



HUMANOIDS

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 blir ikke mindre, kanskje heller mer, når man deler det. Med det utgangspunktet; ha en fin reise i våre perspektiver.

Innhold

Disclaimer	2
1.0 To verdener kolliderer	3
2.0 Fysisk AI - Japans datafordel	6
2.1 Japanske børsnoterte selskaper innenfor robotics	8
2.2 Trender i japansk robotikkindustri.....	11
3.0 Humanoids - Fra <i>dødens dal</i> til eksponentiell vekst.....	14
3.1 Maskinen bygget for våre omgivelser	15
3.2 Force Control.....	16
4.0 Darwins lov i den mekaniske æraen	23
4.1 Figure 03	25
4.2 1X NEO.....	27
4.3 Agility Digit	28
4.4 NEURA Robotics	29
4.5 Kina er dagens volum-konge.....	30
4.6 Boston Dynamics Atlas.....	31
4.7 Tesla Optimus	32
4.8 Vår humanoid-matrise	33
5.0 Optimus Gen 3 - Kroppen som overgår mennesket	34
5.1. AI5.....	35
5.2 Moaten ingen kan kopiere?	38
5.3 Over <i>Dødens Dal</i>	42
6.0 Adam Smith, Taylor og Weber - nå for maskiner	44
7.0 Menneskehetens nye kapittel	48

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.

I en verden der kunstig intelligens (AI) dominerer overskriftene, er det lett å glemme at roboter ikke bare er hjerner. De er også kroppar. Mens USA leder an i utviklingen av smarte algoritmer og nevralt nettverk, mangler de den fysiske robustheten som kreves for å gjøre roboter til en virkelig revolusjonerende kraft.

DNB Disruptive Opportunities

Four game-changing innovations

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



James Riney, grunnlegger og CEO i Coral Capital, skrev nylig en artikkel der vi finner mange poenger vi deler. Han poengterer i sin artikkel *"If the US Wants Robots, they need Japan"*.

Amerikanske roboter vil ha «Japan Inc» stemplet over seg. Dette er basert på Japans tiår med ekspertise i presisjonsproduksjon, eller *monozukuri*. Kunsten å lage ting med ledende kvalitet og pålitelighet.

1.0 To verdener kolliderer

I det siste tiåret har Vesten, med USA i front, digitalisert verden. Som Marc Andreessen sa: «*Software is eating the world*». Marginalkostnadene er nær null. Skriv koden én gang, og den kan skaleres til milliarder av brukere. Feil fikses med en oppdatering, og innovasjon handler om å «*move fast and break things*». Men robotikk er annerledes. Her er fysikken ubarmhjertig. En feil i en girkasse kan ikke bare *patches*. Den kan knuse bein eller ødelegge en produksjonslinje.

Humanoids har mange motstridende krav. Sterke, men lette. Raske, men presise. Varmeavledende, men batterivennlige. Dette er Japans og dels Tyskland sin hjemmebane. Japan har perfektionert *monozukuri*, en filosofi som kombinerer teknisk ekspertise med taus kunnskap (*tacit*). Dette er den usagte visdommen som bor i hendene til ingeniører. Det handler om hvordan f.eks en metallegering reagerer på varmebehandling eller hvilken smøring som hindrer et ledd i å sette seg fast. Mens USA kontrollerer nevrale nettverk, styrer Japan nervesystemet. Nemlig de presise komponentene som gir roboter liv.

10.000 timers pålitelighetsklippe

Den største misforståelsen i en voksende robot-hype (som kommer ila et par år, tror vi da) er forskjellen mellom en imponerende demo og ekte produktiv utplassering. En robot som danser i en video, opererer under såkalt «kortvarig toppytelse». Men fabrikker krever oppetid og produktivitet, ikke showfaktor. En bilfabrikk kjører døgnet rundt, og roboter må tåle 5.000-10.000 timers mellom hver feil.

Dette er noe vi kaller «*Reliability Cliff*». En klippe der mange AI-fokuserte aktører faller av etter 1.000 timer. Det er en klippe i *Dødens Dal* der forretningsmodellene går konkurs fordi de ikke passerte *Proof of Technology*. Girkasser sliter, smøring brytes ned, og presisjon forsvinner. Japanske selskaper som *Harmonic Drive Systems* og *Nabtesco* har løst dette over 50 år. De mestrer det meste innen tribologi, metallurgi og varmebehandling. Takket være det fleksible stålelementet, *flexspline*, som er i konstant inngrep med flere girtenner, leverer Harmonic Drive Systems komponenter for presise bevegelser og null døgang. Her er det null spillerom mellom girtenner, og tåler 20.000 timer, mot konkurrenters 500. Dette er ikke bare teknologi. Dette er prosesskunst for oss robotnerder.

I den japanske robotindustrien ser vi monozukuri i aksjon. For eksempel bruker Mazda flere AGV-roboter (*Autonomous Guided Vehicles*) for fleksibel produksjon av sine biler, noe som øker effektivitet og reflekterer kontinuerlig forbedring (*kaizen*, kalles det ofte). I historisk perspektiv strekker dette seg helt tilbake til Edo-periodens mekaniske dukker, som for eksempel Yumihiki Doji, skapt av Toshiba's grunnlegger Tanaka Hisahige (1820-tallet). En slags japansk Thomas Edison. Dette var tidlige eksempler på presisjonsmekanikk. ([se video her](#))

Japans skjulte oligopol

Under huden på enhver høykvalitetsrobot rundt om i hele verden finner du japanske komponenter. USA dominerer hjernen, Kina integrasjonen, men kroppen er japansk.

De sitter på flere av de viktigste flaskehalsene i verdikjeden for humanoids. Harmonic Drive Systems (6324.T) leverer ekstremt presise gir som gjør at armer, hender og fingre kan bevege seg jevnt og nøyaktig. Nabtesco (6268.T) er ledende på ledd og bevegelsessystemer til blant annet skuldre og knær, og har rundt 60% global markedsandel innen sitt område. SMC (6273.T) er sterk innen pneumatiske systemer, altså teknologi som bruker trykkluft til å skape bevegelse i leddene. Keyence (6861.T)

leverer sensorer som gjør at robotene kan forstå omgivelsene sine, mens Sony (6758.T) er en stor aktør innen bildesensorer. I tillegg er THK (6481.T), NSK (6471.T) og NTN (6472.T) sentrale innen lineære aktuatorer og lagre. Dette er komponenter som sørger for stabil, presis og slitesterk bevegelse i robotene

Kina forsøker nå å presse prisene ned og standardisere flere av disse komponentene, men i de mest krevende og høypresise bruksområdene er det mange robotprodusenter og underleverandører betaler mer for japansk kvalitet og driftssikkerhet. Det sier også noe om styrken i denne posisjonen at børsnoterte japanske robotselskaper som Fanuc (6954.T), Yaskawa (6506.T) og SMC (6273.T), sammen med flere andre, samlet er verdt godt over 100 milliarder dollar. Japan er dermed ikke bare en ledende aktør innen industriroboter, men også en nøkkelspiller i infrastrukturen som kan gjøre humanoide roboter mulig i stor skala.

Magnetkrigene

Neodymium-magneter er essensielle for effektive motorer, men Kina kontrollerer 60-85% av forsyningkjeden, inkludert sjeldne jordarter som dysprosium. Dette er en geopolitisk risiko, Kina har brukt handelsrestriksjoner før. Men Japan forbereder seg. Proterial og Shin-Etsu Chemical (4063.T) har utviklet magneter uten sjeldne jordarter, blant annet ved hjelp av *Grain Boundary Diffusion*, en produksjonsmetode som gjør det mulig å bevare høy varmebestandighet og ytelse uten samme avhengighet av kinesiske råmaterialer. Proterial meldte i juli 2025 at selskapet hadde startet prøveleveranser, i tillegg bidrar en avtale mellom USA og Japan fra oktober 2025 samtidig til å bygge alternative forsyningskjeder med støtte fra blant annet Australia. Dette er viktig fordi det viser at Japan ikke bare forsvaret dagens posisjon i robotverdikjeden, men også forsøker å redusere sårbarheten i tilgangen på kritiske materialer. Vi følger denne utviklingen tett.

2.0 Fysisk AI - Japans datafordel

Japanske roboter har lenge hatt rykte på seg for å være mekanisk overlegne, men mindre fleksible og intelligente enn de mest software-tunge systemene fra USA. Det bildet er nå i ferd med å endre seg. Skillet mellom presis mekanikk og avansert kunstig intelligens blir mindre, og Japan forsøker å koble sin industrielle styrke med neste generasjon software, fysisk AI og mer programvaredefinerte roboter.

Det som gjør Japan spesielt interessant er også dataen. De har gjennom flere tiår bygget opp en enorm installert base av industrielle roboter, og japanske produsenter er fortsatt blant de mest dominerende i verden. IFR peker på Japan som en av verdens klart viktigste robotnasjoner, mens japanske myndigheter historisk har vist til at japanske produsenter har hatt over 70% andel av det globale markedet målt på leveranser. Det betyr at selskaper som Fanuc, Yaskawa og Kawasaki over tid har samlet store mengder driftsdata fra virkelige fabrikkmiljøer, blant annet om dreiemoment, friksjon, vibrasjon, slitasje og avvik. Slik data er svært verdifull fordi den kommer fra faktiske bevegelser og feil i den virkelige verden, ikke bare fra simuleringer.

Det er her Japans potensielle fordel innen fysisk AI ligger. USA er fortsatt sterkest på de store språkmodellene og de digitale «hjernene» som forstår kommandoer og intensjon, altså hva en robot skal gjøre. Japan kan få en nøkkelrolle på den andre siden av ligningen. Som hvordan bevegelsen faktisk skal utføres i praksis, med riktig kraft, presisjon og stabilitet. En ting er å gi en robot kommandoen «lag kaffe». Noe helt annet er å få roboten til å gripe koppen riktig, tilpasse trykket i hånden og korrigere bevegelsen i sanntid uten å søle. Det er i dette laget Japan kan bli sentral.

Samtidig bygger landet nå opp en bredere strategisk satsing på AI og halvledere. I begynnelsen av 2026 sa statsminister Sanae Takaichi at Japan vil bruke over 40.000 milliarder yen (ca. 270 milliarder dollar) i offentlig støtte gjennom rammeverk for AI- og halvlederinfrastruktur. Som igjen skal utløse langt større private investeringer.

Reuters har også omtalt dette som en del av en bred vekststrategi der Japan vil styrke sin posisjon i kritiske teknologier.

Selv om dette ikke bare handler om humanoids, er retningen tydelig. Japan ønsker å være med og eie infrastrukturen bak neste bølge av AI-industrien.

Mye tyder på at konkurransen ikke bare vil handle om enkeltland, men om teknologiske regionaliseringer og industrielle allianser. I praksis kan det bety at USA leverer mer av den generelle kunstige intelligensen, mens Japan leverer mye av presisjonen, driftssikkerheten og de mekaniske systemene som gjør teknologien brukbar i fysisk arbeid.

Det er derfor samarbeid som FANUCs partnerskap med NVIDIA oppfattes som så viktig. Slike koblinger peker mot en modell der amerikansk AI-programvare kombineres med japansk produksjonskunnskap og robotikk. Parallelt jobber japanske aktører med AI-styring i industrien og med løsninger som kan avlaste arbeidskraftmangel, både gjennom mer autonome roboter og gjennom eksoskjelett og andre støtteverktøy for mennesker.

Bygg med Japan - eller tap robotkappløpet?

Robotkappløpet ser derfor stadig mindre ut som et rent USA-mot-Kina-scenário. Det kan i stedet utvikle seg til et mer sammensatt bilde, der USA og Japan på mange områder er naturlige partnere mot Kinas voksende industrielle tyngde. USA kan ikke bygge opp en full høy-presisjons forsyningskjede over natten. Slik kapasitet krever tiår med spesialisert produksjonskunnskap og leverandørnettverk som allerede er på plass.

Det vil da si at de som vil bygge roboter som faktisk virker i stor skala, neppe kommer utenom Japan.

2.1 Japanske børsnoterte selskaper innenfor robotics

Selskaper som Fanuc og Yaskawa som dominerer markedet. Flere kjente eksempler inkluderer Fanuc (6954.T), Yaskawa Electric (6506.T), SMC Corporation (6273.T), Omron (6645.T), Keyence (6861.T), Mitsubishi Electric (6503.T), Kawasaki Heavy Industries (7012.T), Daifuku (6383.T), Nabtesco (6268.T), THK (6481.T) og Cyberdyne (7779.T). Disse selskapene har en samlet markedsverdi på over 100 milliarder dollar, med Fanuc alene på rundt 42 milliarder dollar per mars 2026.

Vi anvender klassifiseringsmetoden fra *International Federation of Robotics (IFR)*, som er en globalt anerkjent organisasjon for statistikk og standarder i robotics-industrien. Deres metode deler roboter inn i hovedkategorier etter funksjon og applikasjon:

1. Industrielle roboter (fokuset på produksjon og automatisering),
2. Profesjonelle service-roboter (for kommersielle eller profesjonelle oppgaver som logistikk, medisin eller inspeksjon) og
3. Personlige/consumer service-roboter (for hjemmebruk eller underholdning).
4. Vi utvider dette med en fjerde kategori: komponent- og støtteprodusenter, siden mange japanske selskaper spesialiserte seg på deler som sensorer, aktuatorer og software, som støtter de andre kategoriene.

