lav til høy).

Postcards From The Future

Markedsfokus og disrupsjonspotensial

		Lav	Høy
Y-Akse: Marked	Urban	Ingen aktører, eVTOL dominerer dette segmentet.	eVTOL: Lav støy, lave kostnader, null utslipp. Egnert for by til flyplass-transport (Oslo-Gardermoen) og korte ruter (Bodø-Svolvær)
	Nisje	Tradisjonelle helikoptre: fortsatt best for SAR, offshore, fjerntransport	Hybrid-elektriske helikoptre: Tidlig fase. Kombinerer rekkevidde med lavere utslipp, mulig fremtidig konkurranse (BMS)
		X-Akse: Disrupsjonspotensial	

Forklaring av kvadrantene

Urban, lav disrupsjonspotensial: Ingen aktører, eVTOL dominerer dette segmentet.

Urban, høy disrupsjonspotensial: eVTOLs lave støy, kostnader og null utslipp gir dem en fordel i urbane ruter (f.eks. Oslo-Gardermoen) og korte kortbaneruter (f.eks. Bodø-Svolvær).

Nisje/lange distanser, lav disrupsjonspotensial: Tradisjonelle helikoptre beholder styrke i redning, offshore og lange ruter, hvor eVTOLs rekkevidde er utilstrekkelig.

Nisje/lange distanser, høy disrupsjonspotensial: Hybrid-elektriske helikoptre kan ta markedsandeler ved å kombinere rekkevidde med lavere utslipp, men er fortsatt i tidlig fase.

6.4 Ledende aktører og deres hardware-design

Joby har valgt et tiltet rotor-oppsett med 6 propeller som vipper fra vertikal til horisontal stilling når flyet går over i cruise. Løsningen gir én sammenhengende konstruksjon. Rotorene

løfter maskinen rett opp fra et tak eller en bakgård, før de peker fremover og flyr gjennom luften i rundt 300 km/t. Under sitter litium-ion-batteripakker som lagrer kapasitet til rundt 240 kilometers rekkevidde med 4 passasjerer pluss pilot. Seks uavhengige elektromotorer bygger inn backup som overgår kravet fra både FAA og EASA. Det betyr at én motor kan dø uten at flyet mister kontroll.

Det finnes flere ulike veier til rom. På Archer sin «Midnight» står 12 faste rotoror monterert på en bærevinge. Seks av dem løfter i starten, mens de andre seks dytter fremover hele tiden. Rotorene vipper ikke, de bytter bare arbeidsoppgave når flyet tipper nesene ned for å akselerere. Prinsippet halverer den mekaniske kompleksiteten sammenlignet med Joby, og gir en mulig fordel i produksjonstid og sertifiseringsarbeid. Batteripakkene er også mindre.

Begge de to selskapene har riktignok mye til felles. Skrogene støpes i karbonkompositt for å kutte vekt og begge propper flyene fulle av lidar, radar og kameraer som overvåker luftrommet og sørger for datagrunnlaget til de autonome funksjonene som kommer etter hvert. Begge satser på hurtigladede litium-ion-celler som fylles opp igjen på rundt et kvarter. Og begge har hentet inn bilindustriens stordriftskompetanse. Joby får støtte fra Toyota, mens Archer bygger fabrikk med Stellantis.

Postcards From The Future

Sammenlikning hardware Joby og Archer

Differanser

- **Fremdriftssystemet**

Jobys vippepropeller gir høyere cruise fart og lengre rekkevidde, men mekanikken er mer avansert. Archers faste propeller er mekanisk enklere og billigere, men begrenser toppfart og flytid.

- **Bruksområde**

Joby sikter mot lengre pendleruter og forstad-by-sløyfer. Archer vil være en luftens heis mellom taklandingsplasser i tette bykjerner.

- **Skaleringsstrategi**

Joby henter lean-produksjon fra Toyota, Archer kobler seg på Stellantis' globale fabrikker. Begge forsøker å bli luftens svar på smarttelefonen, hardware som lever lenge og stadig får ny funksjonalitet gjennom software-oppdatering



Forskjellene blir mest synlige når tallene gjøres opp. Jobys tilt-rotorer krever mer og koster litt mer per enhet, men de gir også nesten tre ganger så lang rekkevidde som Archers design. Archer med lavere kjøpspris, enklere vedlikehold og en produksjonslinje som kan rulles ut raskere. På godkjenningssiden ligger Joby et hestehode foran. Tilt-rotor-prinsippet ligner nok på et tradisjonelt helikopter til at FAA har kunnet bruke allerede etablerte sertifikatsregler. Archer håper at sin mer «drone-lik» arkitektur skal gi en like smertefri vei gjennom den regulatoriske papirbunken.

Postcards From The Future

Joby – Vedvarende konkurransefortrinn

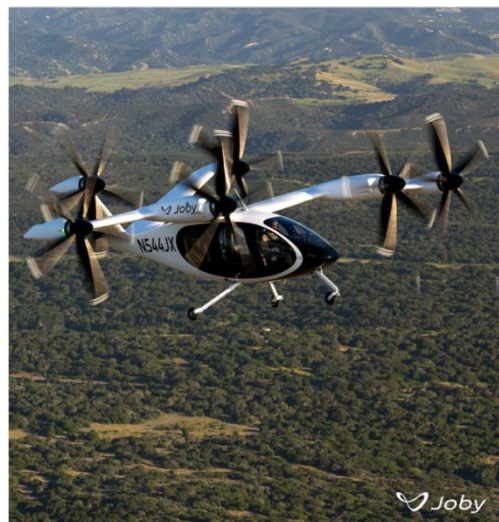
Første-mover-fordel: Ved å være blant de første med FAA-sertifisert eVTOL-fly, kan Joby etablere seg som markedsleder før konkurrenter som Archer Aviation

Vertikal integrasjon: Kontroll over produksjon og drift gir dem en unik posisjon i verdikjeden, noe som kan skape låseeffekter og barrierer for konkurrenter.

Sterke partnere: Allianser med Toyota, Uber og Delta øker tillit og muligheter for integrasjon i eksisterende transportnettverk, som "home-to-airport"-flyvninger

Regulatorisk fremgang: Allerede i fase 3 av 5 i FAA-sertifiseringsprosessen, med kommersiell drift planlagt for 2025, gir dem et forsprang.

Kontrakter og validering: Avtalen med US Air Force og leveransen til UAE understreker teknologiens modenhet og markedets interesse, noe som kan tiltrekke flere kunder.



2x2 Matrise:

Her har vi satt ulike hardware-design i en 2x2-matrise basert på designkompleksitet og skalerbarhet.

Designkompleksitet vs. Skalerbarhet

		Lav	Høy
Y-Akse: Kompleksitet	Lav	(Ingen aktører)	Archer: faste rotorere, enkelt å produsere. Produksjonspartner Stellantis gir volum og lav sertifiseringsrisiko
	Høy	Volocopter (privat): Multirotor med 18 rotorere; avansert, kostbar og sertifiseringskrevende	Joby: tiltrotor-design, kompleks, men Toyota-partnerskap muliggjør industriell masseproduksjon
		X-Akse: Skalerbarhet	

Forklaring av kvadrantene

Lav kompleksitet, lav skalerbarhet: Ingen aktører her, da lav kompleksitet typisk gir høy skalerbarhet.

Lav kompleksitet, høy skalerbarhet: Archer sine faste rotorere er enkle å produsere og støttes av Stellantis sin produksjonskapasitet, skalerbarhet. Enkelt design reduserer også sertifiseringsrisiko.

Høy kompleksitet, lav skalerbarhet: Volocopter sin multirotor er avansert og kostbar.

Høy kompleksitet, høy skalerbarhet: Joby sin tiltrotor-design er komplekst, men støttes av Toyota sin produksjonskompetanse, noe som gir høy skalerbarhet.

6.4.1 Vertikal integrering

Vi har tidligere i andre perspektivnotater beskrevet vertikal integrasjon mer i dybden. Det er når et selskap tar kontroll over flere stadier av produksjonsprosessen, som å eie både leverandører og salgsledd. Det kan sammenlignes med en kokk som dyrker sine egne grønnsaker, lager maten og driver restauranten. Dette for å sikre kvalitet og kostnadskontroll. For eVTOL-produsenter innebærer dette ofte å eie produksjonen av komponenter som batterier, motorer og strukturelle deler, samt å drive egne lufttaxi-tjenester.

