

VERDENSROMMETS RENESSANSE

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
For den late leseren	5
DEL 1	8
1.0 Hvorfor er Space Economy viktig nå?.....	8
2.0 Bakkeinfrastrukturen som gjør hele rommet mulig.....	11
3.0 Kategorisering av satellitter	15
4.0 Verdensrommet er det ultimate <i>Blue Ocean</i>	19
5.0 Dual-Use.....	23
5.1 Dual-use satellitter eksempler	26
6.0 Gjenbrukbare raketter	29
7.0 Jordbanene GEO, MEO og LEO.....	32
7.1 GEO-satellitter	33
7.2 MEO-satellitter	36
7.3 LEO-satellitter	38
7.4 Oppsummering	41
8.0 Noen sentrale selskaper i Space Economy.....	43
8.1 SpaceX og Starlink	43
8.2 AST SpaceMobile (ASTS)	45
8.3 Amazon Leo	49
8.4 OneWeb (Eutelsat OneWeb).....	52
DEL 2	55
9.0 Fra Space Economy til Modern Defence	55
10.0 Kategorisering av aksjer	62

11.0 Space og Modern Defence i symbiose..... 72
















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.

DNB Disruptive Opportunities

Portfolio positioning

Identified five main themes of disruptive opportunities

1. Connectivity	2. Urban Mobility	3. Machine revolution	4. Demographics	5. Green Deal
Internet of Things 	Electric cars 	Robotics 	Generation Z 	Renewable Energy 
E-commerce 	Self-driving cars 	Artificial Intelligence 	Healthy living 	Circular & Water 
Satellite 	Infrastructure 	Big Data & Cloud 	Aging (BioTech) 	Electrification 

Fire banebrytende innovasjoner

AI fungerer som en viktig *enabler* for innovasjoner som sannsynligvis vil utløse massive produktivetsgevinster

 <h3>1. Digitale agenter</h3> <p>Resonnerende modeller og generativ AI muliggjør automatisering av komplekse oppgaver og arbeidsflyter</p> 	 <h3>2. Ordkommandoer</h3> <p>Tale og AR representerer et skifte i brukergrensesnitt (UI) og hvordan vi samhandler med teknologi</p> 	 <h3>3. Fysiske agenter</h3> <p>Humanoids og andre roboter erstatter menneskelig arbeidskraft i fabrikker, lagre og andre tjenestenæring</p> 	 <h3>4. Selvkjørende agenter</h3> <p>Autonome kjøretøy, droner og roboter driver effektivitetsgevinster innen transport og logistikk</p> 
---	---	---	---

Gjennombrudd innen algoritmer, regnekraft og datatilgjengelighet er de primære kreftene som driver den nåværende AI-revolusjonen

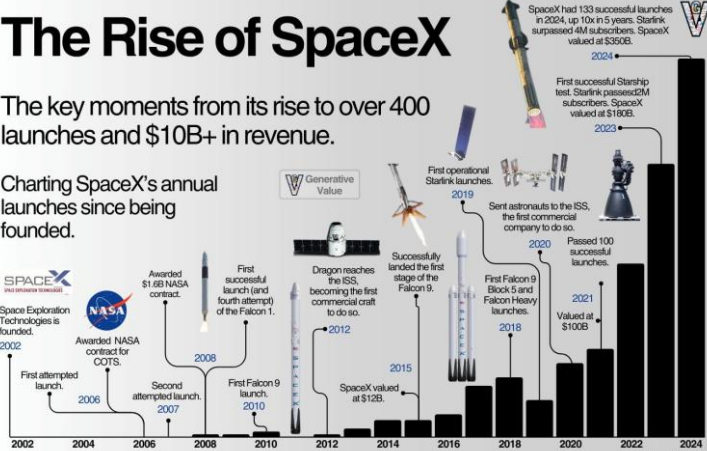
Reshaping the space industry

SpaceX has revolutionized the space industry by slashing launch costs through reusable rocket technology

The Rise of SpaceX

The key moments from its rise to over 400 launches and \$10B+ in revenue.