Denne kategoriseringen er relevant for japanske selskaper fordi de fleste er involvert i industrielle applikasjoner, men det er økende fokus på service-roboter på grunn av Japans aldrende befolkning og arbeidskraftmangel. Empirisk baseres kategoriseringen på selskapenes primære produkter, markedsandeler og applikasjoner, hentet fra analyser som viser at Japan eksporterer over 50% av verdens industrielle roboter.

Kategoriene

1. Industrielle roboter

Denne kategorien omfatter roboter designet for repetitive, presise oppgaver i produksjonsmiljøer, som montering, sveising og materialhåndtering. Ifølge IFRs teori er industrielle roboter karakterisert ved minst tre akser for bevegelse (f.eks. articulated, SCARA eller cartesian typer), og de fokuserer på effektivitet, sikkerhet og integrasjon i fabrikker. Teoretisk bidrar de til konseptene rundt *lean manufacturing* og *Industry 4.0*, der automatisering reduserer kostnader og øker produktivitet gjennom AI-integrasjon og sensorer.

Japanske selskaper dominerer her, med Fanuc og Yaskawa som står for nesten 30% av det globale markedet for industrielle roboter i 2019-2025. Fanuc har markedsverdi rundt 40 mrd dollar og produserer robotarmer for bilindustrien. Yaskawa med markedsverdi rundt 8,5 mrd dollar, spesialiserer seg i sveise-roboter. Andre inkluderer Kawasaki Heavy Industries, som har vært pioner innen industrielle roboter siden 1969, og Mitsubishi, med fokus på SCARA-roboter for elektronikk. Data viser at disse selskapene har installert over 3,5 millioner roboter globalt.

2. Profesjonelle service-roboter

IFR definerer disse som roboter for ikke-industrielle oppgaver i profesjonelle settinger, som logistikk, medisin eller inspeksjon. Teoretisk bygger de på autonomi og interaksjon med mennesker (f.eks. *cobots*), og de støtter bærekraftig utvikling ved å løse arbeidskraftutfordringer. De inkluderer ofte AI for navigasjon og beslutningstaking, og passer inn i teorier om *Human-Robot Interaction* (HRI) for sikkert samarbeid.

I Japan er dette voksende på grunn av demografiske utfordringer. Daifuku leder i logistikkroboter for lagerautomatisering, med flere applikasjoner innen e-handel.

Cyberdyne leverer medisinske eksoskjelett for rehabilitering. Omron produserer autonome mobile roboter for sykehus og fabrikker.

3. Personlige/consumer service-roboter

Disse er for hjemme eller underholdningsbruk. Her handler det om tilgjengelighet og brukervennlighet, med fokus på AI for naturlig språk og emosjonell interaksjon. IFR skiller dem fra profesjonelle ved lavere kompleksitet og kostnad, og de passer inn i teorier om domestisert teknologi for å forbedre dagliglivet.

SoftBank Robotics er kjent for *Pepper*, en humanoid for kundeservice og hjemmebruk, med over 25.000 enheter solgt globalt.

4. Komponent- og støtteprodusenter

Denne utvidelsen av IFR-metoden fokuserer på leverandører i verdikjeden, som produserer deler som sensorer, aktuatorer og software. Teoretisk støtter det modulært design i robotics, der komponenter muliggjør skalerbarhet og innovasjon, basert på systemteori for integrerte systemer.

Keyence leder i sensorer for roboter, med 20% global markedsandel. SMC spesialiserte seg i trykkluft-komponenter, brukt i 80% av japanske roboter. Nabtesco og THK produserer gir og lineære aktuatorer. Empirisk bidrar disse til Japans dominans, da de leverer til globale aktører som Tesla og Apple.

Samlet sett viser analysen at japanske selskaper er sterkest i industrielle roboter, men diversifiserer mot service-sektoren.

2.2 Trender i japansk robotikkindustri

Basert på utviklingen i japanske bransjefora og konferanser det siste året, blant annet iREX 2025, RoboDEX og NexTech Week, peker det seg ut et tydelig bilde av hvor japansk robotikk er på vei. Japan står fortsatt svært sterkt i industrirobotikk, men tyngdepunktet er i ferd med å flytte seg. Fra klassisk automasjon og presisjon mot mer intelligente, mer fleksible og mer menneskeliknende systemer. Denne utviklingen drives ikke bare av teknologi, men også av Japans egne strukturelle utfordringer, særlig aldrende befolkning, synkende arbeidsstyrke og behovet for høyere produktivitet. Japanske myndigheter knytter dette tydelig til *Society 5.0* og *Connected Industries*, altså en modell der digital teknologi skal brukes til å løse samfunnsutfordringer på en mer menneskesentrert måte.

Internasjonalt passer det godt med IFRs beskrivelse av de viktigste robottrendene nå. Der løftes særlig AI og autonomi, humanoids, sikkerhet, bærekraft og roboter som svar på arbeidskraftmangel frem som de store drivkreftene. Japan ser ut til å være ett av landene der disse trendene møtes mest tydelig i praksis.

1. AI-integrasjon og fysisk AI

Den første og kanskje viktigste trenden er overgangen fra tradisjonell robotstyring til mer AI-drevne og adaptive systemer. IFR peker på at robotikk nå beveger seg fra faste og repeterbare oppgaver mot løsninger som kombinerer fysisk AI, analytisk AI og generativ AI. I praksis betyr det roboter som i større grad kan tolke omgivelser, justere seg i sanntid og håndtere variasjon uten at alt må forhåndsprogrammeres.

Dette preget også iREX 2025 tydelig. Programmet var fullt av innlegg om physical AI, AI x Robotics, embodied AI-trening, imitasjonslæring, taktile sensorer og software-defined robotics. Både FANUC, Yaskawa, Kawasaki og andre sentrale japanske aktører var en del av denne diskusjonen. Det interessante er at Japan her forsøker å koble sin

gamle styrke i mekanikk, sensorer og bevegelseskontroll med en ny AI-logikk som gjør robotene mer fleksible og mer nyttige i uforutsigbare miljøer.

2. Humanoids går fra fascinasjon til skalering

Den andre store trenden er humanoids. For få år siden var dette først og fremst en forskningshistorie og et mediefenomen. Nå behandles de i langt større grad som en mulig industriell løsning på konkrete problemer, særlig der miljøene allerede er bygget for mennesker. IFR beskriver humanoids som et felt i rask utvikling, men understreker samtidig at de fortsatt må bevise pålitelighet, energieffektivitet og økonomi i virkelige miljøer.

Også her var iREX 2025 tydelig. Eget Humanoid Robot Forum samlet både japanske og internasjonale aktører rundt spørsmål om humanoidens rolle i industri og samfunn. Samtidig peker japansk debatt i større grad mot velferd, helse, service og arbeidskraftmangel enn mot de mer spektakulære eller militære narrative som ofte dominerer i USA og Kina. Det gjør den japanske humanoidretningen litt mindre støyende, men potensielt mer samfunnsnyttig og kommersielt relevant på sikt.

3. Smart factory og bærekraftig automatisering

Den tredje trenden er at robotikk i Japan i økende grad sees som en del av bredere smart factory-løsninger. Det handler ikke bare om å erstatte arbeid, men om å bygge mer sammenkoblede, energieffektive og fleksible produksjonssystemer. IFR trekker frem bærekraft og energieffektivitet som en av de viktigste globale robottrendene, og kobler dette til både lavere energibruk, mindre avfall og mer robuste leverandørkjeder.

RoboDEX og Smart Factory Expo er gode uttrykk for denne utviklingen. På disse arenaene presenteres robotikk ikke som et isolert produkt, men som en del av et

større system med sensorer, software, digital tvilling, AI og produksjonsstyring. Det passer godt med Japans industrielle tradisjon: landet tenker ofte i systemer og prosesser heller enn enkeltstående gadgets.

4. Demografi og geopolittikk

Den fjerde trenden er at robotikk i Japan i økende grad blir sett på som en strategisk respons både på demografi og geopolittikk. På den ene siden handler det om å møte mangel på arbeidskraft i industri, logistikk, helse og omsorg. På den andre siden handler det om å sikre verdikjeder, redusere sårbarhet og beholde teknologisk kontroll i en verden preget av økende rivalisering mellom USA og Kina. Japanske myndigheter er tydelige på at befolkningsnedgang og aldring allerede begrenser produksjonskapasiteten, og at AI og robotikk må være en del av svaret.

Samtidig ser vi at konferanser og bransjefora i Japan i stadig større grad diskuterer robotikk i en internasjonal kontekst. iREX 2025 hadde egne sesjoner om utviklingen i Japan, Kina, USA og Tyskland. Det sier noe om at robotikk ikke lenger bare er en industriell nisje, men også en del av et større strategisk kappløp om produktivitet, forsyningskjeder og teknologisk innflytelse.

Samlet sett peker dette mot en japansk robotikkindustri som beveger seg i fire retninger samtidig. Den blir mer AI-drevet, mer humanoidorientert, mer integrert i smarte fabrikker og mer strategisk viktig i møte med både demografiske og geopolitiske utfordringer. Japan står fortsatt svært sterkt i den industrielle kjernen av robotmarkedet, men den neste fasen ser ut til å handle mindre om rene robotarmer og mer om intelligente systemer som kan arbeide tettere på mennesker og i mer komplekse omgivelser.

Det er likevel humanoidene som trolig vil fange mest oppmerksomhet hos både investorer og offentligheten de neste årene. Resten av dette perspektivnotatet vil derfor rette blikket mot nettopp denne delen av robotmarkedet.

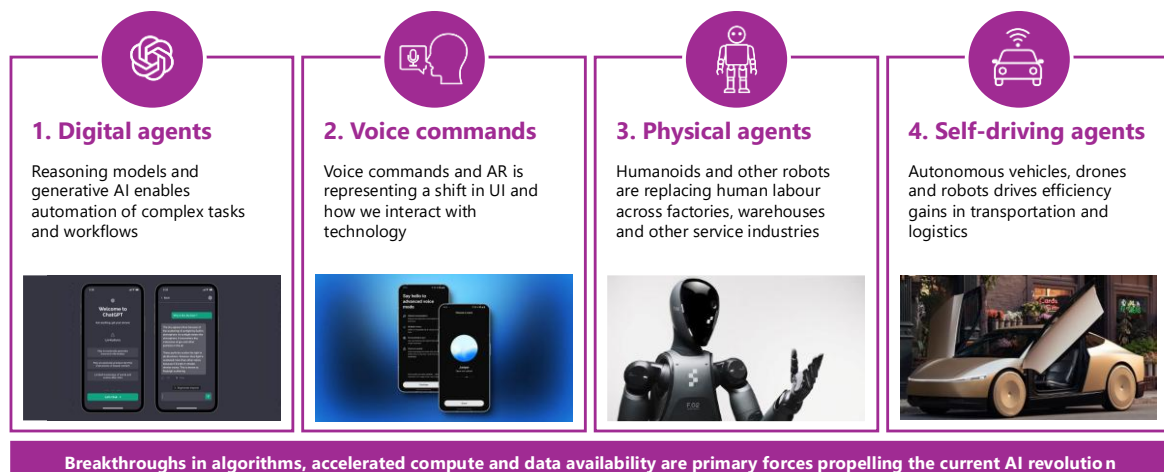
3.0 Humanoids - Fra *dødens dal* til eksponentiell vekst

Den fysiske agenten, humanoid-roboten, galopperer de neste årene inn i arbeidslivet. Den erstatter våre hender, føtter og deler av kognitive prosesser. Når den konvergerer med den digitale agenten (AI), skjer magien. Maskiner som ikke bare utfører, men forstår og skaper i den virkelige verden.

Dette er ikke *science fiction*. Dette er S-kurven vi beveger oss oppover akkurat nå.

Four game-changing innovations

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



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

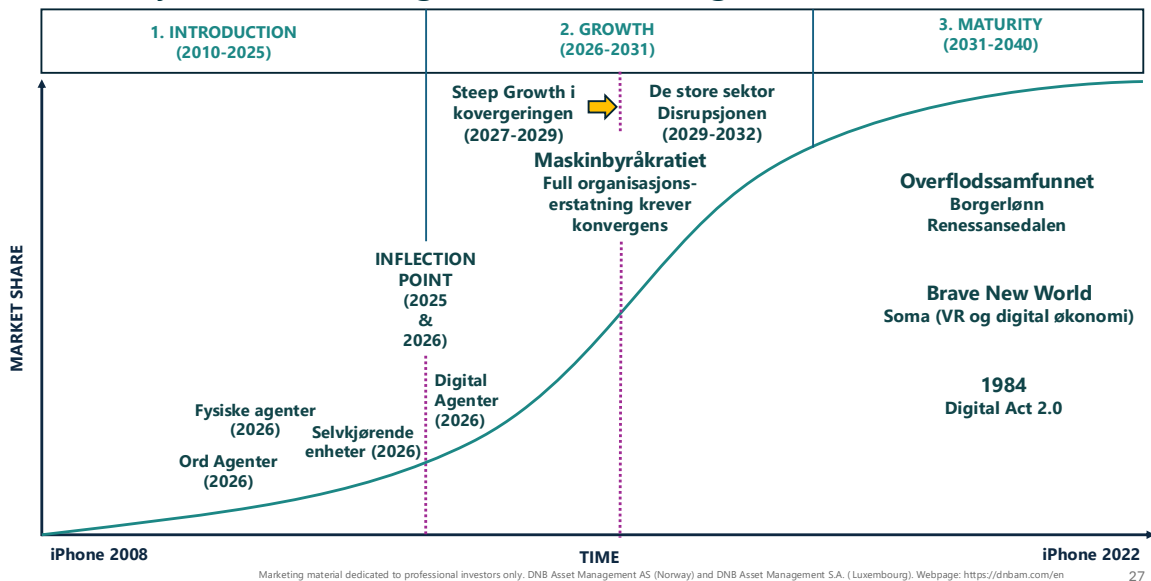
82

Mens digitale agenter allerede erstatter vår kognisjon og selvkjørende agenter tar over føttene våre, er det nå den fysiske agenten, humanoid-roboten, som virkelig stormer inn i den fysiske økonomien. Maskiner bygget for å gå rett inn i våre fabrikker, lagre, hjem og sykehus uten at vi må endre en eneste dørkarm eller trapp.