Joby er kanskje det mest vertikalt integrerte selskapene i eVTOL-industrien. De utvikler, designer og produserer de fleste av sine komponenter internt, som batterier, motorer og strukturelle deler. Dette inkluderer også deres fabrikk i Marina, California, hvor de har etablert en 55.000 kvadratmeter stor produksjonsenhet, med planer om å utvide til 500.000 kvadratmeter. Ved å eie produksjonen kan Joby optimalisere kostnader og redusere avhengighet av eksterne leverandører, noe som er avgjørende i en ny industri der forsyningskjeder fortsatt utvikles. De har full kontroll over produksjonsprosessen det sikrer at alle komponenter oppfyller deres spesifikke krav og muliggjør raskere innovasjon, som vist gjennom deres partnerskap med Toyota for powertrain og aktuatorer. Denne strategien krever betydelige kapitalutgifter. I en kapital intensiv industri der prisen på penger har gått opp de siste årene er denne ulempen ikke ubetydelig. Joby har vist stabil fremgang, med partnere som Delta Airlines for flyplasstransporter og en tydelig roadmap mot kommersialisering.

Archer følger en mer tradisjonell tilnærming ved å stole på Tier 1-leverandører for mange komponenter. De fokuserer på design og montering, mens de outsourcer produksjonen av komponenter til etablerte luftfartsleverandører og Stellantis. Ved å outsource produksjon kan Archer fokusere på design og drift, noe som potensielt reduserer de første investeringene. Samarbeid med etablerte leverandører sikrer høykvalitetskomponenter og utnytter deres spesialisert kunnskap. Avhengighet av leverandører kan dog begrense deres evne til å kontrollere kostnader, kvalitet og tidsplaner, noe som kan føre til forsinkelser, som sett i andre sektorer når det oppstår flaskehalser. I vår verden og vår vurdering har de klart å opprettholde en innovasjonstakt til tross for den manglende kontrollen over hele prosessen. Archer har partnere som United Airlines og planlegger kommersiell drift, men deres avhengighet av eksterne leverandører kan skape utfordringer ved skalering.

Den høye graden av vertikal integrasjon hos Joby posisjonerer dem gunstig for kostnadskontroll, innovasjon og potensiell rask markedsinnføring, men krever nøye ressurs- og risikostyring. Archer Aviation sin strategi med outsourcing kan redusere oppstartskostnader men begrenser kontrollen over verdikjeden.

Det viktigste for eVTOL industrien nå er imidlertid å få de siste godkjenningene i USA, og starte flyvninger i Midtøsten i fjerde kvartal 2025. Når industrien letter fra jorden, kan Joby sine investeringer i vertikal integrasjon gi dem en fordel i forhold til de andre aktørene.

6.4.2 Batterier

Forskere og produsenter forventer fortsatt solid fremgang innen batteriutvikling de neste årene. Små forbedringer i dagens litium-ion-kjemier skal løfte tallene til 350 eller 400 wattimer per kilo før tiåret er omme, og prototyper med fast elektrolytt kan presse nivået enda høyere. Når solid state når 500 eller 600 wattimer per kilo, kan resultatet bli opptil 50% lenger turer uten ekstra vekt. Archer flyr kortere ruter i utgangspunktet, men kan omtrent doble distansen fra 100 til 200 kilometer og Joby fra 250 til 500 kilometer.

Hvem som leverer cellene, er strategisk viktig. Joby setter sammen batteripakken selv og har hittil kjøpt celler fra bla. Panasonic. Egen produksjon gjør at Joby kan bytte til en bedre celletype når den er klar, for eksempel en solid-state variant, uten å endre hele arkitekturen. Archer har valgt en enklere modell der det taiwanske selskapet Molicel leverer ferdige celler som går rett inn i pakken. Det gir raskere oppstart og lavere utviklingskostnad, men binder dem tettere til én produsent.

Når FAA en gang gir typesertifikat, er batteriet definert som en kritisk del av luftfartøyet på linje med rotorene eller styringssystemet. Et bytte av celleleverandør etter godkjenningen utløser derfor en ny runde med tester for brannsikkerhet, ladekontroll og termisk stabilitet. Prosessen koster tid, vanligvis et halvt år eller mer, og den krever tilgang på testfly og ingeniører som ellers kunne jobbet med drift. Jobys interne kontroll gjør denne hindringen litt mindre, siden bare cellene skiftes mens resten av pakken er identisk. Archer må involvere både Molicel og en ny leverandør i samme løp, noe som kan dra prosessen ut enda lenger.

Batteriteknologien beveger seg opp på en kurve som minner om Moores lov for databrikker. Innen 2030 er 400 wattimer per kilo nesten bærers, 500 sannsynlig, og en rekkevidde på 4-500 kilometer innenfor rekkevidde for de mest effektive eVTOL-designene. Joby har valgt maksimal kontroll for å kunne utnytte hvert neste sprang så raskt som mulig. Archer har valgt fart til markedet gjennom sterk partneravhengighet.

2x2 Matrise: Distanse og leverandørstrategi

Postcards From The Future

Batteritetthet og leverandørfleksibilitet

		Høy	Lav
Y-Akse: Batteritetthet	Høy	Joby – intern batteriproduksjon og modulbasert pakke gir rom for å bytte celleleverandører: mål ca. 480 km i 2030	(Ingen aktører)
	Lav	(Ingen aktører)	Archer – avhengig av Molicel-celler: outsourcing holder kostnader nede, men gir ca. 200 km rekkevidde i 2030
		X-Akse: Fleksibilitet	

Forklaring av kvadrantene

Høyt rekkeviddepotensial, høy leverandørfleksibilitet: Jobys tiltrotor-design og interne batteriproduksjon gir potensial for 480 km rekkevidde i 2030 og fleksibilitet til å bytte celleleverandører uten store designendringer.

Høyt rekkeviddepotensial, lav leverandørfleksibilitet: Ingen aktører, da høyt rekkeviddepotensial krever fleksibilitet i leverandørkjeden for å sikre tilgang til avanserte celler.

Lavt rekkeviddepotensial, høy leverandørfleksibilitet: Ingen aktører, da lavt rekkeviddepotensial ikke er målet for eVTOL-selskaper.

Lavt rekkeviddepotensial, lav leverandørfleksibilitet: Archers kortere rekkevidde (200 km i 2030) og avhengighet av Molicel begrenser fleksibilitet, men outsourcing reduserer produksjonskostnader.

6.5 Målet er autonome eVTOL-fly

Å forvandle Joby og Archer sine modeller fra bemannede til helautonome krever først og fremst at kabinene rives ut og erstattes med mer rom til last.

Både Joby og Archer må utstyres med flere og bedre sensorer enn i dagens versjoner. Kameraene som allerede sitter på får følge av radar, LiDAR og infrarøde øyne som gir full sikt i mørke, tåke og sandstorm. All data mates inn i doble, krypterte autopiloter som kan fly maskinen helt uten menneskelig hjelp. For militære oppdrag legges det dessuten inn treghetsnavigasjon som tar over hvis GPS jammes, samt skjerming mot elektromagnetiske pulser.

Softwaren bygger videre på de flykontrollalgoritmene som allerede håndterer overgangene fra vertikal til horisontal flukt, men læringssløyfen utvides med mønstergjenkjenning som forstår trafikk-mønsteret i et urbant luftrom eller endrer rute når luftvernradar blusser opp på slagmarken. Systemet holder også styr på lastens vekt, tyngdepunkt og eventuelle temperatursensitivitet slik at medisinske prøver kommer frem like hele.

Når alt dette er på plass kan de sivile dronene gli inn i norske logistikkskjeder og ta ruten fra Oslos Østlandsterminal til Drammen på et kvarter eller levere blodposer fra Rikshospitalet til Ullevål tre ganger raskere enn ambulansen i ettermiddagsrushet. Kostnaden per kilo per hundre kilometer ligger an til å falle under to dollar, godt under helikopterprisen selv før drivstoffregningen legges på. I Nord-Norge kan samme plattform erstatte kortbaneflyene som i dag frakter post og medisiner ut til kyststripen.

Forsvaret vil ha nytte av en robust variant med forsterkede landingsbein, selvforseglende batterideksler og varme i rotoropphengene. Med Jobys rekkevidde kan Kirkenes forsyne avsidesliggende grenseposter flere hundre kilometer unna uten å sende pilotene inn i faresonen, og hvis det brenner kan samme drone evakuere en såret soldat tilbake til feltsykehuset raskere og billigere enn et helikopter.

2x2 Matrise: Gjennomførbarhet av autonome eVTOL-droner

Postcards From The Future

Teknologisk modenhet vs markedsadopsjon

		Lav	Høy
Y-Akse: Teknologisk modenhet	Lav	Militær bruk – avansert AI + sikkerhet under utvikling; avhengig av forsvarsbudsjetter	(Ingen aktører – teknologi for umodent til bredt marked)
	Høy	(Ingen aktører – moden teknologi driver typisk adopsjon)	Sivil bruk – urban logistikk & pakkelevering (Oslo m.fl.) forventes teknologisk klart ≈ 2030; drevet av e-handel & medisinsk transport
		X-Akse: Markedsadopsjon	

Forklaring av kvadrantene

Lav modenhet, lav adopsjon: Militær autonomi krever avansert AI og sikkerhetssystemer, som fortsatt utvikles, og adopsjon avhenger av forsvarsbudsjetter.