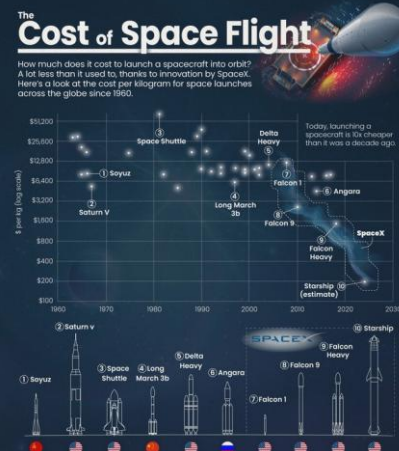
Charting SpaceX's annual launches since being founded.



Source: SpaceX Stats

The Cost of Space Flight

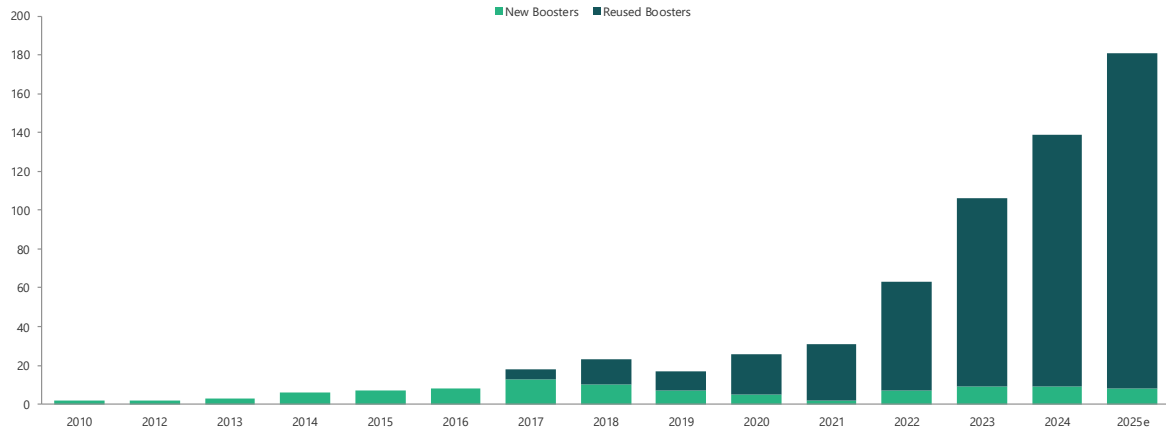
How much does it cost to launch a spacecraft into orbit? A lot less than it used to, thanks to innovation by SpaceX. Here's a look at the cost per kilogram for space launches across the globe since 1960.



SpaceX has revolutionized the space industry

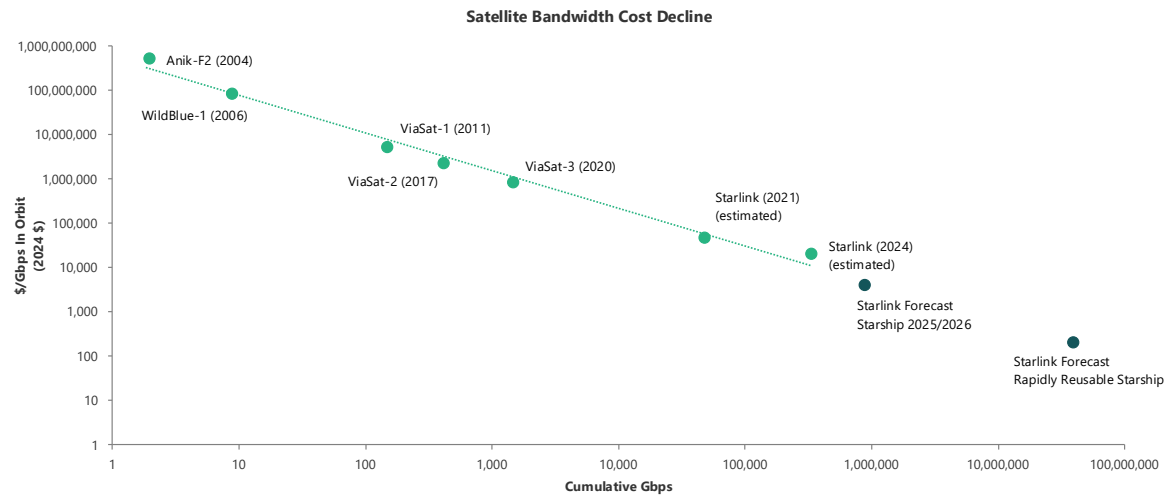
SpaceX has a ten-year start on reusable orbital rockets