2026 er ikke lenger «demo-året». Det er året lab-prototypene blir til ekte produksjon, penger og markedsandeler. *Dødens dal* skiller nå menn fra gutter. Noen har allerede krysset og tjener penger. Andre løper fortsatt opp ryggen. Noen satser alt på intelligens og *moat*. Andre på rent volum og Wright's lov.

Postcards From The Future

De fire rytterne konvergerer til en kraftig S-kurve



3.1 Maskinen bygget for våre omgivelser

En humanoid er ikke en industriarm på hjul eller en rullende vaskemaskin. Den er en fullverdig, bipedal (føtter) maskin med hode, kropp og hender. Designet for å gå rett inn i våre hjem, fabrikker og sykehus uten å tilpasse en eneste dørkarm eller trapp.

Den erstatter:

- Hendene våre med presisjon og utholdenhet
- Føttene våre med sikker mobilitet i kaos
- Kognitive prosesser med AI-planlegging og læring i sanntid

Historien om humanoids er som andre fortellinger om teknologi. Humanoids er en fortelling om bevegelsen fra hydrauliske drømmer til elektrisk intelligens

- 1928: Eric – verdens første elektriske humanoid, ren mekanikk for show.
- 1972: WABOT-1 – Japans første «intelligente» humanoid.
- 2000-tallet: Honda ASIMO – ikon for to-fots gange.
- 2013: Boston Dynamics Atlas – hydraulisk kraftpakke for DARPA, men tung, dyr og støyende som en traktor.
- Så kom skiftet 2024–2026. Elektriske aktuatorer, lettere batterier og AI. Atlas ble elektrisk. Optimus Gen 3 er produksjonsklar. Den hydrauliske æraen er over. Nå er det presisjon, stilhet og skala som gjelder.

Dødens dal er et nådeløst sted. Dalen som dreper forretningsmodeller. Mange *startups* har dødd her. Det er gapet mellom en imponerende YouTube-demo og lønnsom, skalerbar produksjon. Hvor kapital kan tørke ut, autonomien svikter i ekte kaos (ikke simulering), og kostnadene holder seg høye. Men de som krysser dalen er med i det største disruptive kappløpet vi noen ganger har sett. De vinner bare ved å delta på en slik måte at dalen krysses, for markedet er enormt. For at roboter skal være mest mulig lik oss mennesker og være produktive er begrepet «*Force Control*» svært sentralt. Vårt lille dypdykk følger under.

3.2 Force Control

Humanoids har en produktiv og mer utbredt lillebror. En *cobot* (collaborative robot) er en type robot designet for å arbeide trygt sammen med mennesker i delte arbeidsområder, uten behov for fysiske barrierer eller sikkerhetsgjerder. Cobots er utstyrt med sensorer og sikkerhetsfunksjoner som gjør dem sensitive for mennesker rundt, slik at de kan stoppe eller justere bevegelser for å unngå skader. De brukes ofte i industrien for oppgaver som montering, pakking eller inspeksjon, og er mer fleksible enn tradisjonelle industrielle roboter. De kan i prinsippet være humanoids med full mobilitet, men ofte er det kun deler av den øvre kroppen som brukes. Tenk en cobot uten ben som sitter i kassa på Rema eller slik Richtech Robotics sin robot som lager kaffe.

Cobot (sammarbeidende roboter)

En cobot (collaborative robot) er en type robot designet for å arbeide trygt sammen med mennesker i delte arbeidsområder, uten behov for fysiske barrierer eller sikkerhetsgjerdet.

Cobots er utstyrt med sensorer og sikkerhetsfunksjoner som gjør dem sensitive for menneskelig nærvær, slik at de kan stoppe eller justere bevegelser for å unngå skader.

De brukes ofte i industrien for oppgaver som montering, pakking eller inspeksjon, og er mer fleksible enn tradisjonelle industrielle roboter.



Humanoids hånda.

Humanoid roboter (som etterligner menneskekroppen) trenger avanserte robothender for å håndtere komplekse oppgaver som griping av objekter med varierende former, størrelser og materialer.

Dette er essensielt for å oppnå menneskelignende **fingerferdighet (dexterity)**, f.eks. i hjemme- eller omsorgsroboter som skal plukke opp skjøre gjenstander eller interagere med miljøet.

Uten presise hender blir humanoider begrenset til enkle bevegelser og mister evnen til finmanipulasjon.



Humanoids (som etterligner menneskelig formfaktor) trenger avanserte robothender for å håndtere komplekse oppgaver som griping av objekter med varierende former, størrelser og materialer. Dette er essensielt for å oppnå menneskelignende fingerferdighet, f.eks. i hjemme- eller omsorgsroboter som skal plukke opp skjøre

gjenstander eller interagere med miljøet. Uten presise hender blir humanoids begrenset til enkle bevegelser og mister evnen til finmanipulasjon.

For cobots vil gode nok robothender muliggjøre sikker og effektiv samhandling med mennesker, som å gjennomføre kirurgi eller håndtere små deler i fabrikker. De er ofte modulære for å tilpasse seg ulike oppgaver, noe som øker robotenes allsidighet og reduserer nedetid.

Robotikk har revolusjonert hvordan vi interagerer med maskiner, spesielt gjennom kontrollsystemer som bestemmer hvordan roboter beveger seg og samhandler med omgivelsene. To sentrale tilnærminger (1) Position control og (2) Force control.

Disse to danner grunnlaget for moderne robotdesign, særlig i humanoide roboter som skal etterligne menneskelig atferd. Denne delen av perspektivnotatet utforsker forskjeller mellom disse kontrollmetodene, dykker ned i nørdete konsepter som impedanskontroll, og undersøker deres rolle i ledende humanoids fra selskaper som Tesla, Figure, Boston Dynamics og flere. Til slutt vil vi se på hvordan *force control* er essensielt i humanoids og cobots, som arbeider side om side med mennesker.

Gjennom denne reisen vil vi se hvordan disse teknologiene øker sikkerhet, fleksibilitet og effektivitet i robotikk.

Position control vs Force control

For å forstå utviklingen i robotkontroll, starter vi med de grunnleggende forskjellene mellom *position control* og *force control*. Førstnevnte fokuserer på å flytte robotens ledd eller ende-effektor til en nøyaktig posisjon. Denne metoden er ideell for strukturerte miljøer, som en fabrikk, der presisjon er prioritert over interaksjon. Imidlertid kan den være stiv og uflexibel, noe som øker risikoen for skader ved kollisjoner. Tenk på en robot som flytter noe fra A til B presist, men dersom noe er i veien så går den rett gjennom.

I kontrast prioriterer *force control* registrering av interaksjon med den virkelige verden. Ved hjelp av kraft og momentums-sensorer for å justere bevegelsen dynamisk. Dette gjør roboten mer tilpasningsdyktig, spesielt i uforutsigbare situasjoner som å gripe skjøre objekter (forstå friksjon) eller balansere på ujevnt terreng. Dette gir *evnen til å «føle»* motstand og reagere, men det krever mer komplekse algoritmer og sensorer. I humanoid kombineres ofte disse tilnærmingene i hybride systemer, som leder oss naturlig over til et mer sofistikert konsept: *impedanskontroll*, fra engelsk: *impedance control*. Litt kjipt ord, men i hodene våre er dette et begrep som fanger opp hvordan man styrer roboter slik at de ikke beveger seg stivt «som en maskin», men kan føle og reagere på omgivelse på en myk og trygg måte. Tenk litt sånn Maroon 5 sin superhit «*Moves like Jagger*».

Impedanskontroll

Som en naturlig videreutvikling av posisjonskontroll og kraftkontroll er impedanskontroll en hybrid tilnærming der roboten regulerer forholdet mellom bevegelse og motkraft. En enkel måte å forstå dette på er å tenke på et masse fjær demper system. Roboten oppfører seg da ikke helt stivt men heller ikke helt løst. Den får en form for kunstig ettergivenhet som gjør at den kan tilpasse seg kontakt med omgivelsene uten å trenge en perfekt modell av alt rundt seg.

I praksis skjer dette gjennom sensorer og kontrollsystemer som hele tiden måler hva som skjer i leddene og i kontakten med omverdenen. Ofte brukes dette sammen med klassiske reguleringssystemer som PID-kontroll. Det vil si styring basert på avvik oppsamlet avvik og endringstakt. I mange tilfeller kombineres dette også med *admittance control*, der roboten oversetter ytre krefter til bevegelse. Fordelen er at roboten blir tryggere mykere og mer tilpasningsdyktig i møte med mennesker og uforutsigbare omgivelser. Ulempen er at systemet blir mer komplekst og at dårlig *tuning* kan føre til ustabile bevegelser eller vibrasjoner. Dette er særlig relevant i humanoids der det kreves presis balanse og håndtering av objekter.

Force control i humanoids

Selskapene løser *force control* på ulike måter gjennom forskjellige sensorer styringssystemer og bruksområder. Poenget med denne teknologien er at roboten ikke bare følger en forhåndsbestemt bevegelse, men også justerer hvor mye kraft den bruker underveis. Det gjør den bedre i stand til å håndtere virkelige omgivelser der objekter underlag og kontaktflater sjelden er helt like fra gang til gang.

Teslas Optimus bruker for eksempel sensorer som måler både kraft og vridning i ledd og fingertupper. Dette kombineres med nevralt nettverk som gjør at roboten kan justere bevegelsene sine i sanntid. Slik kan den utføre oppgaver som krever både styrke og presisjon enten det handler om å løfte tunge objekter eller montere møbler.

Figure bruker på sin side svært følsomme sensorer i fingertuppene med evne til å registrere svært små trykk. Sammen med selskapets *Helix*-modell og et mer samlet styringssystem for hele kroppen gir dette roboten bedre kontroll i finmotoriske oppgaver. Boston Dynamics sin Atlas er kjent for sin dynamiske kontroll og bruker blant annet *model predictive control* (MPC). Det er en metode der roboten hele tiden beregner hvordan neste bevegelse bør se ut for å holde balansen og reagere på krefter i sanntid. Dette er særlig nyttig i raske og komplekse bevegelser.

Neura Robotics sin 4NE 1 fokuserer veldig på følsom berøring gjennom systemet *NEURA Touch*. Agility Robotics sin *Digit* er mer rettet mot logistikk og fokuserer på robusthet stabilitet og evnen til å tåle forstyrrelser uten å miste kontrollen. XPeng *IRON* prøver å etterligne mer naturlige bevegelsesmønstre ved å simulere noe som ligner muskelfibre slik at kraften kan påføres mer jevnt og menneskelignende. UBTECH *Walker* bruker sensorer over store deler av kroppen for å håndtere industrielle oppgaver. 1X *NEO* har en mer forsiktig og sikker profil med større vekt på imitasjonslæring og trygg bruk i hjemmemiljøer.

Force control i cobots

En cobot må også være trygg fleksibel og i stand til å reagere raskt hvis noe uventet skjer. *Force control* gjør at roboten kan måle og justere hvor mye kraft den bruker i sanntid slik at den unngår å skade mennesker samtidig som den kan tilpasse seg variasjoner i oppgaven eller omgivelsene.

Dette er en viktig forskjell fra tradisjonelle industriroboter som ofte er mer stive og følger faste posisjoner og baner. Cobots må derimot oppføre seg mer mykt og responsivt. Det er nettopp denne evnen som gjør dem egnet til oppgaver som produksjon, polering, pakking og annen håndtering der både sikkerhet og følsomhet er avgjørende.

Det grunnleggende prinsippet er at roboten hele tiden sammenligner ønsket kraft med den kraften som faktisk måles og deretter korrigerer avviket ved hjelp av kontrollalgoritmer som PID. PID står for *proportional integral derivative* og er en metode som gjør at roboten kan justere bevegelsene sine raskt og presist. Dette kan skje direkte gjennom eksplisitt kraftkontroll der roboten styrer mot en bestemt kraft. Det kan også skje indirekte gjennom *impedanskontroll* eller *admittance control* der roboten oppfører seg mer som et fjærdemper-system og dermed blir mer ettergivende i møte med omgivelsene.

Sikkerheten er en viktig del av dette. Mange cobots bruker såkalt *Power and Force Limiting* forkortet PFL. Det betyr at roboten er bygget for å holde kraft og energi innenfor trygge grenser når den arbeider nær mennesker. Sensorer i leddene kan oppdage kollisjoner eller unormal belastning og få roboten til å stoppe umiddelbart dersom grensene overskrides. Mange cobots har også *backdrivability*. Det betyr at et menneske kan skyve robotarmen manuelt uten å møte stor motstand. Dette gjør roboten både tryggere og lettere å samarbeide med.