Lav modenhet, høy adopsjon: Ingen aktører, siden høy adopsjon krever moden teknologi.

Høy modenhet, lav adopsjon: Ingen aktører, moden teknologi driver adopsjon.

Høy modenhet, høy adopsjon: Urban logistikk (f.eks. pakkelevering i Oslo) er teknologisk modent innen 2030, med høy etterspørsel fra e-handel og medisinsk transport.

6.6 Produksjonskapasitet

Joby og Archer har valgt to ganske ulike veier til masseproduksjon. Førstnevnte holder mest mulig av verdikjeden tett til brystet. De første 5 flyene er allerede rullet ut fra linjen i Santa Cruz og samme linje skal bygge ytterligere prototyper som går inn i et testprogram i løpet av året. På lengre sikt flyttes volumsatsingen til Dayton i Ohio. Der har Joby kjøpt en fabrikk på snaue 4.000 kvadratmeter, pluss opsjon på et landområde på størrelse med en fabrikk ti ganger så stor. Toyota bistår med kompetanse og kapital.

Archer har sin nye Georgia-fabrikk på nesten 40.000 kvadratmeter er allerede ferdig innredet, og Stellantis skal drive linjen på samme måte som de hvert år produserer hundretusenvise av bilmodeller. Ambisjonen er å forlate 2025 med to nye fly i måneden, til over 650 totalt innen 2030. Kapasiteten i bygget er dimensjonert for 650 maskiner årlig, og Archer har lagt inn opsjoner på utvidelser.

Når produksjonsmodellene er i luften møter begge selskapene en fysisk grense som ikke lar seg forhandle med: batteriets levetid. Dagens litium-ion-pakker tåler kanskje 1.500 sykluser før kapasiteten blir for lav for rutetrafikk. Det tilsvarer 3 til 5 år i daglig drift. Batteriene kan byttes, men hvert skifte koster sekscifret beløp i dollar. Selve flyrammen i karbonfiber og elmotorene bak rotoene er konstruert for omtrent 12 års tjeneste, rundt 25.000 flytimer, så batteribyttene vil trolig skje 2-3 ganger i løpet av livssyklusen. Archers faste rotoroppsett har færre bevegelige deler enn Jobys tiltrotorer og kan på papiret trenge litt mindre verkstedstid, men forskjellen blir neppe dramatisk så lenge vedlikeholds-planene skrives i tett dialog med FAA.

To forskjellige filosofier altså. Joby prioriterer kontroll, kvalitet og en stadig stigningstakt, mens Archer jager volum, kostnadsfall og global rekkevidde i høyt tempo sammen med Stellantis. Ifølge Wrights lov vil hver dobling av produksjonsvolumet dytte enhetskostnaden markant ned, og her har Archers aggressive kurve et fortrinn. Joby satser til gjengjeld på at nærhet til produksjonen gir raskere testing og færre regulatoriske tilbakeslag. Begge trenger uansett en seriesertifisering fra FAA før kundene kan betale for en billett, og på det punktet er de helt avhengige av samme byråkratiske samlebånd.

2x2 Matrise:

Postcards From The Future

Produksjonsambisjon vs designkompleksitet

		Lav	Høy
Y-Akse: Designkompleksitet	Lav	(Ingen aktører)	Archer – faste rotorer + Stellantis-partner. Mål $\approx$ 465 fly innen 2030, lavere kost per enhet, rask skalering
	Høy	Joby – tiltrotor. Estimert $\approx$ 56 fly innen 2030, fokus på grundig intern kvalitet og sertifisering	(Ingen aktører)
		X-Akse: Produksjonsambisjon	

Forklaring av kvadrantene

Lav kompleksitet, lav ambisjon: Ingen aktører her, da begge har ambisiøse planer eller komplekse design.

Lav kompleksitet, høy ambisjon: Archers enkle faste rotor-design og partnerskap med Stellantis støtter en ambisiøs produksjonsplan (465 fly innen 2030), med potensial for lavere kostnader og rask skalering.

Høy kompleksitet, lav ambisjon: Jobys tiltrotor-design er kompleks, og deres estimerte 56 fly innen 2030 reflekterer en forsiktig strategi, men med sterk intern kontroll.

Høy kompleksitet, høy ambisjon: Ingen aktører her, da høye produksjonsmål typisk krever enklere design for å være realistiske.

6.7 Militær

Det amerikanske luftforsvaret har valgt å bruke eVTOL-feltet som en test for fremtidens luft-logistikk, og Joby var først ut. I juni 2024 landet deres aller første S4-maskin på Edwards Air Force Base, et halvt år før tidsplanen. Kontrakten, i programmet «Agility Prime», løper opp til

131 millioner dollar og omfatter inntil 9 fly fordelt på flere baser. Den militære versjonen skiller seg lite fra Jobys sivile 4-seter. Det er samme 6 tiltrotorer, samme karbonskrog og batteri. Forskjellen ligger i detaljene. Sensorpakken er tilpasset for sand og snø, autopiloten er lagt opp for operasjon uten behov for kommunikasjon via bakkestasjoner, og kabinen kan bygges om til lasterom. S4-flyene for Edwards Air Force flyr nå jevnlig oppdrag som måler alt fra vibrasjonsnivå til rekkevidde i ørkenvarme, mens MacDill-basen i Florida forbereder mottak av de to neste i 2025.

Archer meldte seg på ett år senere, men med større pengebeløp. Luftforsvaret satte av inntil 142 millioner dollar til å teste Midnight, og det første flyet rullet inn i hangaren på Edwards i august 2024. Faste rotor og kortere rekkevidde passer luftforsvarets tanke om raske «base-til-base»-forflytning på under 100 kilometer der fart og lav lyd er viktigere enn lang utholdenhet. Archer installerer et mer konvensjonelt sensorsett enn Joby og fokuserer på oppdrag som evakuering av personell, hurtig levering av reservedeler og etter hvert ubemannet frakt når autonomien blir tillatt. 6 fly skal leveres i alt, forutsatt at testene de to første årene at ting spiller på lag.

På sikt kan dette bli en stille revolusjon. Et typisk UH-60-helikopter koster 15–20 millioner dollar og brenner hundre liter parafin i timen. Joby og Archer-plattformen ligger på en 1/5 av prisen. Om testene på Edwards og MacDill bekrefter teoretikernes lovnader, er det ikke bare budsjettet som vinner. Fremtidens bataljoner kan få leveranser som ankommer uten støy og uten eksosstripe på fiendens radarskjerm.

2x2 Matrise:

Postcards From The Future

Kontraktsomfang og autonomipotensial

		Lav	Høy
Y-Akse: Kontraktsomfang	Lav	(Ingen aktører)	Archer – ca. 142 mill. USD kontrakt; kortere rekkevidde og enklere design, men egnet for urbane logistikk- og overvåkningsoppdrag
	Høy	(Ingen aktører)	Joby – ca. 131 mill. USD kontrakt; lengre rekkevidde og avansert systemarkitektur gir stort potensial for autonome forsynings- og rekognoseringsoppdrag
		X-Akse: Autonomipotensial	

Forklaring av kvadrantene

Lavt omfang, lav autonomipotensial: Ingen aktører, da begge har betydelige kontrakter og autonomipotensial.

Lavt omfang, høy autonomipotensial: Archers \$142 millioner kontrakt er stor, men kortere rekkevidde og enklere design begrenser militære anvendelser. Autonomipotensialet er høyt for urbane logistikkoppdrag.

Høyt omfang, lav autonomipotensial: Ingen aktører, siden begge satser på autonomi.

Høyt omfang, høy autonomipotensial: Jobys \$131 millioner kontrakt og lengre rekkevidde gir høyt potensial for autonome militære droner, spesielt for logistikk i landlige områder

6.8 Reiseruter

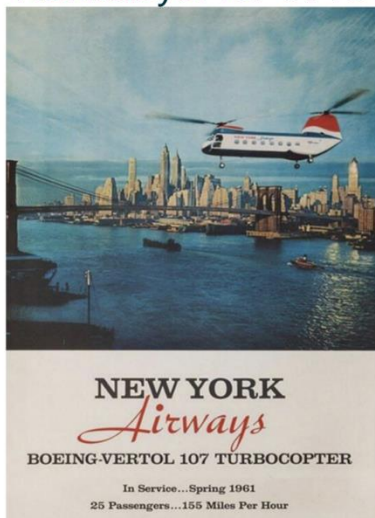
Urban air mobility eller evtol kalles denne nye former for transport av mennesker mellom og til og fra de store byene. Både Archer og Joby har vandret i det vi kaller «dødens dal» i mange år, men begge har i overkant en av milliard dollar på kontoen. De begge nærmer seg også de endelige godkjenningene av flyet for å starte kommersielle flyvning i USA i 2026.

Midtøsten tjuvstarter som nevnt sannsynligvis i fjerde kvartal 2025. Men hvordan ser de mest lovende rutene ut i USA?