Number of Falcon rockets launched by type



SpaceX has revolutionised the space industry

SpaceX continues to drive satellite bandwidth costs down in line with Wright's law



For den late leseren

I tiår var rommet preget av en stor økonomisk anomali. Kostnaden per kilo til verdensrommet lå stabilt på 10.000-18.500 dollar. Hver oppskytning kastet bort den dyreste delen av raketten. Det første trinnet, altså den største motoren. Det var som å kjøpe en ny Boeing 747 for hver flytur og kaste den etter landing.

Så kom de gjenbrukbare raketene. SpaceX løste dette. Mellom 2015 og 2026 falt kostnaden per kilo til verdensrommet med 80-95%. Det ble vendepunktet som åpnet for masseproduksjon av satellitter og utløste nye *flywheels*. På etterspørselssiden gjennom global dekning, og på tilbudssiden gjennom Wrights lov innen hardware og nær null marginalkostnad på data.

Denne kostnadsrevolusjonen har skapt tre helt ulike konstellasjonsbaner med hver sin rolle i rommets nye økonomi. La oss gå gjennom dem nå.

Vi analyserer alt gjennom «ahead of the s-curve»-rammeverket vårt:

- De Fire Ryttere (Fysiske, selvkjørende, digitale agenter og tale)
- S-kurven med tre faser: Fase 1 (*dødens dal*), Fase 2 (*sweet spot* med *flywheels*), Fase 3 (modenhet og x-kurve)
- *Dual-use* som bro mellom *space economy* og *modern defence*
- Se, lytte, prate: grunnleggende funksjoner som dekker hele tjenestespektret i verdensrommet