Mange produsenter tilbyr i tillegg ferdige software pakker for kraftkontroll. Det gjør teknologien lettere å ta i bruk og reduserer behovet for å bygge hele

styringssystemet selv. Brukeren kan i stedet justere parametere som stivhet damping og respons slik at roboten passer bedre til den oppgaven den skal utføre.

Ulike typer force control

Force control i cobots kan kategoriseres basert på ISO/TS 15066-standarden, som definerer fire typer operasjoner:

1. Power and Force Limiting (PFL): Den mest vanlige i moderne cobots. Begrenser krefter gjennom sensorer og algoritmer for å sikre sikkerhet ved direkte kontakt. Eks: Roboten stopper ved kollisjon og gjenopptar automatisk.
2. Safety Rated Monitored Stop: Roboten stopper når en person entrer et definert område, overvåket av sensorer som lasere. Force control brukes her for å redusere hastighet og krefter før stopp.
3. Speed and Separation Monitoring: Hastighet og krefter justeres basert på avstand til mennesker, med force-sensorer for å opprettholde sikker separasjon.
4. Hand Guiding: Force control muliggjør manuell veiledning av roboten, med sensorer som måler operatørens input for programmering.

Applikasjoner

Force control er sentralt i oppgaver der presis interaksjon er nødvendig.

- Montering og produksjon: Roboten justerer krefter for å sette inn deler uten skade, f.eks. i bilindustrien.
- Overflatebehandling: Som polering, der konstant kraft opprettholdes uavhengig av overflategeometri.
- Maskinering: Sliping, der force control forhindrer overbelastning.

- Sikkerhet: I hjemme- eller helsesektoren, måler kraft for å unngå skade på mennesker.

Moderne cobots kan måle krefter helt ned mot 1 newton (N) og i noen tilfeller 0,1 newton. Newton er en måleenhet for kraft. En så lav terskel betyr at roboten kan merke svært lett berøring og reagere før trykket blir for stort. Det er nettopp dette som gjør slike roboter egnet til oppgaver der de må være både presise og skånsomme.

Force control representerer dermed et skifte fra stive, isolerte roboter til fleksible, interaktive systemer som integreres i hverdagen. For at de skal kunne samarbeide og jobbe med og blant mennesker, er dette nøkkelen.

4.0 Darwins lov i den mekaniske æraen

Akkurat som Charles Darwin beskrev hvordan millioner av arter oppsto gjennom variasjon, naturlig seleksjon og tilpasning til spesifikke nisjer, ser vi utviklingen av det samme mangfoldet i robotverdenen i dag.

Det finnes tusenvis av «lavere» robot-arter som har funnet sin plass. Industrielle armer som sveiser med millimeter-presisjon, firbente robothunder, selvkjørende logistikkroboter som frakter paller i lager, droner som leverer pakker, og spesialiserte service-bots som vasker gulv eller plukker jordbær. Hver av dem er ekstremt effektiv i sin nisje.

Men på toppen av denne nye mekaniske næringskjeden står humanoids. På nøyaktig samme måte som *Homo sapiens* en gang steg til toppen av den biologiske næringskjeden.

Mennesket ble ikke *apex predator* fordi vi var sterkest eller raskest. Vi kom dit fordi vi hadde den beste kombinasjonen av intelligens (hjerne) og ekstremt presise hender

som muliggjorde evnen til å bruke og lage verktøy, sosialt samarbeid, språk og tilpasningsevne i uforutsigbare omgivelser.

Nå er det humanoidsene som lærer seg, optimaliserer og dramatisk forbedrer akkurat disse egenskapene. Bare uten våre biologiske begrensninger. De fjerner det at vi blir slitne, gjør feil, har behov for søvn også videre. De tar det beste fra mennesket og gjør det eksponentielt bedre. Presisjon uten variasjon, utholdenhet uten pause, skala uten grenser.

Noen humanoids spesialiserer seg på volum og lav kost (kinesiske aktører). Noen på sikkerhet og trygghet (1X). Noen på kognitiv samhandling (NEURA). Noen på logistikk-effektivitet (Agility). Noen på produksjon og dyp intelligens (Figure). Eller maks fleksibilitet og produktiv akrobatikk (Boston Dynamics). Og så er det Optimus, som satser på den ultimate kombinasjonen av alle disse, støttet av egen vertikal produksjon, egen halvleder og egen energi-*moat*.

Vestlige aktører kjemper primært med overlegen AI og *moat*-bygging. Kinesiske volum-krigere med lynrask skalering. Sammen skaper de et Darwinistisk økosystem der innovasjon akselererer i mange retninger.

Feltet er satt. Evolusjonen er i gang. Og humanoidsene er på vei til toppen av næringskjeden. Denne gangen i en mekanisk verden der overlevelse måles i marginer, skala og intelligens. Brett Adcock, grunnlegger av Figure AI, sa det slik: «*We're not building robots. We're building a new species.*»

Vestlige aktører kjemper med overlegen AI, sikkerhet, design og general-purpose-evner. Det er en imponerende samling i rittet.

- Tesla Optimus - den ultimate vertikalt integrerte *moat*-maskinen med milliard-ambisjoner
- Figure 03 - den elegante, AI-styrte produksjons- og hjemme-spilleren (allerede i BMW)
- 1X NEO - den mykeste, letteste og mest hjemmevennlige

- Agility Digit - logistikkens mest praktiske og den mest kommersielt brukte av de vestlige i dag
- NEURA 4NE1 - den solide tyske spilleren

På den andre siden står kinesiske volum-krigerne, UBTECH, Unitree og Fourier, som bruker statlig støtte, forsyningskjedene sine og lave kostnader til å dominere på pris. De har allerede levert tusenvis av enheter og presser hele bransjen ned i kostnad.

Noen satser på den smarteste hjernen. Noen på den mykeste hånden. Noen på den sterkeste kroppen. Noen på ren skala og lavest mulig pris.

Men alle sammen rir de samme eksponentielle S-kurven. Bare på ulike stadier. Noen er fortsatt midt i dødens dal.

Nå tar vi en liten oversikt over spillerne. Først Figure. En av de sterkeste rytterne i feltet.

4.1 Figure 03

Figure 03 er den tredje generasjonen og er designet fra grunnen av for hjem + høyvolum-produksjon. Den er lettere, smartere og billigere å produsere enn Figure 02. Målet er «*general purpose*». En robot som kan gjøre alt fra fabrikkarbeid til å brette klær og vaske opp i kaoset hjemme.

Figure 03 – Den nåværende flaggskip-humanoiden



1. Hodet (Vision + Audio + AI-hjerne)

Kamera-arkitektur: 2x frame rate, 1/4 latency, 60 % bredere FOV per kamera + utvidet dybdeskarphet. Kompakt og mer stabil perceptuell stream.

Audio: Høytaler 2x større og nesten 4x kraftigere enn Figure 02, bedre mikrofon-plassering for naturlig speech-to-speech.

AI: Helix (egen Vision-Language-Action modell). Lærer direkte fra mennesker, navigerer uforutsigbare hjemmemiljøer (trapper, rot, skiftende layout). On-device inference + flåte-data-offload på 10 Gbps.

Status: Svært sterk – bedre enn de fleste konkurrenter i kaos-navigering. Palm-kameraer i hendene gir ekstra «øyne» når hovedkameraene er blokkert.

2. Hånden (den ultimate dexterity-moaten)

Første generasjon hånd (Brett Adcock: «vi er allerede på 7th-gen hand»).

Mykere, adaptive fingertupper + interne tactile-sensorer som kjenner helt ned til 3 gram trykk (en binders!).

Palm-kamera + høyoppløselig taktil feedback for presis grep på skjøre/irregulære objekter.

Status: Blant de beste i bransjen – nærmere menneskelig nivå enn de fleste. Kan plukke egg, brette klær, håndtere verktøy med finesse.

3. Kroppen (mekanikk + batteri + mobilitet)

Høyde: 168–170 cm (5'6"–5'8")

Vekt: 60 kg (9 % lettere enn Figure 02, mindre volum)

Payload: 20–25 kg

Aktuatorer: 2x raskere med bedre torque density

Batteri: 2,3 kWh → 5 timers kontinuerlig drift (peak). Trådløs inductive charging (2 kW) i føttene – roboten bare stepper på en matte og lader selv.

Design: Myk tekstil-overflate (vaskbar, utskiftbar), multi-density foam mot klemskader. Kan navigere trapper, trange hjørner og hjemmekaos.

DoF: Ca 30 totalt (høyt i hender).

Postkort fra fremtiden

Figure teknologi, marked og S-kurven

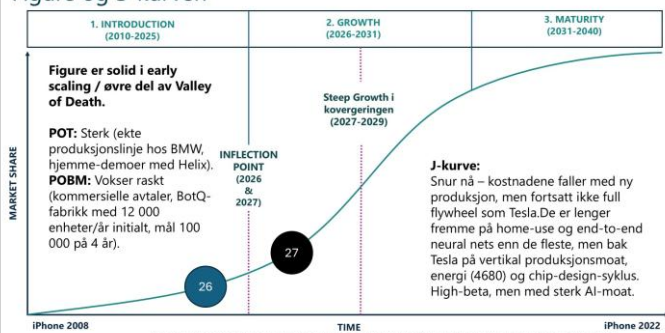
Teknologi & pris

Kjerne-tech: Helix VLA + NVIDIA RTX GPU-moduler (3x inference vs. tidligere). Tidligere OpenAI-samarbeid, nå fullt egenutviklet.

Pris: Enterprise/leasing ca. \$50–130k per enhet (Figure 02-nivå). Figure 03 har dramatisk lavere produksjonskost (ny tooling + BotQ-fabrikk). Langsiktig mål: \$16–20k ved masseproduksjon (Model T-visjon). Ikke for forbrukere ennå – kun kommersielle partnere.

Postcards From The Future

Figure og S-kurven



Kjerne-marked

Primært nå: Manufacturing & logistics (BMW Spartanburg – Figure 02 har bidratt til 30 000+ X3-biler, 10-timers skift, 1,2 millioner robot-steg).

Neste bølge: Hjem (pilotprogrammer 2026).

Mål: «hjemmehjelp» – vask, rydding, matlaging. Totalt marked: Brett Adcock ser \$50 trillion potensial (halvparten av global BNP).

4.2 1X NEO

NEO er designet fra dag én for å bo hos deg. Myk utside, stille som et kjøleskap (22 dB), og så lett at den aldri skader noen.

Postcards From The Future

1X NEO – Den myke, trygge hjemme-rytteren



1. Hodet (Vision + Audio + AI-hjerne)

Vision: Dobbel 8,85 MP fisheye stereo-kameraer (180° FOV per øye) – ser alt i kaos-hjem.
Audio: 4 mikrofoner med beamforming + 3-høytalersystem (bryst + bekken for bass og musikk). Naturlig tale, emosjonelle «ear rings» som lyser.
AI: 1X World Model (video-to-action). Lærer nye oppgaver fra video, generaliserer til ting den aldri har sett. Built-in LLM for samtale, planlegging og personlig assistanse. Flytter seg raskt vekk fra tung teleoperasjon.
Status: Ekstremt sterk på home-kaos og naturlig interaksjon.

2. Hånden (human-level dexterity)

22 frihetsgrader per hånd (44 totalt) – antropomorf, myk og taktil.
IP68 (vanntett) + interne sensorer for presis grep (kan håndtere skjøre ting som egg eller klær).
Status: Blant de beste i bransjen for hjemmebruk – mykere og sikrere enn de fleste industrielle hender

3. Kroppen (mekanikk + batteri + mobilitet)

Høyde: 165–170 cm (5'5"–5'6") – perfekt menneskelig skala.
Vekt: Bare 30 kg (66 lbs) – lettere enn de fleste konkurrenter.
Payload: Løfter 68–70 kg, bærer 25 kg.
Aktuatorer: Tendon-drevne (myke, stille, trygge).
Batteri: 842 Wh → 2–4 timer kontinuerlig (avhengig av oppgave). Auto-dock og hurtiglading (6 min per time runtime).
Design: Deformerbar 3D-lattice polymer + strikket drakt (Tan, Gray, Dark Brown). Emotive ear rings. Kan sitte, knele, gå trapper og bevege seg naturlig.
Støy: 22 dB – roligere enn et kjøleskap.

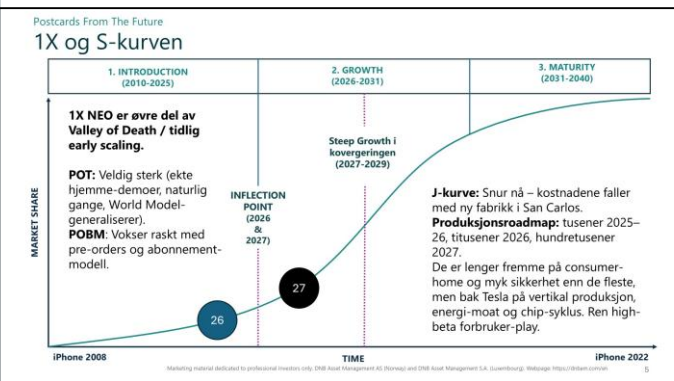
Postkort fra fremtiden

1X teknologi, marked og S-kurven

Teknologi & pris

Kjerne-tech: Egen World Model + NVIDIA Jetson Thor-compute. Embodied learning. Tidligere OpenAI-backing, nå fullt egenutviklet.

Pris: \$20 000 Early Access (eierskap + prioritet 2026). Eller \$499/mnd abonnement. \$200 depositum (refunderbart).