Både Archer og Joby satser i tettbefolkede og trafikkerte byer hvor tidsbesparelser er betydelige. De mest lovende rutene er korte, høyt etterspurte korridorer som forbinder bysentra med flyplasser eller nærliggende forsteder. Nøkkelpyer inkluderer:

Postcards From The Future

Nøkkelpyer for eVTOL i USA



Los Angeles: Ruter som Santa Monica til Malibu eller Los Angeles International Airport til sentrum.

New York City: Ruter fra Manhattan til Newark Liberty International Airport eller JFK International Airport.

Miami: Flyplass-til-sentrum eller korte intercity-ruter.



DNB Asset Management

Marketing material dedicated to professional investors only. DNB Asset Management AS (Norway) and DNB Asset Management S.A. (Luxembourg). Webpage: <https://dnbam.com/en>

Disse rutene er ideelle fordi de tilbyr betydelige tidsbesparelser sammenlignet med dagens transportmuligheter. For eksempel anslår Archer at en 20 kilometer reise fra Santa Monica til Malibu, som tar over en time med bil, kan gjennomføres på 5 minutter med lufttaxi.

Joby planlegger å bruke over 300 fly i Los Angeles, med potensial til å generere mer enn 500 millioner dollar i årlig inntekt. Med en gjennomsnittlig billettpris på 80 dollar per passasjer og 10 turer per dag per fly, kan hvert fly tjene omtrent 292.000 dollar årlig. Jobys estimat på 500 millioner dollar antyder høyere kapasitet eller flere inntektskilder.

Hvis hvert fly frakter 4 passasjerer per tur og gjennomfører 10 turer daglig, blir det 40 passasjerer per fly per dag. Med 300 fly gir dette 12.000 passasjerer daglig, eller ca. 4,38 millioner passasjerer årlig i LA alene. Tilsvarende etterspørsel er ventet i New York og Miami.

Det estimerte kostnad per mile har ingen guidet på, men bransjeestimer indikerer mellom 1 og 2 dollar per mile. Archer anslår en pris på 3,30 dollar per sete-mile for 40 kilometer tur,

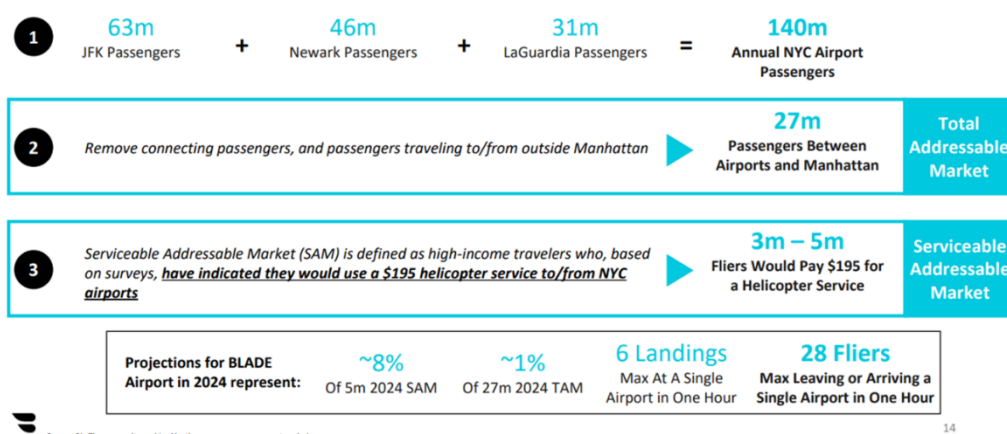
noe som gir ca 82 dollar per passasjer. Dette noe høyere enn taxier, men 5 ganger raskere. Med 4 passasjerer per tur blir inntekten 13,20 dollar per mile.

Regulatoriske løsninger faller gradvis på plass og infrastruktur i form av landingsplasser, eller vertiporter, ser også bra ut på flere strekninger. En del av fremtidens infrastruktur flyr snart over hodene våre.

Urban Air Mobility – Aksjeord 2022

MASSIVE MARKET FOR AIRPORT IN NYC...

TAM of 27 million passengers per year in New York City alone, with 3-5m passengers identified through surveys indicating they would pay to use a helicopter service, represents up to a \$1bn revenue opportunity pre-EVA



6.8.1 I Norge

Det norske kortbanenettet ble bygget ut på 60 og 70-tallet for å binde kystsamfunn og øysamfunn til resten av landet. Flyplassene har rullebaner på 8–900 meter og ble tilpasset små fly som Twin Otter og Dash 8. Mange av rutene er bare 50-200 kilometer lange, perfekt rekkevidde for elektriske VTOL-fly som ikke trenger rullebane i det hele tatt. I dag flyr Widerøe fortsatt de fleste av disse strekningene med fossilt drivstoff, men kostnader og klimakrav presser frem ny løsning.

Joby og Archer kan levere nettopp den løsningen. Innen 2030 regner Joby med en realistisk rekkevidde på nesten 500 kilometer når batterier på 400 wattimer per kilo er på plass. Archer legger seg lavere, men er fortsatt godt innenfor avstandene mellom Bodø og Svolvær eller

mellom Tromsø og Alta. Vertiporter kan i stor grad bygges på eksisterende kortbane-flyplasser, men også på kaifronter, hurtigbåtterminaler eller parkeringshustak i byene. De trenger bare et planareal på 4-800 kvadratmeter og hurtigladere som kan fylle batteriet på et kvarter.

Kaldt klima og vindfulle fjorder er en reell utfordring, men langt fra en showstopper. Både Joby og Archer har lukket kabin, aktiv termisk styring av batteriene og sensorer som jobber sammen med satellittbasert flytrafikkstyring.

Økonomisk vil statlige «kjøp-av-tjeneste-ordninger», de samme som holder Dash 8-trafikken i gang i dag, kunne gi et startvolum som får kostnadene raskt ned. Elektrisk drift fjerner både parafinregningen og store deler av vedlikeholdskostnaden. Det betyr at en billettpris på 500-1000kr mellom Kirkenes og Vadsø eller mellom Florø og Ålesund kan være innen rekkevidde uten større subsidier enn i dag.

Regulatorisk ligger Norge godt an. Luftfartstilsynet følger EASA-regimet, og EASAs sertifikat for elektrisk vertikal luftmobilitet ventes klart i andre halvdel av dette tiåret. Avinor har allerede satt av midler til pilotprosjekter. Oslo og Bergen pekes ut som første testmarkeder med shuttle mellom sentrum og flyplassene.

I praksis kan vi se en tidslinje der de første kommersielle eVTOL-rutene åpner i Oslo-området rundt 2027, kortbanenettet i nord kan få elektriske løft fra 2028, og full regional dekning er realistisk før 2035.

Under følger 2x2-matrisen vår på eVTOL-ruter i Norge

Etterspørselspotensial og teknologisk gjennomførbarhet

		Lav	Høy
Y-Akse: Etterspørsel	Lav	Turistruter – sesongbasert (Bergen - Geiranger): lengre rekkevidde krevende før 2030	Kortbaneruter i distrikter – korte distanser (Kirkenes - Vadsø): lav befolkningstetthet, krever subsidier
	Høy	(Ingen Offshore-ruter – olje- og gasslogistikk (Stavanger - Nordsjøen): krevende vær og spesialvertiporter)	Urbane ruter – høyfrekvent transport (Oslo - Gardermoen); enkel implementering med eksisterende infrastruktur
		X-Akse: Teknologisk gjennomførbarhet	

Forklaring av kvadrantene

Lav etterspørsel, lav gjennomførbarhet: Ruter som Bergen-Geiranger har sesongbasert etterspørsel og krever lengre rekkevidde, noe som kan være utfordrende for Archer før 2030.

Lav etterspørsel, høy gjennomførbarhet: Ruter som Kirkenes-Vadsø er teknologisk gjennomførbare (korte distanser), men lav befolkningstetthet gir begrenset etterspørsel uten subsidier.

Høy etterspørsel, lav gjennomførbarhet: Offshore-ruter har høyt potensial for oljeindustrien, men krever spesialiserte vertiporter og robuste systemer for værforhold.

Høy etterspørsel, høy gjennomførbarhet: Ruter som Oslo-Gardermoen har høy etterspørsel og er teknologisk enkle å implementere, med eksisterende infrastruktur og sterk markedsposisjon.

6.8.2 Manhattan – JFK

Slik kan turen se ut i 2028. Du sitter på et hotell i i sentrum av Manhattan, åpner Archer-appen og legger inn flynummeret ditt. Appen foreslår nærmeste vertiport på taket et par kvartaler unna, synkroniserer avgangstidene mot innenriksflyet ditt og viser en total reisetid som vanligvis lander mellom 30 og 50 minutter fra hotellet til boarding gaten. Prisbildet

ligger typisk rundt 150 til 200 dollar per passasjer med en dynamisk prising for eksempel når været er bra og etterspørselen er høy.