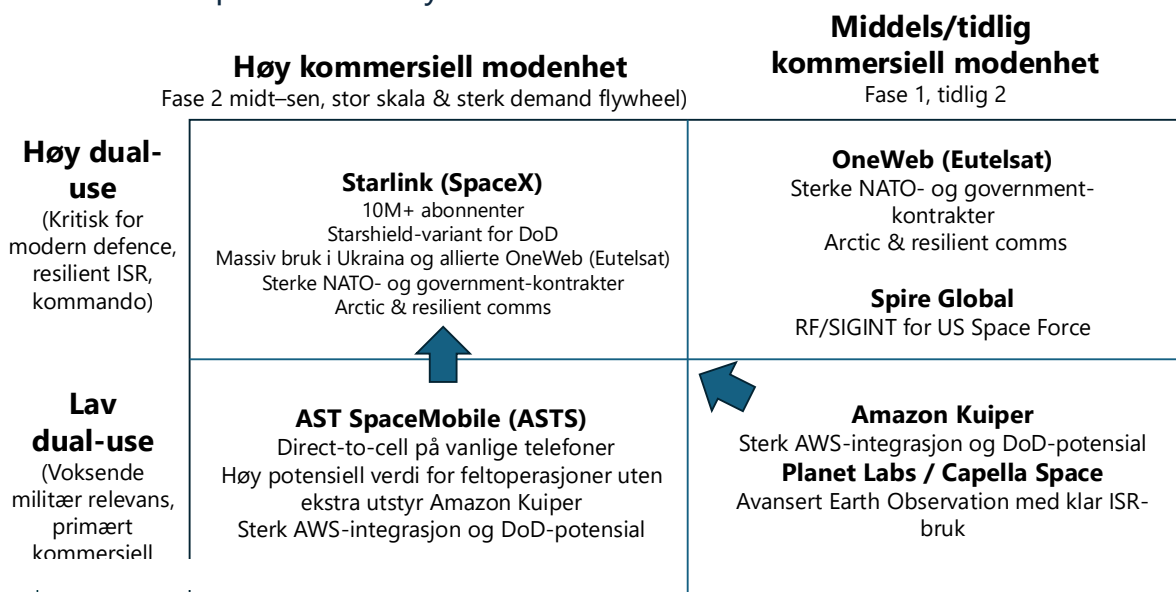
Satellitt oversikt – GEO, MEO og LEO

Bane	Høyde	Latency	Antall satellitter (2026)	S-kurve fase	Hovedstyrke	X-kurve-risiko
GEO	35 786 km	600–700 ms	~500–600	Fase 3 (moden)	Stabil broadcast & backhaul	Høy
MEO	8 000–20 000 km	100–150 ms ~	130–140 (GNSS)	Fase 3 (stabil)	Presis PNT & timing	Lav
LEO	160–2 000 km	20–50 ms	10 000+	Fase 2 (sweet spot)	Lav latency & global kapasitet	Lav

Likheter: Alle er dual-use, alle drives av reusable launch, alle er del av samme bakkeinfrastruktur (jordstasjoner + frekvenser).
Ulikheter: GEO er moden og sårbar for substitusjon, MEO er strategisk uerstattelig (GNSS), LEO er den disruptive motoren som vokser eksponentielt.

Selskap	Fase på S-kurven	Kommersiell styrke	Dual-use styrke	Kommentar
Starlink	Fase 2 (midt–sen)	Svært høy (10M+ brukere)	Svært høy (Starshield)	Lederen som driver flywheel
AST SpaceMobile	Fase 2 (tidlig–midt)	Høy (DTC)	Høy (feltkommunikasjon)	Den smarteste disruptør
Amazon Kuiper	Fase 2 (tidlig)	Høy AWS-integrasjon	Middels–høy	Den enterprise-sterke utfordrer
OneWeb (Eutelsat)	Fase 2–3	Middels	Høy (government/NATO)	Den modne, defensive spilleren

Dual-use i Space economy & Modern Defence



Kategoriene som forklarer verdensrommets tjenester

**Sammen danner de en komplett informasjonsverdi-kjede:
samle data → analysere → distribuere og handle.
Ingen kan erstattes av de andre.**



Gjenbrukbare raketter løste kostnadsanomalien. Det sendte LEO inn i fase 2 (*sweet spot*), lot MEO beholde sin strategiske *moat* og presset GEO inn i en X-kurve.

Resultatet er et nytt flerlags økosystem i rommet, med global overflod, digital inkludering og nye markeder på den ene siden, og robusthet, rask ISR (*Intelligence, Surveillance, Reconnaissance*) og kommandokobling i miljøer uten tilgang til GNSS på den andre.

Vi er midt i fase 2-akselerasjonen. De fire rytterne møtes i verdensrommet, og de største investeringsmulighetene ligger hos selskapene som nå bygger sterke flywheels, særlig SpaceX, AST SpaceMobile og Amazon.

Rommet er ikke lenger forbeholdt rike land og milliardærer. Det er blitt et nytt kritisk infrastrukturlag rundt jorden.

DEL 1

1.0 Hvorfor er Space Economy viktig nå?

Det første Space Racet (1957-1975) var et biprodukt av den kalde krigen. Sputnik 1 i 1957 var historiens første satellittoppskytning (riktignok kunstig nyttelast), og førte videre til Apollo-programmet og månelandingen i 1969. Det handlet om prestisje, militær overlegenhet og ideologisk dominans, rommet som proxy for våpenkappløp.