Kjerne-marked

Forbruker-hjem (det store potensialet).
Støvsuging, hente ting, brette klær, lage mat, underholdning, personlig assistanse.

Mål: «din nye familiemedlem».

Pilotprogrammer og pre-orders allerede i gang. Levering USA 2026, resten av verden 2027.

4.3 Agility Digit

Digit er bygget for logistikk og produksjon. Den har noen ikoniske bakoverbøyde ben (som en struts) som gir energieffektivitet og stabilitet i menneskelige miljøer. Disse beina gjør at roboten ikke treffer noe foran seg når den bøyer seg ned. Ikke den mest elegante, men kanskje en av de mest praktiske i ekte arbeid akkurat nå.

Postcards From The Future

Agility Digit – Verdens første kommersielt utplasserte humanoid



1. Hodet (Vision + AI)

Sensorer: Lidar + fire Intel RealSense dybdekameraer + MEMS IMU + proprioceptive encoders.
AI: Embodied AI med «whole-body control hierarchy» – Agilitys hemmelige saus. AI brukes smart der det teller mest (ikke overalt). Lærer nye skills raskt via Agility Arc fleet-software.
Status: Svært robust for structured warehouse-kaos. Ikke like «general purpose» som Figure/1X i hjemmet, men ekstremt pålitelig i repetitiv logistikk.

2. Hånden / Armer (Dexterity)

Armer: 4-DoF per arm (oppgradert V5 med bredere grep-vinkler).
End effectors: Robust manipulators designet for tote/pakke-håndtering – ikke kirurgisk finesse, men ekstremt pålitelig for tunge, gjentakende løft. Nye robuste lemmer i 2025/26.
Status: Industriell styrke, ikke home-finesse. Perfekt for å løfte totes, men ikke piano-spilling eller egg-plukking.

3. Kroppen (Mekanikk + Batteri + Mobilitet)

Høyde: 5'9" (175 cm)
Vekt: 140 lb (63.5 kg)
Payload: 35 lb (16 kg) – V5-opppgradering mot 50 lb
Batteri: Opptil 4 timer kontinuerlig drift (forbedret i 2025). Autonomous docking. Mål: 4:1 til 10:1 work-to-charge ratio.
Mobilitet: Ostrich-legs gir fantastisk balanse og effektivitet. Går trapper, ramper, trange ganger.
Hastighet ~5 km/t.
Design: Bygget for sikkerhet ved siden av mennesker (CAT1 stop, Safety PLC, E-stop).

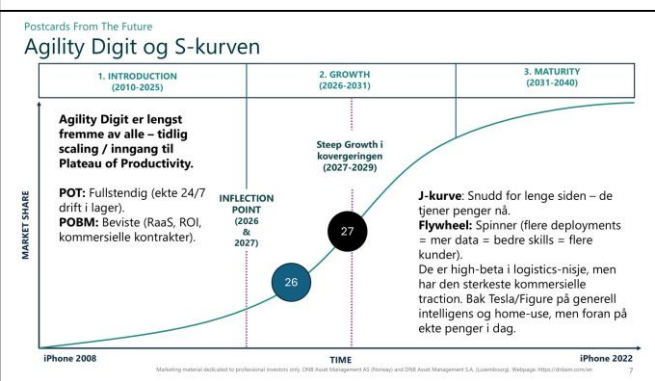
Postkort fra fremtiden

Agility Digit - teknologi, marked og S-kurven

Teknologi & pris

Kjerne-tech: Agility Arc (fleet management + skill library). Brushless DC-motorer med custom transmissions. Fokuserer på «where to put AI» for maks verdi.

Pris: ~\$250 000 per enhet (kjøp). Sterkt RaaS (Robots-as-a-Service) – alt inkludert (robot, software, service). ROI ofte innen 2 år.



Kjerne-marked

Logistikk & manufacturing: Tote-moving, material handling, palletizing.

Deployments: GXO (100 000+ totes flyttet i Georgia), Amazon (pilots), Schaeffler, Toyota Canada (7 enheter i RAV4-fabrikk fra 2026 etter pilot).

RoboFab i Salem, Oregon: kapasitet 10 000+ enheter/år.

4.4 NEURA Robotics

Porsche-designet, sikkerhetsfokustert og med «*cognitive*» AI. De kaller «4NE1 = For Anyone» og er laget for både industri og hjem. Fullskala-versjonen er kraftig, men mini-versjonen mer tilgjengelig.

Postcards From The Future

NEURA (tysk, Metzingen) er Europas sterkeste humanoid-spiller



1. Hodet (Vision + Audio + AI-hjerne)

Sensorer: 7 kameraer + 3D-vision + patentet Omnisensor (artificial skin) for 360° berøringsfri menneske-deteksjon – selv gjennom klær.
Audio & Interaksjon: Multimodal (tale, gest, emosjon).
AI: Neuraverse OS + NVIDIA Isaac GR00T multimodal reasoning. Cognitive processing, lærer fra erfaring, fleet-wide skill sharing.
Status: Ekstremt sterk på sikkerhet og menneske-samhandling – en av de beste i bransjen.

2. Hånden (Dexterity)

Lærende, fine-motor hender med force-torque sensorer (sensitivitet 0.1 N).
Interchangeable forearms for ulike oppgaver.
Kan gripe nesten alt – fra delikate objekter til verktøy.
Status: Svært god for industri + hjem – bedre enn mange på presisjon og læring.

3. Kroppen (Mekanikk + Batteri + Mobilitet)

Høyde: 180 cm (full), Mini 132 cm
Vekt: 80 kg (full), Mini 36 kg
Payload: Opptil 100 kg (med bena!), hender 10–15 kg
Batteri: Intelligent dual-battery for 24/7 drift (hot-swap).
Mobilitet: Human-lik bevegelse, hastighet opptil 5 km/t, trapper og ujevnt underlag.
Design: Porsche Studio F.A. Porsche – elegant, sikker (myk skin), fenceless collaboration.

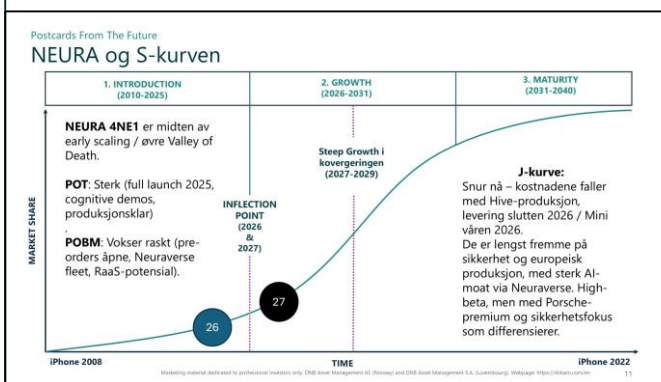
Postkort fra fremtiden

NEURA - teknologi, marked og S-kurven

Teknologi & pris

Kjerne-tech: Neuraverse ecosystem (AI + fleet), Omnisensor-safety, high-torque aktuatorer, ROS 2 / Python / C++ open interfaces.

Pris: Full 4NE1 fra €98 000 (ca 1,1 mill NOK). 4NE1 Mini fra €19 999 (Standard) / €29 999 (Pro). Reservasjon €100.



Kjerne-marked

Industriell + service + hjem: Manufacturing, logistics, household chores, research/education.

Mål: «for anyone» – fra fabrikk til stue.

Deployments: Schaeffler-partnerskap, pilots i Tyskland/Europa. Aggressiv scaling med «NEURA Hive» produksjon.

4.5 Kina er dagens volum-konge

Dersom USA leder på software og Japan på presisjon leder Kina på volum. I 2026 er det kineserne som i størst grad viser hvordan humanoids kan produseres raskt billig og i stort antall. Statlig støtte ekstremt raske leverandørkjeder lave kostnader og en produksjonsmodell bygget for skalering gjør Kina til den klare volumkongen. Unitree alene leverte mange tusen enheter i 2025. Mens mange vestlige selskaper fortsatt fokuserer på AI-moat og teknologisk differensiering spiller Kina et annet spill. De bygger kapasitet presser kostnader og jager massemarkedet. For investorer betyr det høy risiko høy fart og potensielt enorm oppside dersom noen av disse aktørene lykkes i å ta steget fra nisje til global skala.

Her er de tre sterkeste:

1. UBTECH Robotics – Walker S2 (enterprise-kongen) Status på hodet, hånd og kropp Hodet: Avansert vision + multimodal AI, naturlig interaksjon. Hånden: 11 DoF per hånd, taktile sensorer, 7,5 kg payload per hånd / 1 kg per finger. Kroppen: 176 cm, 70 kg, auto battery swap (verdens første), 15 kg payload i armer, 2 m/s gange. Teknologi & pris Full stack embodied AI, ROS 2, hot-swap batteri. Pris ~\$80k–\$150k (enterprise, volumbring). Kjerne-marked Fabrikker (Zeekr EV, Airbus pilots), service, logistikk. Hvor på S-kurven? Early scaling / Plateau-inngang. POT/POBM bevist (1000+ enheter levert, \$112M ordre), J-kurve snudd, flywheel spinner (mål 5k i 2026, 10k i 2027).	Unitree Robotics – G1 / H1 / H2 (volum- og pris-kongen) Status på hodet, hånd og kropp Hodet: LiDAR + RealSense, AI-avatar, cluster-performance (Kung Fu med dusinvis). Hånden: Force-control dexterity (G1), robust manipulasjon. Kroppen: G1: 132 cm, 35 kg, 23–43 DoF. H1/H2: 180 cm, 47–73 kg, world-record fart (3,3 m/s). Teknologi & pris Mass production, OTA, Python/ROS2. G1 fra \$13,5k (base), H1 \$90k–\$150k. R1 enda billigere ~\$6k. Kjerne-marked Forskning, utdanning, logistikk, EV-fabrikker. 5 500+ levert i 2025 alene. Hvor på S-kurven? Tidlig scaling / Plateau – lengst fremme i volum. POT/POBM bevist, J-kurve for lenge siden snudd, flywheel i full fart.	Fourier Intelligence – GR-1 / GR-2 (helse- og rehab-spesialisten) Status på hodet, hånd og kropp Hodet: LLM-drevet, emosjonell interaksjon, vision. Hånden: Fine-motor, force-torque. Kroppen: 165 cm, 55 kg, 40 DoF, 5 km/t, payload opptil 50 kg (med ben). Teknologi & pris Rehab-fokus, embodied AI. Pris \$100k–\$170k. Kjerne-marked Helsevesen, rehabilitering, logistikk, forskning. Hvor på S-kurven ?Midten av early scaling. Sterk POT i medisinsk nisje, POBM vokser, J-kurve snur nå.
---	---	--

Sammen utgjør de 30-50 % av globale leveranser i 2025. De rir S-kurven raskest på supply-siden, men trenger fortsatt vestlig AI for å bli det vi kaller *general-purpose*.

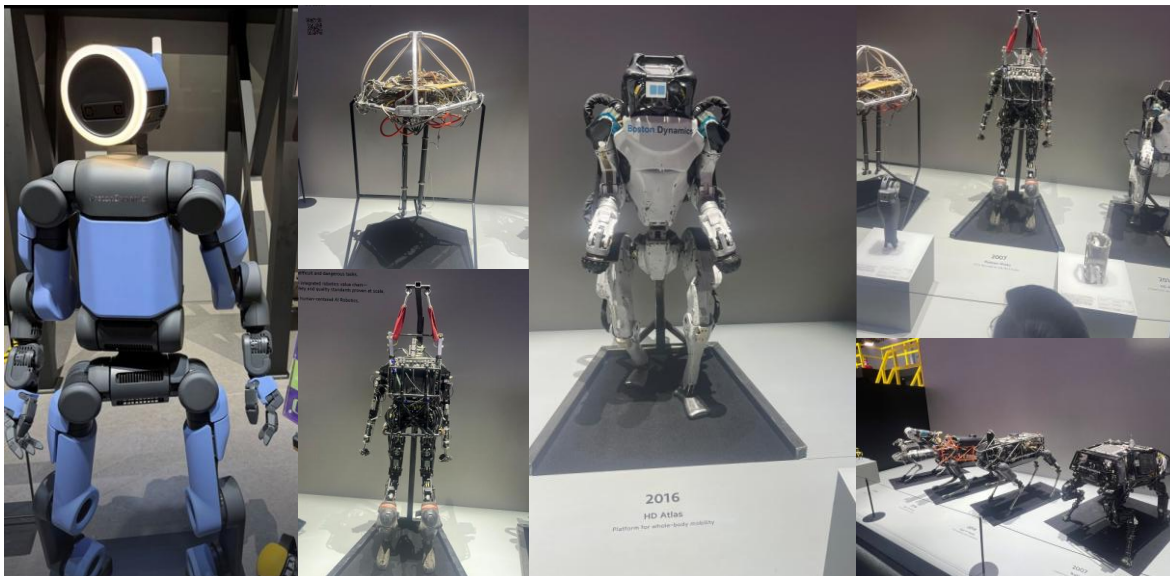
Vi runder av med en gammel helt, som gjorde comeback på CES-messa i januar. En utfordrer deluxe.

4.6 Boston Dynamics Atlas

Boston Dynamics har vært kongen av dynamisk bevegelse i 15 år. Fra den gamle hydrauliske Atlas som gjorde *backflips* til den nye, fullt elektriske produksjonsmodellen som er bygget for ekte fabrikkarbeid.