Gåturen til vertiporten er kort, og inne i den lille terminalen går alt fort. QR-koden fra appen tar deg gjennom innsjekk og identitetskontroll, biometrien kvitterer ja, og en lett sikkerhetssjekk. Dersom det er mye bagasje er dette den eneste delen som fortsatt kan skape små ulemper i hverdagen. eVTOL-flyene prioriterer nemlig passasjerplass over volum til kolli.

Postcards From The Future

«Silent» from airport to downtown in under 20 minutes



Ute på plattformen står Midnight klar. Takeoff er rett opp, så en sømløs overgang til horisontal flyvning. Selve turen til JFK er kort, som oftest pluss/minus 10 minutter, og lager mindre lyd enn et helikopter og kjører jevnt i luften. Appen viser posisjon, estimert landingstid og hvilken boardinggate du skal til.

Landingen skjer på en vertiport tett på terminalområdet, på innsiden av sikkerhetskontrollen. Her spiller integrasjonen med flyselskapene stor rolle. Boardingkortet ditt er allerede oppdatert og bagasjen din rutes mot riktig fly hvis du har sendt den separat.

2x2 Matrise: Reiseprosessens effektivitet

Postcards From The Future

Kompleksitet og brukeropplevelseskvalitet

		Lav	Høy
Y-Akse: Kompleksitet	Lav	Ingen	Innsjekking og utsjekking – automatisert via QR-koder og biometri; rask og smidig opplevelse
	Høy	Bagasjehåndtering – begrenset kapasitet og separat frakt reduserer komfort	App og flyvning – AI-integrert app og rask, stille transport med panoramautsikt
		X-Akse: Brukeropplevelse	

Forklaring av kvadrantene

Lav kompleksitet, lav kvalitet: Ingen prosesser her, Archer fokuserer på premium reiseopplevelse.

Lav kompleksitet, høy kvalitet: Disse prosessene er enkle, automatisert med QR-koder og biometri, og gir en smidig opplevelse.

Høy kompleksitet, lav kvalitet: Begrenset bagasjekapasitet og behov for separat frakt kan redusere brukeropplevelsen, spesielt for passasjerer med store kofferter.

Høy kompleksitet, høy kvalitet: Appen er avansert med AI og integrasjon, og flyvningen tilbyr rask, stille transport med store vinduer for rå utsikt.

Vi har fulgt industrien og vært investert i den i noen år. Vi driver med aktiv forvaltning så posisjonene varier litt med forholdet mellom kortsiktig *newsflow* og aksjekursen. Selskapene (e.g. Joby og Archer) har nå noen svært viktige kvartaler for seg. Proof of technology med godkjenninger i USA forventes i H2 2025/H1 2026, og med en soft launch i Midtøsten i Q4 2025 kan selskapet både få proof of technology og proof of concept. Da flytter selskapet seg over i en ny fase, slik vår foil under viser.

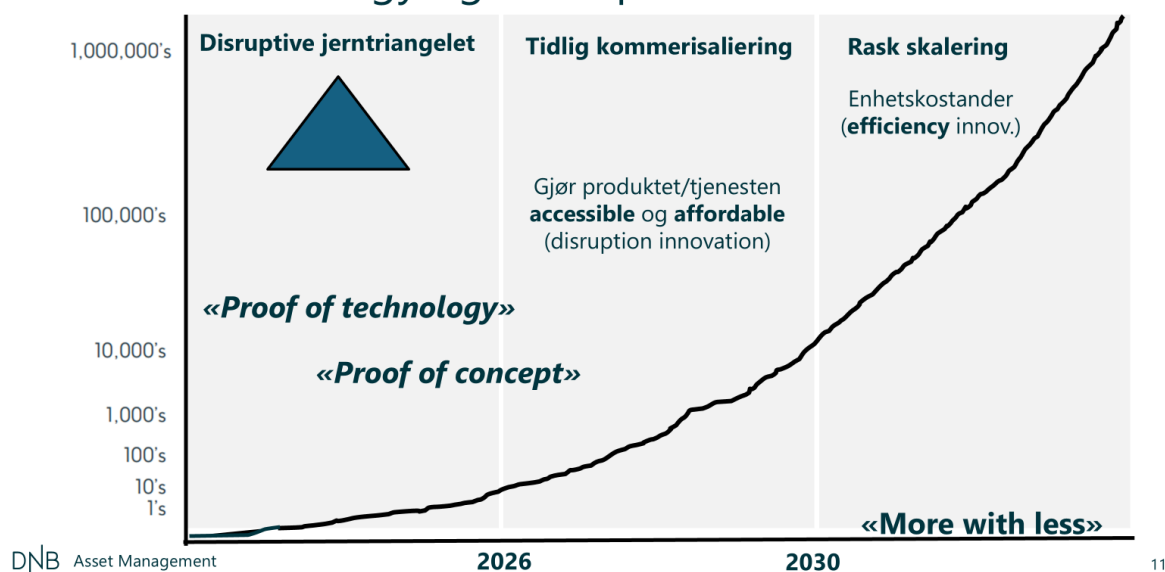
Postcards From The Future

Valley of death analysen og trigger punkter - Joby

	Proof of technology	Proof of business model	Scaling of business
Mål	For å bli godkjent for kommersiell urban airtaxier kreves godkjenning myndighetene (FAA i USA)	Markedsaksept for eVTOL som en mainstream transportløsning	Skalering av produksjon og operasjoner uten betydelige tekniske eller regulatoriske hindringer
Status	Joby har nå 62% av fase 4 komplett, og har vist sterk fremgang siste kvartalene i USA	Selskapet har ikke gitt pris og kostnads estimater per tur/miles Ruter er beskrevet	Selskapets produksjonsfasilitet i Marina, CA ferdigstilles i Q3 25
Trigger punkter	FAA Godkjenning i USA Vårt estimate: H1: 2026 Godkjenning i Dubai Vårt estimate: Q425/Q126 Flere regionale avtaler med flyselskaper (teknisk DD)	Vellykket kommersialisering av lufttaxitjenester i flere markeder. Først Dubai, deretter USA og UK. Våre estimater: Q1 26: Dubai og Q2 26: USA Leveranse/ordre på forsvars-kontrakter	Ferdigstillelse Utvidelse Skalaproduksjon erstatter pilotproduksjon Ny fabrikk i eller utenfor USA

Postcards From The Future

Proof of technology og concept - eVTOL



7.0 Droner

7.1 Droner i helsesektoren

For noen år siden i avisen sto det om en vakker førjuls historie fra Trollhättan i Sverige. En 71 år gammel mann fikk hjertestans, og en drone leverte en hjertestarter på bare 3 minutter. Raskere enn noen ambulanse til å kunne komme frem. En lege som tilfeldigvis var i nærheten, utførte hjerte-lungeredning og brukte hjertestarteren fra dronen. Dette var avgjørende for å redde mannens liv og det regnes nå som det første kjente tilfellet der en drone direkte har bidratt til å redde en person med hjertestans.

Droner, eller ubemannede luftfartøy (UAV), har begynt å spille en rolle i helsesektoren. Deres evne til å navigere gjennom vanskelig terreng og levere tjenester raskt og effektivt gjør dem verdifulle for alt fra levering av medisiner til nødsituasjoner og til mer rutinepreget levering av medisiner.

Levering av medisinsk utstyr og forsyninger har begynt å få et visst omfang. Zipline Drone Service opererer droneleveransetjenester i land som Rwanda og Ghana, hvor de har levert blod, vaksiner og andre medisinske forsyninger til landlige områder. Deres droner kan levere opptil 1,8 kg med forsyninger og har redusert leveringstider fra timer til minutter. I Rwanda har de fløyet over 300.000 km og levert 7.000 enheter blod i over 4.000 flygninger uten ulykker. Dronene bruker papirfallskjermmer for å slippe pakkene og selve dronen returnerer til basen. Reiseruten oppdateres via SIM-kort. De navigerer ved hjelp av mobilnettverk og GPS, med realtidsmonitorering for å sikre trygg levering. Helsepersonell kan bestille forsyninger via SMS, noe som gjør prosessen effektiv og enkel. Zipline har også planer om å starte pilotprosjekter i USA. I India finner vi også prosjektet «Medicines from the Sky» som utforsker bruken av droner til å levere medisinske til områder uten god og tilgjengelig infrastruktur på bakken.

Nødsituasjoner og redning er et annet område. I Sverige har levering av hjertestartere ved hjerteinfarkter blitt gjort med droner. Droner ankommer som regel raskere enn ambulanser, viser studier. Det er spesielt viktig for å redusere tiden til første støt.