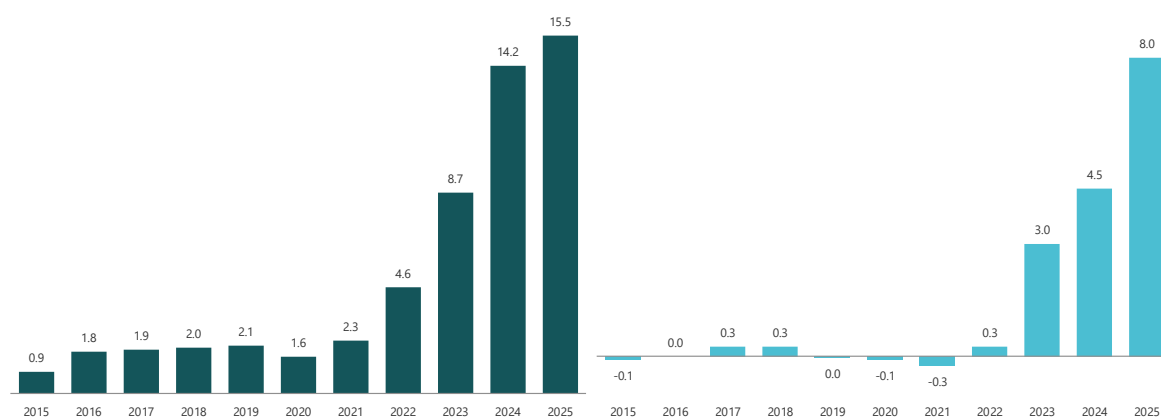
DNB Disruptive Opportunities

From cyclical to structural growth

Innovative technologies driving cost improvements and accelerated sales from increased adoption

SpaceX annual revenues (USDbn)

SpaceX estimated annual EBITDA (USDbn)



Vi lever nå i Space Race 2.0. Denne gangen er det ikke bare land og regioner som driver kappløpet fremover, men private aktører og kapital. Med Falcon og Starship har SpaceX redusert oppskytingskostnadene dramatisk, med 80-95%. Dette har sendt romsektoren ut av *dødens dal* og inn i fase 2 med skalering. Dette er ikke lenger bare USA mot Sovjet. Det er Musk og Bezos mot gamle maktstrukturer. Samtidig som Kina, India, og ja til og med Europa, bygger sine egne posisjoner. Den historiske parallellen? Litt som Sputnik tvang USA til å svare med NASA, tvinger Starship og nye forretningsmodeller i LEO verden inn i en ny romøkonomi. Men denne gangen er det

ikke kun militær prestisje som står i sentrum. Det er kommersiell overflod, global oppkobling og nye markeder, fra internettdækning til produksjon og forskning i verdensrommet.

Space economy er den økonomiske sfæren i dette nye kappløpet. Den omfatter alle aktiviteter som skaper verdi gjennom utforskning, utnyttelse og bruk av rommet. I 2026 anslås den å være verdt i overkant av 600 milliarder dollar. McKinsey og Novaspace estimerer denne økonomien til å bli verdt over 1.800 milliarder dollar innen 2035. Veksten akselereres av satellitter, oppskytingstjenester og en raskt voksende underskog av nedstrøms tjenester som IoT, navigasjon og kommunikasjon. Men rommet er også et politisk og regulatorisk tema. Denne sfæren derimot omtales ofte som romforvaltning, eller det ytre roms regelverk. Et sett av traktater, institusjoner og normer som forsøker å regulere rommet som et globalt fellesgode, ikke som privat eller nasjonalt territorium alene.

Sentrale institusjoner og betydning av frekvenser

Rommet styres gjennom et nettverk av globale og nasjonale institusjoner:

- UNOOSA (*UN Office for Outer Space Affairs*): FNs organ for fredelig bruk, overvåker traktater og fremmer inkludering.
- ITU (*International Telecommunication Union*): Allokere radiofrekvenser og orbitalposisjoner globalt. «First-come, first-served» med koordinering for å unngå interferens.
- Nasjonale aktører: NASA (USA), ESA (Europa), FCC (USA for frekvenser), Roscosmos (Russland), CNSA (Kina).
- Artemis Accords: Et praktisk rammeverk for aktivitet på månen. 61 land per januar 2026.