Postcards From The Future

Evoulsjon av Atlas og Spot



Under CES-messa i 2026 kom den nye Atlas. Med Hyundai som majoritetseier og DeepMind-samarbeid, er Atlas den ultimate allsidige spilleren.

Postcards From The Future

Boston Dynamics



1. Hodet (Vision + AI-hjerne)

Avansert multi-kamera + sensor suite.

Sterkt samarbeid med Google DeepMind (Gemini Robotics) for høy-nivå reasoning, planlegging og adaptiv læring.

Status: Eksepsjonelt sterk på dynamisk problemløsning og hele-kropp koordinering.

2. Hånden (Dexterity)

Human-scale hender med tactile sensing (taktil feedback).

God presisjon kombinert med kraft.

Status: Solid industriell nivå – bedre enn gamle Atlas, men ikke den mest finmotoriske i feltet.

3. Kroppen (Mekanikk + Batteri + Mobilitet)

Høyde: 189 cm (6'2")

Vekt: 90 kg

DoF: 56 Degrees of Freedom (veldig høyt, med full rotasjon i mange ledd)

Payload: 50 kg instant lift, 30 kg kontinuerlig

Batteri: Dual packs ~4 timer runtime. Unik selv-swappable batterier – roboten bytter batteri autonomt på under 3 minutter for kontinuerlig drift.

Mobilitet: Fortsatt den beste i verden – ekstrem balanse, parkour-evner, arbeid i trange og ujevne miljøer.

Postkort fra fremtiden

Boston Dynamics - teknologi, marked og S-kurven

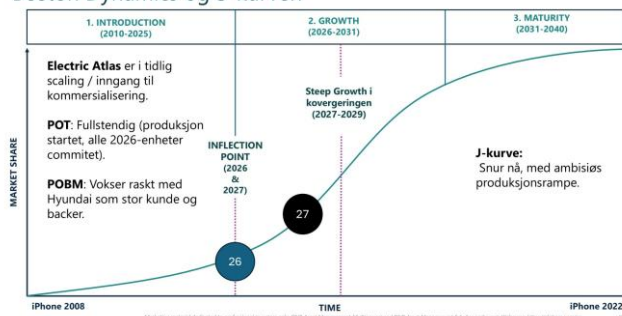
Teknologi & pris

Kjerne-tech: DeepMind AI, Hyundai Mobis high-torque aktuatorer, designet for fenceless human collaboration.

Pris: Estimert \$130 000 – \$150 000 per enhet (premium). Forventes å falle betydelig med Hyundai-skala (mål 30 000 enheter/år fra 2028).

Postcards From The Future

Boston Dynamics og S-kurven



Kjerne-marked

Tung manufacturing og bilproduksjon (Hyundai).

Starter med parts sequencing i 2028, senere mer kompleks assembly.

Også forskning hos Google DeepMind.

4.7 Tesla Optimus

Hodet, kroppen og hånden. Dette er det hellige treenighet-samspeillet.

1. Hodet - Kameraer, sensorer, stemmegrensesnitt og AI-hjerne. Ser, forstår kontekst, snakker naturlig.
2. Kroppen - Elektriske aktuatorer, høyenergi-batteri, balansesystem. Gir utholdenhet og bevegelse i ustrukturerte miljøer.
3. Hånden - Den ultimate *moaten*. Tesla Optimus Gen 3 har 22 frihetsgrader og 50 aktuatorer. Mer enn de fleste mennesker klarer etter en lang dag. Den holder et egg uten å knuse det, spiller piano, bruker vanlige verktøy. ([Video av Gen 2.5 hånden](#))

Samspeillet mellom disse tre er nøkkelen. Hodet planlegger med AI, kroppen beveger seg sikkert, hånden utfører med kirurgisk presisjon. Når alt treffer, og konvergerer med digitale agenter, blir selvkjørende biler og lastebiler på motorvei med skilt og regler til en lek. Disse skal ut i kaos-verdenen. Fabrikk, hjem, sykehus og byggeplass.

Dette er maskinen som er lagd for å gå rett inn i livet vårt og løfte det repetitive, farlige og kjedelige fra våre skuldre.

Her er den samlede, oversiktlige oppsummeringen av alle humanoidsene vi har analysert i en 2x2-matrise.

4.8 Vår humanoid-matrise

Postcards From The Future

Humanoids: Produksjon og Skala moat

	Høy AI & Cognitive Moat Høy general purpose, kaos-læringkommersiell aktivitet	Lav AI & Cognitive Moat nisje/spesialisert
Høy Production & Scale Moat vertikal integrasjon, rask ramp, lav kostnad	Tesla Optimus Ultimate vinner: AI5 + 9-måneders syklus + full vertikal + 4680	Unitree, UBTECH, Fourier Volum-krigerne – Kina leder i antall og pris
Lav Production & Scale Moat Premium & avhengig av partnere	Agility Digit Logistikk-spesialist – mest utplassert i dag, men nisje	Elegant, smart, sikker – men fortsatt avhengig av partnere 1X NEO NEURA 4NE1 Boston Dynamics Electric Atlas

Feltet er nå fullt av sterke aktører med ulike fortrinn. Noen leder på volum. Noen leder på praktisk utrulling. Andre skiller seg ut på design følsomhet AI eller ren fysisk kapasitet. Tesla *Optimus* fremstår som kongen i helheten. Figure 03 er den elegante utfordreren med sterk AI og svært gode hender. 1X *NEO* har retning mot hjemmemarkedet. Agility *Digit* er fremst innen logistikk og har kommet lengst kommersielt i praktisk bruk. NEURA 4NE1 kombinerer sikkerhet design og europeiske industrirøtter. Boston Dynamics Atlas er fortsatt referansen på rå kraft dynamikk og akrobatikk. De kinesiske aktørene med Unitree, UBTECH og Fourier i spissen, leder på volum kostnad og tempo.

Kineserne vinner i dag på ren skala og lav kostnad. De produserer raskt og presser prisene ned. Det gir dem en fordel i læringskurven og gjør at de kan forbedre produktene gjennom volum og erfaring. Agility har på sin side et klart fortrinn i faktisk kommersiell utrulling her og nå. Figure 03, 1X NEO, NEURA 4NE1 og Atlas imponerer med design AI-dybde og spesialiserte egenskaper. Men når vi ser på hele bildet er det likevel Tesla Optimus som skiller seg tydeligst ut.

Grunnen er at Optimus ser ut til å kombinere flere sterke *moats* samtidig. Dette og mye mer, skal vi gå nærmere inn på i kapittel 5 under.

5.0 Optimus Gen 3 - Kroppen som overgår mennesket

Tenk deg en hånd med 22 frihetsgrader og 50 aktuatorer. Den plukker et egg uten å knuse det, spiller piano med ekte fingerferdighet, strammer bolter med kirurgisk presisjon. I april 2026 har Tesla lovet å vise frem Optimus 3 for første gang. Da får vi se om kart og terreng stemmer.

Men vi vet allerede nå et Gen 3 ikke er en demo. Dette er Teslas første satte design ment for masseproduksjon. 1,70m høy, 57kg, drevet av et batteri som gir 10–12 timers kontinuerlig arbeid. Masseproduksjonen starter i Fremont før utgangen av 2026 med mål om 1 million enheter i året.

Hvorfor overgår denne kroppen oss?

Mennesket blir sliten etter 4–6 timer repetitivt arbeid. Optimus jobber 24/7 med samme presisjon. Ingen sykefravær. Ingen variasjon. Ingen lønssamtale. Hver bevegelse er optimalisert ned til millisekundet.

De tre D-jobbene (*dirty, dull, dangerous*) er der den hører hjemme:

1. Dirty – F.eks rengjøring av giftige kjemikalier i batterifabrikker eller oljeplattformer.
2. Dull – F.eks montering av samme del 10.000 ganger om dagen, uten å kjede seg.
3. Dangerous – F.eks sveising i høyden, håndtering av avfall eller innsats i katastrofeområder der mennesker risikerer livet.

Her kommer teoretikerne våre inn i bildet:

- Frederick Taylor (vitenskapelig ledelse): Hver eneste bevegelse optimaliseres med data. Mennesket varierer i sin ytelse og maskinen gjør det perfekt hver gang. «Humanoids dont cut corners», sier vi.
- Adam Smith (arbeidsdeling): Spesialisering er ikke lenger for mennesker, men for humanoids. Én robot-type for presisjonsmontering, en annen for tungløft.
- Max Weber (byråkrati): Maskinene følger regler uten ego, uten korrupsjon, uten unntak. Det ultimate «byråkrati for maskiner».

Og Elon Musk? «Optimus 3 is an exquisite work of art» Og videre: *"My prediction is that work will be optional. It'll be like playing sports or a video game»*

Hvis du vil zoome ut og se bruke Janus sine to ansikter som ser bakover og fremover er ikke dette en robot som kopierer mennesket. Dette er en kropp som frigjør mennesket. Og når denne kroppen får AI5-hjernen ... da starter virkelig magien.

5.1. AI5

Ingen humanoid kan fungere godt i våre omgivelser uten en hjerne som håndterer ustrukturerte omgivelser. Det holder ikke å være flink i et kontrollert laboratorium. Roboten må kunne tolke rot bevegelse mennesker objekter og avvik i sanntid. Det er her AI5 også kalt HW5 kommer inn. Dette er Teslas neste generasjon egenutviklede halvleder for inferens altså for å ta beslutninger der og da ute i den virkelige verden.

For noen uker siden skrev vi om Edge AI. Det handlet om hvordan intelligensen flyttes ut fra de store datasentrene og nærmere der handlingen faktisk skjer. AI5 er et godt eksempel på akkurat dette prinsippet. Målet er å flytte mer regnekraft ut i bilen og etter hvert ut i humanoiden slik at systemet kan reagere raskt uten å være avhengig av konstant kontakt med skyen.

Hva skiller AI5 fra AI4?

AI4 er dagens plattform i mange Tesla systemer. AI5 er neste versjon. Flere rapporter og Musk selv har omtalt AI5 som et langt kraftigere system enn AI4 med tydelig bedre ytelse på inferens og energieffektivitet for Teslas egne modeller. Samtidig er det viktig å være presis her. Mange av de mest aggressive tallene som sirkulerer kommer fra Musk eller fra tredjepartskilder og bør derfor behandles som ambisiøse mål heller enn ferdig dokumenterte estimater.

Det viktige er at AI5 ser ut til å være bygget for Teslas egne nevrale nettverk og egne bruksområder. Det betyr at Tesla forsøker å optimalisere hele kjeden selv fra datainnsamling og modelltrening til inferens ute i bilen eller roboten. Dersom de lykkes kan det gi høyere ytelse per watt, lavere kostnad per enhet og raskere iterasjon enn om de bare kjøpte standardchiper fra andre.

Musk skrev i januar 2026 at AI5-designet var nesten ferdig og at AI6 allerede var i en tidlig fase. Han skrev også at Tesla sikter mot en 9 måneders designsyklus for fremtidige generasjoner som AI7 AI8 og AI9.

Hvem produserer - og hvor?

Reuters skrev i november 2025 at et lite antall AI5-enheter er ventet produsert i 2026 mens høyvolumproduksjon først er mer sannsynlig i 2027. De knyttet produksjonen til eksterne partnere og beskrev at Tesla vurderte en større AI halvleder-

fabrikkstrategi. Det passer med bildet av et selskap som ikke eier hele produksjonsapparatet selv, men som ønsker sterk kontroll over design og systemarkitektur.

Det betyr at Tesla ikke trenger å eie selve fabrikken for å få en strategisk fordel. Hvis selskapet kontrollerer arkitekturen og softwarestacken, samt hvordan halvlederen brukes i egne produkter kan det likevel sitte på en sterk posisjon i verdikjeden.

Konkurrerende halvledere?

NVIDIA er fortsatt referansen på rå AI-kraft i markedet. Musk har likevel hevdet at AI5 kan nærme seg *Hopper* som enkel systembrikke og *Blackwell* som dobbel løsning samtidig som den bruker mindre strøm og koster langt mindre. Det er en dristig påstand og den kommer fra Musk selv, så det bør tas med en klype salt.

Det mer interessante strategiske spørsmålet er om Tesla trenger å slå NVIDIA i absolutte toppmålinger. Det holder kanskje at Tesla bygger en halvleder som er bedre tilpasset egne modeller egne datastrømmer og egne produkter. Da kan de (kanskje) vinne på kostnad per utført oppgave enn på teoretisk maksytelse.

Wright's lov møter Moore's lov

Her blir kombinasjonen av Wrights lov og Moores lov viktig. Sistnevnte handler om at datakraft over tid blir billigere og tettere. Wrights lov derimot, handler om at kostnaden faller når man produserer mer og lærer underveis. Hvis Tesla virkelig får høye volumer på AI-halvledere gjennom biler, roboter og andre systemer kan læringseffekten bli stor. Flere analytikere og teknologimedier peker nettopp på at Teslas potensielle volum er noe av det som gjør chipstrategien så interessant.

Det er også her Optimus blir viktig. Den trenger en lokal hjerne som kan tolke syn bevegelse balanse kraft og omgivelser i sanntid. Hvis Tesla kan bruke samme

teknologiske grunnmur på tvers av bil og robot får selskapet en fordel få andre kan matche.

Derfor er AI5 ikke bare enda en halvleder. Det er et forsøk på å bygge hjernen til en ny fysisk AI-plattform. Tror vi.