Droner kan overvåke pasienter på avstand ved hjelp av kamerater og sensorer, spesielt i områder med begrenset helsetjeneste. Det har også vært mange piloter der droner hjelper til

med å levere laboratorieprøver, medisiner og andre helserelaterte forsyninger effektivt i mer urbane strøk med mye trafikk. Droner brukes til å overvåke katastrofeområder, biologiske trusler og sprede av sykdommer. De gir sanntidsdata og bilder som hjelper med å koordinere respons

Det er fortsatt tidlig fase i denne delen av industrien. Det er behov for klare reguleringer for å sikre sikker drift av droner i helsesektoren, dette gjelder både frekvensbruk og luftkorridorer. Vi har i mange andre sammenhenger trukket frem batterier og selvkjørende software som to svært sentrale enablere for disruptionsjoner. Dette gjelder også for droner. Uten fremskrittene her vil neppe dronene bli skalerbare.

Droner har begynt å vise hva de kan gjøre for helsesektoren ved å forbedre tilgang til helsetjenester, øke responsen i nødsituasjoner og effektivisere logistikk. Vi tror den nye infrastrukturen på mange områder bygges over hodene våre. Det gjelder også i helsesektoren.

7.2 Kategorisering av bruksområder

I dag finner du dronene overalt, fra stranda der noen filmer solnedgangen, til kraftlinjer hvor ingeniører inspiserer isolatorer uten å måtte klatre opp i masten. De gjør foto og video enkelt for alle, med stabilisering, smarte flymoduser og kameraer som leverer TV-kvalitet. Samtidig har profesjonelle nisjedroner blitt hjelpelige med arbeid for bedrifter.

Innenfor frakt og levering er kanskje den mest synlige endringen. Mat og småpakker flyr korte ruter i utvalgte nabolag, styrt av systemer som holder orden i luftrommet i lav høyde. I landbruket har de sensorer som ser mer enn øyet, kontroll på fuktighet, sykdom og gjødsling. En bonde kan fly over åkeren, oppdage tørre felt på skjermen og sette inn tiltak samme dag. Industrien bruker droner til å inspisere broer, vindmøller og fasader, og sparer både tid og risiko når ingen trenger å henge i tau.

I beredskap er de blitt et nytt verktøy for «first-responders», altså de som rykker først ut ved for eksempel naturkatastrofer. Brannvesen finner varme punkter, politi får oversikt på minutter, og redningsmannskaper søker i skog og fjell med termisk kamera. Underholdning

har også omfavnet teknologien. Filmskapere får luftbilder uten helikopter, og lysdroner tegner logoer og figurer på nattehimmen der fyrverkeri før var eneste mulighet.

De neste 5 til 15 årene blir bruksområdene bredere og mer ambisiøse. Urban luftmobilitet, inkludert eVTOL som vi var gjennom i forrige kapittel, vil gradvis gå fra demo til kommersiell drift. Storskala logistikk får et løft når droner flyr lengre ruter utenfor synsrekkevidde (BVLOS), for eksempel medisiner mellom sykehus.

Miljøovervåking blir mer autonom, med flåter som patruljerer skog for å fange opp ulovlig hogst eller tidlige tegn til skogbrann. Personlige tjenester dukker opp i nisjer, som små assistentdroner som følger en jogger i lysløypa, leverer vann og passer ruten. Og i den andre enden av skalaen ser vi svermer som løser oppgaver sammen, fra koordinert søk i flomområder til midlertidige konstruksjoner i krisesoner.

For å komme dit trengs en tydelig teknologisk «roadmap». På kort sikt frem mot 2030 må luftromsstyringen for små droner tåle mer trafikk. UTM (trafikksystemet for ubemannet luftrom) må bli like pålitelig som tårnkontrollen på en flyplass. Batteriene må også vare lenger. Sensorene må bli bedre i dårlig vær, og regelverk for flyging utenfor synsrekkevidde må bli mer samstemte på tvers av landegrensene.

I perioden 2030 til 2035 handler det om full autonomi i flere scenarioer, ikke bare teknisk, men også operativt og juridisk. Algoritmer må håndtere uventede hendelser med samme ro som en erfaren pilot. For ruter over mange mil kan hybrid løsninger med f.eks hydrogen gi økt rekkevidde uten tungt batteri. Byene kobler dronene inn i smart infrastruktur som holder økosystemet knirkefritt.

Fremtidens bruksområder (5–15 år frem i tid)

1. Urban luftmobilitet

eVTOL kan transportere mennesker i byer for å avlaste trafikk på bakken

2. Storskala logistikk og langdistanseleveranser

Droner leverer varer over lengre avstander inkludert mellom byer eller til øde områder som medisinske forsyninger til landlige sykehus

3. Autonome miljøovervåkingssystemer

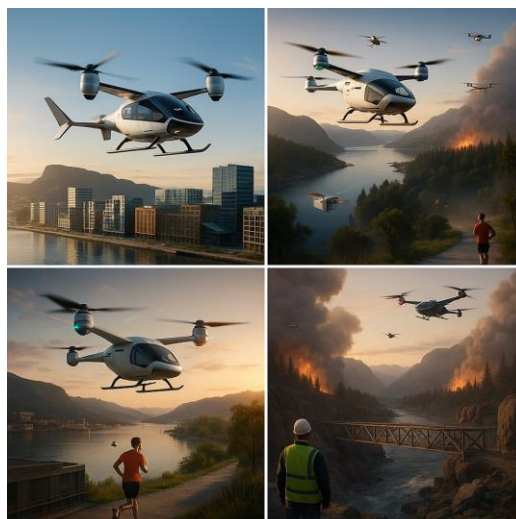
Droner kan overvåke miljøet i sanntid som skogbranner oljesøl eller klimaendringer ved hjelp av avanserte sensorer og AI

4. Personlig tilpassede drone-tjenester

Droner kan tilby skreddersydde tjenester som personlig sikkerhetsovervåking, levering av småvarer eller til og med dronebaserte assistenter

5. Swarm-operasjoner for komplekse oppgaver

Flokker av droner kan samarbeide autonomt for å løse komplekse oppgaver som å bygge midlertidige strukturer eller koordinerte søk-og-redningsoppdrag



Mot 2040 trenger vi globale systemer som snakker sammen. UTM må håndtere millioner av samtidige flyvninger, og ubemannede fartøy må dele luftrom med bemannede fly sømløst. Energi kan hentes mer smart gjennom lokal sol og små batterilagre som glatter ut effekttopper ved lading. Hardware blir mindre og mer modulær, slik at en og samme plattform raskt kan skifte oppgavefokus.

Det finnes likevel noen harde nøtter som må knekkes. Batteritid begrenser rekkevidde og nyttelast for mange av de mest lovende tjenestene, og det er ikke bare kjemi som må bli bedre. Aerodynamikk, vekt og drift må optimaliseres videre. Luftromsstyring i stor skala er en digital infrastrukturutfordring, ikke ulik det mobilnettet løste for datatrafikk. Sikkerhet i flyving utenfor synsrekkevidde krever backup, slik at enkeltfeil ikke fører til hendelser.

I dag løser droner allerede reelle problemer billigere, tryggere og raskere enn alternativene. Fremtidens tjenester bygger videre på dette.

7.3 Dagens reguleringer i Norge

I Norge følger droner EASA-reglene, og rammene er ganske oversiktlige: Operatører registrerer seg når dronen veier over 250 gram, får et ID-nummer og betaler en liten avgift.

Flyging skjer i hovedsak innen synsrekkevidde og under 120 meters høyde, med god avstand til mennesker og bebyggelse og normalt ikke nærmere enn 5 kilometer fra flyplasser.

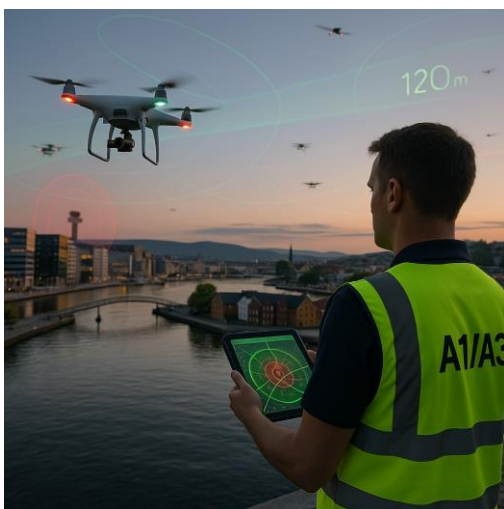
Forsikring er påkrevd, og alt bildeopptak må håndteres etter personvernreglene. De fleste hobby- og enkle kommersielle flyginger havner i «Åpen kategori», der et nettbasert A1/A3-kurs holder. Mer krevende operasjoner går i «Spesifikk kategori» med risikovurdering og godkjenning, mens «Sertifisert» gjelder de mest risikofylte og likner bemannet fly og helikopter i krav og prosess.

De neste årene blir viktigst å få mer rutinemessig tilgang til flyging utenfor synsrekkevidde. Myndighetene åpner gradvis for BVLOS (Beyond Vision Line Of Sight) der det gir nytte, som leveranser og inspeksjoner, og bygger samtidig opp UTM-systemer på en felles plattform. Frem mot 2030 tror vi det også kommer tydeligere regler for urban luftmobilitet og eVTOL, slik at luftrom, vertiporter og sikkerhetskrav kan henge sammen. Parallelt strammes personvernet til og samarbeid med EU gjør at norske aktører i større grad møter like regler på tvers av landegrenser.

Dog pekes det på flaskehalser. BVLOS-tillatelsene tar tid, regelverket oppleves tungt for små selskaper, og personvern i populære turistområder skaper friksjon. Luftrommet rundt byer og flyplasser er ofte strengt regulert, og flere frykter at Norge (og EU) kan tape tempo mot USA og Kina dersom godkjenninger og infrastruktur ikke går raskere.

Postcards From The Future

Dronereguleringer i Norge



Dagens regler (Luftfartstilsynet & EASA):

- Registrering for droner >250g (ID-nummer, avgift 150-200 NOK)
- Høydegrense: 120 m=VLOS-operasjoner
- Avstand: 150 m fra mennesker/bygninger: 5 km fra flyplasser
- Obligatorisk forsikring og GDPR-personvern
- Kategorier: Åpen (lav risiko, kurs A1/A3), Spesifikk (risikovurdering), Sertifisert (høyrisiko)

Fremtidige utviklinger (2025–2035):

- Utvidet BVLOS-godkjenning (leveranser/inspeksjoner, 2025–2030)
- Implementering av UTM-systemer (trafikkhåndtering, 2026–2032)
- Regulering av UAM/eVTOL (sikkerhet/integrasjon, 2030–2035)
- Strengere personvernregler (2025–2027); Samarbeid med EU

Hovedbetyrninger:

- Begrenset BVLOS-tilgang (tidkrevende søknader)
- Komplekst regelverk (utfordrende for små bedrifter)
- Personvern i turistområder (f.eks. Lofoten)
- Luftromsrestriksjoner (nær flyplasser/byer)
- Global konkurransekraft (bak USA/Kina i innovasjon)

7.4 USA

I USA er det Federal Aviation Administration (FAA) som setter rammene for alt som flyr, også droner. Reglene skiller mellom hobbyflyging og kommersiell bruk, men grunnideen er den samme: luftrommet skal være trygt, dokumentert og forutsigbart. Alle droner som veier over 250 gram må registreres, og merkes med et unikt nummer.

Sett fra det operasjonelle handler det hovedsakelig om høyde, sikt og steder du ikke skal være. Som utgangspunkt holder man seg under 400 fot. De fleste flyr innenfor synsrekkevidde, men BVLOS åpnes gradvis opp gjennom godkjente prosjekter og dispensasjoner. Senest onsdag 6.august 2025 kom FAA og secretary Sean Duffy med en [BVLOS-pressemedling](#) og presisering. Det er svært tydelig at USA ønsker å dominere innen droneindustrien.

Nær flyplasser, stadioner og andre sensitive områder kreves eksplisitte tillatelser. Nattflyging er mulig for de som er sertifisert, og dronen må være utstyrt med riktig lys. For kommersiell kjøring kreves Part 107-sertifikat, som er en teoriprøve i luftfartsregler og sikkerhet, mens fritidspiloter kun trenger en enkel test kalt «TRUST».

En viktig endring de siste årene er Remote ID. I praksis er dette et digitalt nummerskilt som gjør at myndigheter kan se hvem som flyr hva og hvor. Det øker sikkerheten og senker terskelen for å slippe inn mer avanserte operasjoner. Samtidig har amerikanske myndigheter strammet inn bruken av utenlandske droner i offentlige etater av hensyn til nasjonal sikkerhet, noe som har tvunget politi og brannvesen over på amerikanske leverandører. Parallelt bygges det ut UTM som på sikt skal gjøre det mulig å koordinere tusenvis av små flyvninger over byer uten at det blir kaos.

Dronereguleringer i USA

Dagens regler:

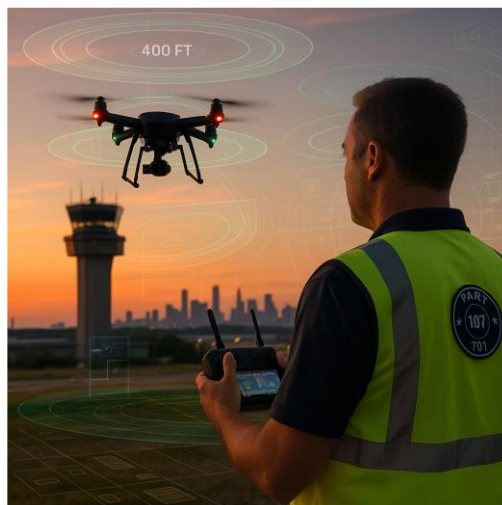
- Registrering for droner >250g (unikt nummer, bøter opp til \$27,500)
- Høydegrense: 400 ft (120 m); VLOS, men BVLOS-godkjenning for kommersielle (f.eks. Flytrex/Wing)
- Restriksjoner: Ingen flyvning nær flyplasser/stadioner, Nattdrivning med sertifisering
- Pilot-sertifisering: Part 107 for kommersielle, TRUST for fritid
- Remote ID (fra 2023): «Digitalt nummerskilt» for posisjon/høyde
- Forbud mot kinesiske droner (DJI) for offentlige etater
- UTM-systemer i pilotfase for trafikkkoordinering

Fremtidige utviklinger (2025–2035):

- Utvidet BVLOS-regler (leveranser, implementering innen 2030)
- Integrasjon med bemannet luftfart (UTM-protokoller, 2030–2035)
- Strengere sikkerhet/personvern (anonymisering, støyreduksjon)
- Drone Integration and Zoning Act (S.1249): Lokal kontroll, men bekymring for fragmentering
- Global harmonisering (samarbeid med EU/Asia, gradvis til 2035)

Hovedbekymringer:

- Regulatorisk usikkerhet/forsinkelser (hindrer innovasjon, USA bak Kina)
- Fragmenterte lokale regler (S.1249 øker kompleksitet/kostnader)
- Sikkerhet/personvern (offentlig motstand, høye krav)
- Begrensninger på utenlandske droner (forsyningsproblemer, høye kostnader)



Neste kapittel i reguleringene skrives nå. FAA har varslet et tydeligere rammeverk for BVLOS slik at lengre ruter og leveranser kan foregå uten at en pilot må ha dronen i sikte. Dette henger sammen med ambisjonen om å integrere droner og bemannede fly i samme luftrom, der smarte systemer, standardiserte protokoller og sanntidsdata løser konfliktløsning og separasjon. Det kommer også mer fokus på personvern og støy. Når flere flyr nært folk og hjem, må kameraer, logging og akustikk håndteres på en måte som publikum aksepterer.

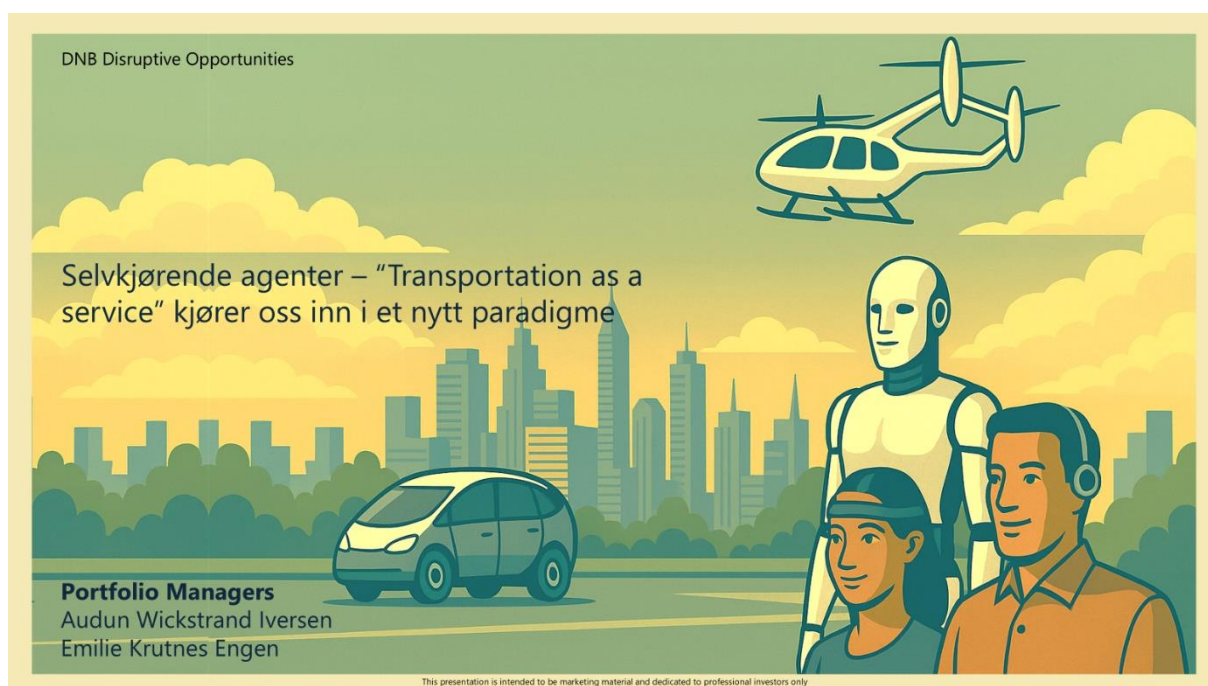
På den politiske siden diskuteres lovforslag som kan gi byer og delstater større kontroll over «lavt luftrom». Det kan gi lokal tilpasning, men også et lappeteppes av regler som gjør nasjonal skalering vanskeligere. På lengre sikt peker bransjen mot mer internasjonal harmonisering, særlig med EU, slik at teknologien kan rulles ut på tvers av landegrenser uten å skrive regelverket på nytt hver gang.