5.2 Moaten ingen kan kopiere?

Mange humanoid-startups har imponerende demoer. Problemet er at demo ikke er det samme som produksjon. Det er nettopp her mange selskaper møter dødens dal. De klarer å bygge én robot eller ti roboter men ikke titusen eller hundretusen. Tesla prøver derimot å bygge hele systemet rundt skala fra dag én.

Kjernen i Teslas fordel er at selskapet forsøker å kontrollere langt mer av verdikjeden selv enn det de fleste konkurrentene gjør. Elon Musk har sagt at det i praksis ikke finnes noen ferdig leverandørkjede og at Tesla derfor må bygge store deler av den selv. Det gjelder blant annet aktuatorer motorer girkskasser sensorer AI-halvledere og batterier. Målet er ikke bare å lage en god robot, men å lage en robot som kan produseres raskt billig og i høyt volum med standardiserte og utskiftbare deler.

Tesla kan trekke på erfaringen fra å produsere biler i stor skala med fokus på takttid, lavt arbeid underveis og høy grad av standardisering. Hvis selskapet lykkes med å overføre denne produksjonslogikken til humanoids kan det gi et fortrinn som få andre startups kan matche. Reuters har omtalt at Optimus-produksjon er ventet å starte sent i 2026 og at oppskaleringen i begynnelsen trolig blir langsom nettopp fordi nesten alt i produktet og prosessen er nytt.

Andre selskaper som mestrer produksjon

Listen over selskaper som både har ambisjoner om skalering og troverdig produksjonsrammer er fortsatt kort. XPeng er ett av de mest interessante navnene

fordi selskapet allerede er en stor elbilprodusent og nå bygger for humanoidproduksjon. I februar 2026 ble det omtalt at XPeng hadde etablert en vertikal produksjons base med mål om masseproduksjon av deres *IRON* innen utgangen av 2026.

Boston Dynamics er et annet unntak fordi de har Hyundai i ryggen. Ved CES 2026 presenterte Hyundai og Boston Dynamics planene for Atlas og sa at de jobber mot en skalerbar produksjonsmodell. Hyundai har kommunisert mål om et system som kan produsere 30.000 roboter i året innen 2028 mens Atlas først skal tas i bruk i egne fabrikker.

Figure, 1X, NEURA og Agility har alle sterke produkter og spennende posisjonerings. Men sammenlignet med Tesla, XPeng og Boston Dynamics er det fortsatt mer usikkert hvor raskt de kan gå til virkelig industriell skala. Det betyr ikke at de vil tape. Men det betyr at produksjonsevne fortsatt kan bli det trangeste nåløyet.

Postcards From The Future

Humanoids: Produksjonkompetanse vs AI hjerne

	Høy AI-autonomi	Lav AI-autonomi
Høy Produksjonskompetanse	Tesla Ultimate moat: Skala + intelligens = vinneren	XPeng, Boston Dynamics God produksjon, men begrenset AI hjerne
Lav Produksjonskompetanse	Figure, 1X Sterk hjerne, svak kropp	Dødens dal De fleste startups Verken skala eller hjerne

Energi-moaten

Batteriet er enableren som gjør at Optimus faktisk kan jobbe over tid.

Kjernen i denne fordelen er Teslas 4680-celle. Dette er den større battericellen Tesla har utviklet for å få mer energi inn på mindre plass og samtidig kutte kostnader gjennom en enklere produksjonsprosess. I Q4 2025 skrev Tesla at selskapet nå produserer 4680-celler i Austin med tørr prosess for både anode og katode. Det er viktig fordi denne metoden kan redusere bruk av løsemidler senke kostnader og på sikt gjøre produksjonen mer effektiv.

Det som gjør dette interessant for roboter er ikke bare energitetthet, men hele kombinasjonen av driftstid vekt sikkerhet og kostnad. En humanoidrobot trenger et batteri som er lett nok til å bevare balanse og smidighet, men samtidig kraftig nok til å holde roboten i arbeid i mange timer. Det er nettopp derfor batteriet kan bli en like viktig konkurransefaktor som AI og andre komponenter.

Hvem og hvor?

Tesla bygger 4680-satsingen sin først og fremst rundt egen produksjon i USA. Austin er nå det viktigste plasseringen for den tørre elektrodeprosessen og selskapet har også pekt på videre oppskalering i amerikanske anlegg. Panasonic, LG Energy Solution og Samsung SDI er samtidig relevante partnere og leverandører i det bredere batteriøkosystemet rundt Tesla og annen robotikk.

Når det gjelder humanoids er LG Energy særlig interessant. Selskapet sa i januar 2026 at det allerede leverer sylindriske batterier til seks ledende globale aktører innen robotikk og at det også er i dialog om neste generasjon humanoidbatterier og masseproduksjonstidslinjer. Det betyr at Sør-Korea og Japan sannsynligvis får viktige roller som batteripartnere i humanoidverdikjeden også fremover.

Hvorfor er dette moaten som få kan kopiere?

Den første grunnen er oppetid og produktivitet. Hvis Optimus faktisk kan jobbe i opptil 14 timer begynner regnestykket å se helt annerledes ut.

Den andre grunnen er vekt og balanse. Batteriet er ikke bare en energikilde. Det er også en stor del av robotens totale masse. Hvis Tesla klarer å levere høy energitetthet uten å gjøre roboten tung og klossete bevarer smidighet balanse og bevegelighet.

Den tredje grunnen er kostnad. Hvis Tesla lykkes med å kombinere Wrights lov med tørr elektrodeprosess kan kostnaden per kilowatttime falle raskere enn hos mange konkurrenter. Da blir batteriet ikke bare bedre men også billigere over tid. Det er nettopp slike læringskurver som kan gjøre en Robot as a Service modell økonomisk attraktiv i stor skala.

Den fjerde grunnen er sikkerhet. Batterier som skal brukes i humanoids må tåle tett kontakt med mennesker og drift over lang tid. Teslas *tabless* design og tørre produksjonsprosess kan i teorien bidra til bedre varmehåndtering lavere risiko og mer robust drift. Hvis det faktisk fungerer i skala, blir det en viktig fordel.

Hvordan?

Det spesielle med Teslas tilnærming er at selskapet prøver å gjøre batteriet til en del av en større vertikal modell. Dry electrode har vært ekstremt vanskelig å få til i praksis. Musk har selv beskrevet det som en av de mest krevende produksjonsutfordringene Tesla har jobbet med. Poenget er enkelt. Uten løsemidler kan prosessen bli billigere renere og mer effektiv. Det kan redusere avfall og energibruk i produksjonen samtidig som man på sikt kan få høyere energitetthet.

Kombinert med egen kontroll over halvledere, batteri, aktuatorer og store deler av systemarkitekturen prøver Tesla å bygge en mer samlet og robust verdikjede. Blir den uknuselig? Neppe. Konkurrentene vil åpenbart mene nei. Men hvis Tesla klarer å få

disse delene til å spille sammen i skala får selskapet en fordel som blir svært krevende å ta igjen.

Når?

2026 blir året der denne strategien virkelig skal testes. Ambisjonen er at Gen 3 Optimus skal bruke 4680 fra start, og at de første tusen enhetene skal tas i bruk internt før volumet gradvis øker videre. Veien fra tusener til hundretusener er likevel lang, og oppskaleringen vil neppe være lineær. Som alltid i produksjon vil de første stegene være tunge og dyre før læringskurven begynner å slå inn.

I 2027 og 2028 kommer neste mulige kapittel. Solid-state-batterier trekkes frem som den langsiktige endeløsningen for humanoids fordi de kan gi langt høyere energitetthet, raskere lading og bedre sikkerhet enn dagens batterier. Panasonic har signalisert at selskapet jobber med slike løsninger for robotikk. Dersom teknologien faktisk modnes og kommer i volum, kan den bli en ny akselerator for hele humanoidindustrien.

5.3 Over *Dødens Dal*

De fleste *startups* dør her. Dette er Dødens Dal. Den dype dalen mellom imponerende YouTube-demo og lønnsom, skalerbar produksjon. Bare de sterkeste krysser.

Vi er *Ahead of the S-Curve*, og Tesla er akkurat nå på vei opp den andre skråningen.

Teoriene våre i praksis:

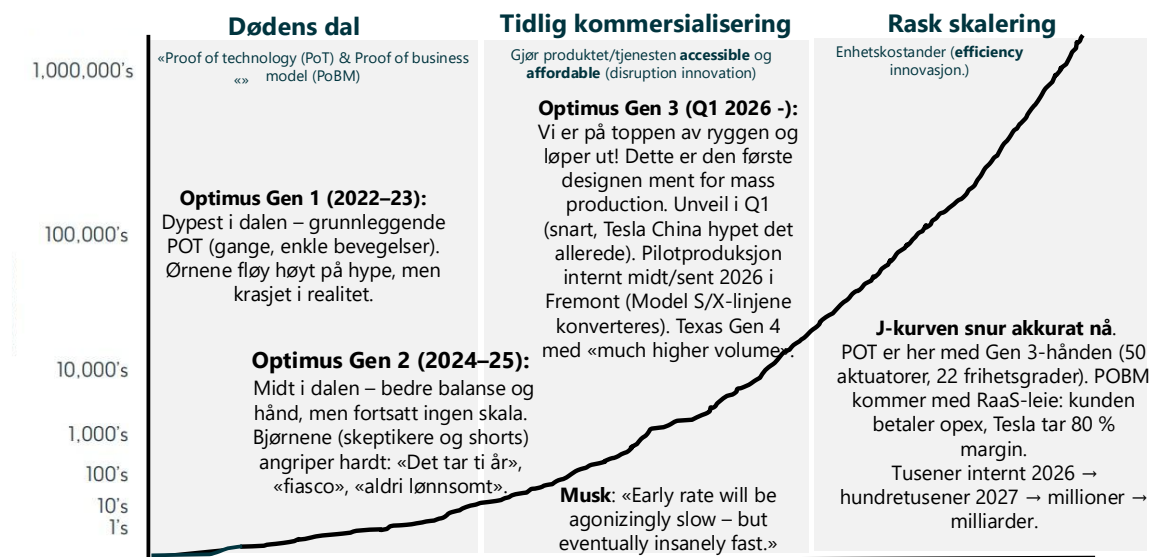
1. Proof of Technology (POT): Teknologien fungerer i virkeligheten.
2. Proof of Business Model (POBM): Det tjener penger her med *Robot-as-a-Service* og 80 % bruttomargin.

3. J-kurven: Kontantstrømmen går fra dypt negativ (utvikling, pilot) til eksplosivt positiv når *flywheelen* spinner.
4. Tidlig skalering: Fra tusener internt til hundretusener, deretter millioner.

Hvor står Optimus i dalen akkurat nå (februar 2026)?

Postkort fra fremtiden

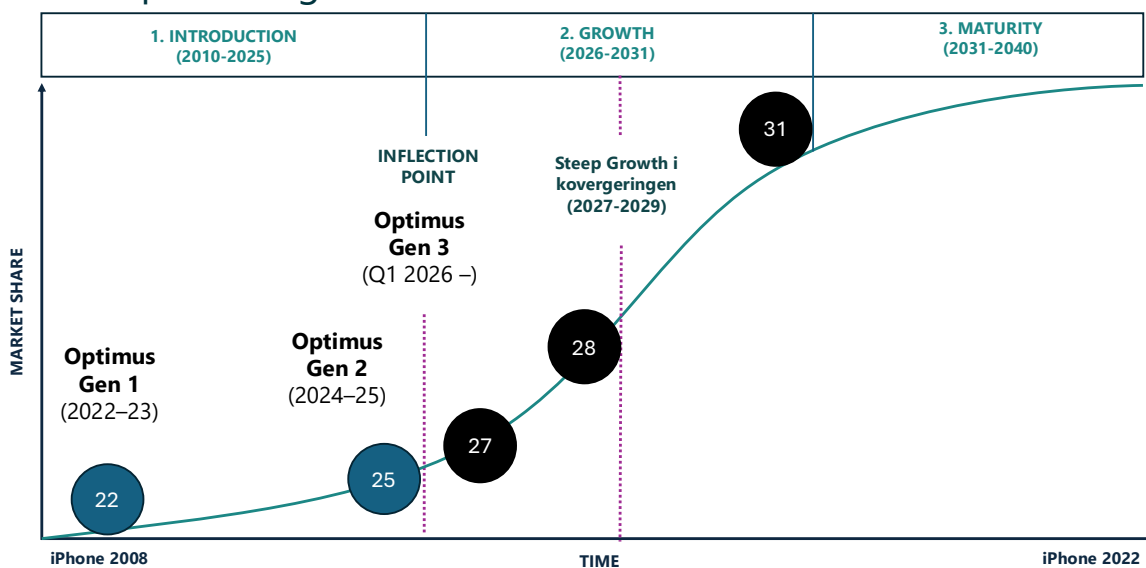
Dødens dal og tidlig skalering – Tesla Optimus



Figure, 1X og NEURA har sterke hjerner, men mangler Teslas vertikale moat.

Postcards From The Future

Tesla Optimus og S-kurven



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

6.0 Adam Smith, Taylor og Weber - nå for maskiner

Den akademiske kumulative arven var aldri optimalisert for menneskelig friksjon. De tenkte på mennesker som maskiner. Slaver av systemer som produserte varer, tjenester og beslutninger. Mening og fremmedgjøring var biprodukter.

Nå kommer maskinene. Våre agenter.

Digitale og fysiske agenter tar over. Arbeid forsvinner ut av BNP-formelen. Og maskinbyråkratiet erstatter hender, føtter og kognitive prosesser.