Forbud mot populære, rimelige utenlandske plattformer skaper dessuten press på amerikansk produksjonskapasitet og leveringskjeder. USA har et tydelig mål på sikkerhet, en realistisk vei mot BVLOS i stor skala, og et økosystem for UTM.

8.0 Disruptive Investeringsstrategier for selvkjøring

Vår analyseenhet er alltid aksjer. Det er det vi investerer i. Vi runder av som vanlig med noen løse tanker om hvordan vi tenker på aksjer i vår portefølje, og som vanlig er det ingen anbefalinger knyttet til hverken fondet eller enkelt aksjer. Kun perspektiver på hvordan ulike aksjer kan passe inn i dette perspektiv notatet på tidspunktet det er skrevet.

Mange av foilene vi har brukt i dette perspektivnotatet er en del av en investorpresentasjon:

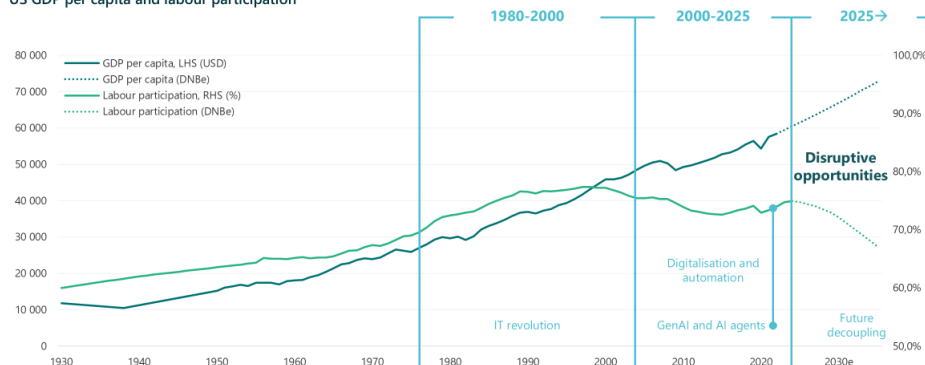


De selvkjørende agentene er en av fire innovasjonsplattformer (ordkommandoer samt digitale, fysiske, selvkjørende agenter) som vi tror vi skape, endre og ødelegge mange forretningsmodeller de neste 5 årene. I sum vil disse agentene erstatte betydelige deler av den menneskelige aktiviteten for økonomisk bidrag og vekst. Produktiviteten vil stige samtidig som arbeidsledigheten vil gå opp.

From human labour to automation

Widening productivity gap fuelled by disruptive technologies

US GDP per capita and labour participation



DNB Asset Management

Source: Maddison Project Database 2023
Marketing material dedicated to professional investors only. DNB Asset Management AS (Norway) and DNB Asset Management S.A. (Luxembourg). Webpage: <https://dnbam.com/en>

9

De selvkjørende agentene har vi analysert i mange år. DNB sine kunder fra Alta i nord til Fredrikstad i sør har de siste årene hørt om selvkjørende biler, evtol, droner og «transporation as a service». Ofte til undring, noen ganger til humring. «Finfinansien», gjennomsnittet og de store penga kan nok mindre om selvkjørende agenter enn våre kunder i Alta og Fredrikstad, og det du kan etter å ha lest og skummet dette perspektivnotatet. Akkurat det er en styrke hvis man tror på investeringscaset. Mange skal lære, forstå og bygge posisjoner i en investeringsstrategi som inkluderer selvkjørende agenter. De eier de aksjene og industriene som blir disruptert, ikke det som disrupterer. Kanskje er det slik at formuer atter en gang skal bytte hender? Gjør din egen analyse, da blir verden enda mer spennende.

Bildet under kan være en slags quiz. Svarer du bil bor du fortsatt i det samme paradigmet som tysk og japansk bilindustri - og «finfinansien».

Hva ser du? En bil eller en fysisk agent på fire hjul?

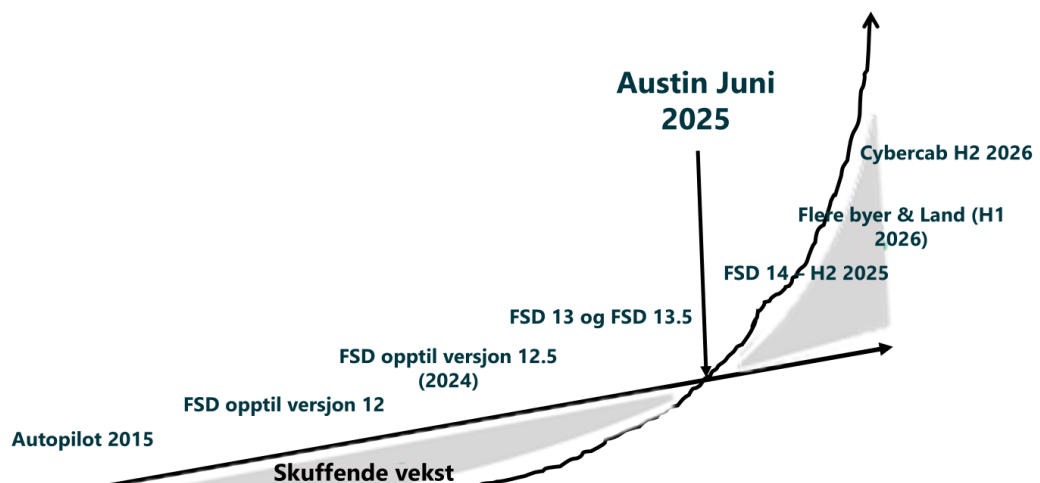


DNB Asset Management

Vi har diskutert hvordan utviklingen av selvkjørende agenter har vært. Det er som alltid med nye innovasjoner en historisk linje som svinger som fraktratene til shipping-gjengen. I figuren under illustrerer vi denne utviklingen for Tesla FSD. Mange tror at vi vil få en ny skuffelse. Det tror altså ikke vi. Vi tror den vellykkede lanseringen i Austin i juni vil i historiens bakspeil bli beskrevet som et Iphone-øyeblikk for «Transportation-as-a-Service». Time will Tell.

Postkort fra fremtiden

Initial skuffelse gjør at man tror på lineær vekstbane



Source: Basert på Naam

DNB Asset Management

Marketing material dedicated to professional investors only. DNB Asset Management AS (Norway) and DNB Asset Management S.A. (Luxembourg). Webpage: <https://dnbam.com/en>

2

I 2019 lanserte vi DNB Disruptive Muligheter og lagde foilen under som vi fortsatt bruker og kaller det «disruptive veikartet». De som har fulgt oss lenge kjenner foilen godt. Selvkjørende agenter er hovedsakelig innenfor det vi kaller (2) Urban Mobilitet. En del av de teknologiske «enablerne» faller innenfor det vi kaller (3) Maskinrevolusjonen.

Vi er halvveis i det vi i mange år har kalt det disruptive tiåret. Fremover vil disse innovasjonsplattformene konvergere og skalere (dette beskriver vi i det neste disruptive perspektivnotatet). Innovasjonen vil bli synlige for deg og meg. Disrupsjoner er konsekvenser. Og det er de vi vil se de neste 5 årene.



I figuren under ser du hvilke ulike selskaper som vi anser som relevante for selvkjørende agenter og som vi akkurat nå eier i fondet.

Portfolio positioning – Selvkjørende agenter

Investments segmented across four primary categories and five main themes

1. Connectivity	2. Urban Mobility	3. Machine revolution	4. Demographics	5. Green Deal
Mothership  	 	  		 
Machine room	 	  		
Elevator 	 	 		 
Crazy ones 	 	 		

Marketing material dedicated to professional investors only. DNB Asset Management AS (Norway) and DNB Asset Management S.A. (Luxembourg). Webpage: <https://dnbam.com/en>

4

Vi runder av med en liten oppfordring. Les, tenk sjæl og gjør dine egne analyser. Verden blir utrolig mer spennende når kunnskap og fantasi jobber sammen for å forstå og investere i nåtiden for fremtiden.

Tusen takk for tiden.

Vi sees i fremtiden.