Adam Smith (arbeidsdeling og spesialisering) trodde det var lagd mennesker. Nå er det maskinenes. Optimus spesialiserer seg eksponentielt. Én robot-type for presisjonsmontering, én for tungløft, én for hjemmet. Ingen ego, ingen kaffepause og ingen fagforening, mellomledere eller konserinstrukser. Bare ren, uendelig skalering av produktivitet.

Frederick Taylor (vitenskapelig ledelse) studerte hver menneskelig bevegelse for å fjerne sløsing. Nå studeres hver millisekund med AI-data. Mennesket varierer.

Maskinen gjør det perfekt. Hver gang. Max Weber (byråkrati) beskrev det rasjonelle systemet der regler erstatter følelser. Nå er det perfekt for maskiner. Null korrupsjon, null unntak, null sykefravær. Det ultimate «byråkrati for maskiner».

Optimus er kongen i den fysiske økonomien. Med en timepris som gjør velstand til en allmenn tilstand. Forestilling deg en Optimus som leies ut for 15-25 dollar/timen. Den jobber 20 timer i døgnet, 365 dager i året, med 80% bruttomargin til Tesla. Den erstatter ikke bare lavtlønnsarbeid. Den løfter hele verdikjeden.

Når *de fire rytterne* våre konvergerer, fysiske agenter med digitale agenter, tale-teknologi som grensesnitt og selvkjørende som mobilitet, blir resultatet presisjon uten friksjon. De repetitive, feilutsatte og mangelfulle oppgavene løftes fra menneskets skuldre. Igjen: dette er ikke apokalypse. Dette er frigjøring.

Makro – Menneskers bidrag til økonomisk vekst strykes

Kampen om arbeid har vært en av sivilisasjonens dypeste drivkrefter. Fra Mesopotamia, der slaver bygde templer og kanaler, via føydalsamfunnets leilendinger og videre til industrisamfunnets lønnsarbeid og fagforeninger, har kontroll over menneskelig arbeidskraft vært selve kjernen i økonomisk og politisk makt. Mye av historien kan leses som en kamp om å kontrollere den viktigste knappe ressursen av alle: menneskers tid, muskler og evne til å produsere.

De fysiske ressursene har alltid vært begrensede. Det samme gjelder de digitale. Energi, sjeldne mineraler, land, batterier, minne og regnekraft setter fortsatt grenser. Den virkelige flaskehalsen er ofte energi og beregningskraft. Men det som nå er i ferd med å endre seg, er noe enda mer grunnleggende: arbeidets rolle i selve produksjonsfunksjonen.

I en enkel makromodell kan produksjonen skrives som $Y = A * K * L$, der L er arbeid, K er kapital og A er produktivitetskoeffisient. I det gamle industrielle regimet var arbeid en hard begrensning. Selv med mer kapital måtte man fortsatt ha mennesker til å bygge, bære, montere, kjøre, pakke, rense, reparere og overvåke. Det er nettopp denne begrensningen humanoids kan begynne å svekke.

Dersom fysisk AI faktisk fungerer i stor skala, kan deler av det som i dag ligger i L gradvis flyttes over i K. Arbeidet forsvinner ikke nødvendigvis over natten, men kapitalen blir plutselig langt mer arbeidslignende. Roboter kan utføre oppgaver som tidligere krevde mennesker, og de kan gjøre det over lange skift, med høy presisjon og uten de samme biologiske begrensningene. Samtidig kan A, altså produktiviteten, stige fordi maskiner ikke bare arbeider, men også bidrar til å optimalisere andre maskiner, produksjonslinjer og beslutninger.

Hvis denne utviklingen får fart, kan resultatet bli en økonomi med langt høyere produktivitet enn vi er vant til. BNP kan da vokse kraftig, ikke bare fordi vi får mer kapital, men fordi kapitalen i seg selv begynner å ligne arbeidskraft. Det vil si at

økonomien ikke lenger bremses på samme måte av mangel på mennesker til å utføre oppgaver. Da kan vi få en verden der produksjonen øker raskere enn etterspørselen, og der mange varer og tjenester blir billigere over tid. Ikke som et tegn på kollaps, men som et uttrykk for positiv deflasjon drevet av overflod.

Det er dette som gjør humanoids så makroøkonomisk eksplosive. De handler ikke bare om én ny robotkategori. De handler om muligheten for å endre forholdet mellom arbeid, kapital og produktivitet på en måte vi knapt har sett tidligere. I et slikt regime kan gamle forestillinger om knapphet bli utfordret. Ikke fordi alle knappheter forsvinner, men fordi en av de største historiske flaskehalsene, menneskelig arbeidstid, gradvis blir mindre bindende.

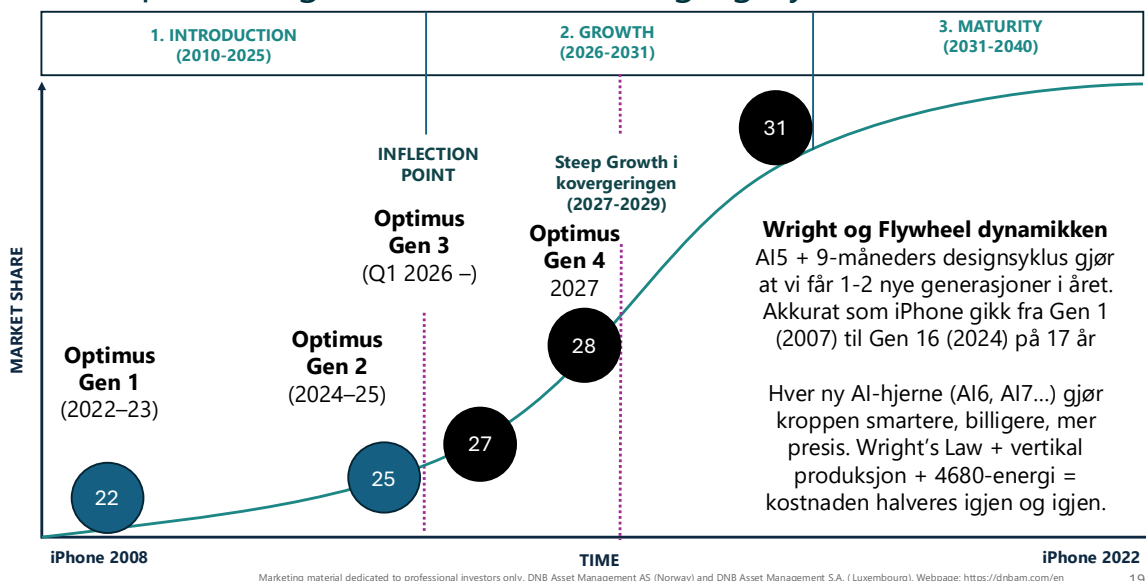
Det betyr ikke at alt blir enkelt. Energi, råvarer, halvledere og batterier vil fortsatt være strategiske innsatsfaktorer. Men dersom Wrights lov, vertikal integrasjon og bedre produksjonsteknologi fortsetter å presse kostnadene ned, kan også disse flaskehalsene bli mindre alvorlige over tid. Da beveger vi oss mot en økonomi der verdiskaping i stadig mindre grad handler om å mobilisere nok mennesker, og i stadig større grad handler om å mobilisere nok energi, beregningskraft og maskinkapasitet.

Dette er grunnen til at vi mener humanoids er mer enn et nytt produkt. De kan endre hele formelen for økonomisk vekst. Arbeid ikke lenger er den samme knappe ressursen som før, og velstandsveksten derfor kan akselerere langt raskere enn tradisjonelle modeller tilsier.

S-kurven Optimus rir akkurat nå

Postcards From The Future

Tesla Optimus og S-kurven – Skalering og flywheel



2026: Tusener internt (piloter),

2027-28: Hundretusener (tidlig skalering),

2030: Millioner (full *flywheel*)

2035: Titalls millioner

2040: 1 milliard Optimus. Det vil si én robot per 8 mennesker på jorden. Heftig. Hvis det skjer.

Og hvis det skjer begynner et nytt kapittel i menneskehetens historie. Alle som sa at humanoids bare var tull for fem år siden vil fortsette å fortelle den historien. Helt til de en gang om 5-10 år kjøper en selv. Og forteller historien om at de alltid har trodd på humanoids. Slik er finansfolk. De går kanskje glipp av den mest disruptive perioden i menneskehetens historie fordi man ville høres smart ut. Eller som vi sier: «Pessimisten høres smart ut, men optimisten vinner som regel»

7.0 Menneskehetens nye kapittel

Optimus er den fysiske rytteren som nå rir inn i historien sammen med sine tre brødre. Kroppen med 22 frihetsgrader og 50 aktuatorer. Hjernen med AI5 og en utviklingssyklus som presses stadig raskere. Moatene som kan vise seg å bli avgjørende: vertikal produksjon, Wrights lov, batteri og et maskinbyråkrati bygget for skala.

Det er derfor dette kan bli begynnelsen på menneskehetens neste kapittel.

De repetitive, monotone og farlige oppgavene løftes gradvis fra menneskers skuldre. Det arbeidet som er skittent, kjedelig og risikofyllt kan i økende grad håndteres av maskiner. I stedet åpnes det rom for det som alltid har vært vårt dypeste fortrinn: kreativitet, empati, dømmekraft, moral og evnen til å tenke fra første prinsipper. Maskinene tar slitet. Mennesket får større mulighet til å ta livet tilbake.

Fra Mesopotamia og frem til i dag har kampen om arbeid vært en av historiens mest grunnleggende drivkrefter. Kontroll over menneskelig arbeidskraft har vært kontroll over makt, produksjon og rikdom. Nå kan den logikken begynne å endre seg. I produksjonsfunksjonen er arbeid tradisjonelt en av de store begrensningene. Men dersom humanoids og fysisk AI faktisk skalerer, kan deler av det som i dag ligger i arbeid gradvis flyttes over i kapital. Produktiviteten kan stige kraftig. Prisene på mange varer og tjenester kan falle. Overflod kan bli mer normalt enn knapphet i stadig flere deler av økonomien.

Men vi skal ikke være helt naive.

Vår egen optimisme må tåle møte med virkeligheten. Hva skjer med de titalls millioner menneskene som mister fotfeste i overgangsfasen, før den nye økonomien har rukket å absorbere dem? Hva skjer når makt og verdiskaping samles hos et fåtall selskaper som eier de viktigste moatene? Hva skjer når maskiner får større autonomi i hjem, fabrikker og systemer? Og hva skjer geopolitisk når kampen om energi, mineraler, batterier og halvledere tilspisser seg før de nye verdikjedene har satt seg?

Historien gir oss ingen grunn til å tro at slike overganger blir friksjonsfrie. Jordbruket, industrialiseringen og internett skapte alle uro, ulikhet og forskyvninger i makt før de skapte bredere velstand.

Forskjellen nå er tempoet.

Denne overgangen kan bli langt raskere og dermed også langt mer brutal. Men den kan også bli bedre styrt enn tidligere teknologiske skifter. Med kloke institusjoner, massiv omskolering, sterkere investering i menneskelige ferdigheter og nye fordelingsmekanismer kan gevinsten deles bredere enn før. Borgerlønn kan gå fra å være et radikalt forslag til å bli en rasjonell respons i en økonomi preget av slik overflod.

For første gang i historien kan mennesket begynne å frigjøres fra nødvendighetens lenker i virkelig stor skala. Dette er en frigjøring. *De fire rytterne* rir ikke nødvendigvis mot apokalypsen. De kan like gjerne ri mot et nytt blomstrende kapittel der presisjon, produktivitet og fritid åpner rom for mer menneskelighet, og ikke mindre.

Nå er spørsmålet ikke «om» dette skjer. Spørsmålet er: hva gjør du med den friheten som kommer?

Og har du kommet helt hit, så takker vi for tiden.

Vi sees i fremtiden.

Mer gratis info?



Revisjonen med Disruptive Perspektiver:
 Når vi analyserer eller tenker lenger ut mer tid og mange verktøy (kvartalsrapporter, analyser, dialog med
 eiere, bedriftsnett, excel, kalkulator og ordmodeller). Ofte legger vi små notater, og noen ganger
 noen notater som vi tenker på som perspektiver. De er gjerne noe til å vite at det sjelden 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 gammel dags informasjonsdeling for å synliggjøre hvordan vi ser på ulike temaer på
 publiseringstidspunktet. Perspektiver blir ikke mindre, kanskje heller mer verdt, når man deler det. Med det
 utgangspunktet, ha en fin reise i våre perspektiver.



Revisjonen med Disruptive Perspektiver:

Jår vi analyserer ulike temaer bruker vi mye tid og mange verktøy (kvartalsrapporter, analyser, dialog med
 eiere, bedriftsnett, excel, kalkulator og ordmodeller). Ofte legger vi små notater, og noen ganger
 flere notater som vi tenker på som perspektiver. Vi er gamle nok til å vite at det sjelden 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 gammel dags informasjonsdeling for å synliggjøre hvordan vi ser på ulike temaer på
 publiseringstidspunktet. Perspektiver blir ikke mindre, kanskje heller mer verdt, når man deler det. Med det
 utgangspunktet, ha en fin reise i våre perspektiver.



Følg med gjennom LinkedIn,
 Substack og X

- Følg med i Auduns hjørne på X, Substack og LinkedIn.
- Skriver ofte om disrupsjoner og aksjemarkedet



....samt podkasten *Utbytte*