Frekvensbånd er knappe digitale ressurser. Begrenset spekter (f.eks Ku/Ka-bånd for satellitter) allokeres av ITU for å unngå interferens, altså forstyrrelser. I denne

nåværende LEO-æraen (Starlink, ASTS) er dette kritisk. Manglende koordinering kan lamme satellittkonstellasjoner. Myndigheter (som FCC) gir lisenser, men ITU sikrer det operasjonelle rundt frekvensene. Dette er Stiglers *regulatoriske capture*-dynamikk. Etablerte (GEO-operatører) beskyttes, mens nye LEO-aktører utfordrer for endring og innovasjon.

Hvem eier verdensrommet, månen og mars?

Vel. Ingen eier dem. *Outer Space Treaty* (fra 1967, verifisert av 114 land) forbyr alle lands kapring gjennom suverenitet, okkupasjon eller andre midler. Verdensrommet og månen skal anses som fellesområde for hele menneskeheten. På fagspråket sier man at dette er *res communis*, og ikke *res nullius*.

Artemis Accords derimot, (61 land gått med) tillater å hente ut ressurser uten å ha eierskap. Det vil dog være såkalte «safety zones» slik at land, selskaper eller astronautene/månebilene ikke skal forstyrre hverandre under aktiviteter. Men ingen krav på territorier.

Dette er et paradoks i Space Race 2.0. Traktatene var progressive i kald krig, men utdatert i en kommersiell æra. Privat kapital (f.eks SpaceX sine visjoner) utfordrer disse traktatene. Kan man «eie» utvinnede ressurser uten å eie land? Kina og Russland står utenfor *Artemis Accords*, og utvikler egne normer. Rommet kan risikere å bli en klassisk *tragedy of the commons*, der jordbaner og frekvenser overbelastes dersom governance ikke oppdateres i takt med den kommersielle og teknologiske utviklingen.

Vi utvider nå videre vårt eksisterende «Ahead of the S-curve»-rammeverk til å omfatte *space economy* og *modern defence* som integrerte investeringsområder. *Space Economy* representerer verdiskaping gjennom forretningsmodeller i verdensrommet, mens *Modern Defence* inkluderer både jordbane, luft- og bakkeinfrastruktur (satellitter, droner, bakkebaserte systemer og hybride nettverk).

Dette minner oss om *Blue Ocean*. Ubegrenset potensial drevet av gjenbrukbare raketter (SpaceX sin Starship i fase 2-skalering), men med knappe ressurser (frekvenser, jordbane-plasser) og regulatorisk *capture* som beskytter etablerte aktører.

Postcards From The Future

Et slags investeringsunivers og S-kurvene

	Space Economy (Kommersiell)	Modern Defence (Militær & geopolitisk)
Høy Teknologisk modenhet (Mature – sen fase 2/fase 3)	Moat-erosjon Etablerte GEO-satellitter & legacy telecom Høyt latency, regulatorisk beskyttelse svekkes av LEO. X-kurve-start	Tradisjonell manned defence & GEO-overvåking Dyr, sårbar – erstattes av attritable mass. For gode på feil ting
Lav Teknologisk modenhet (Early Growth fase 1–tidlig fase2)	Sweet spot – høy beta, flywheel starter Kommersiell LEO-bredbånd & manufacturing Eks: ASTS (global direct-to-cell), orbital pharma (Redwire), data centers (Axiom). Blue Ocean med positiv deflasjon i connectivity/health.	Sweet spot – høy beta, flywheel starter Replicator-lignende drone-satellitt-hybrider, kryptert varsling. Geopolitisk akselerasjon (Ukraina-lærdom).

Nederst til venstre (*sweet spot*) finner vi selskaper innenfor space economy som er i en skaleringsfase. ASTS, Rocket Lab og Redwire er eksempler på Proof of Business Model med skalering fremover.

2.0 Bakkeinfrastrukturen som gjør hele rommet mulig

Selv om verdensrommet er over hodene våre, skjer 80-90 % av den daglige driften, styringen og verdiskapingen på bakken. Dette er den fysiske og regulatoriske broen

mellom jorden og jordbanene. Vi kaller det *ground segment* eller *terrestrial space infrastructure*. Den består av tre hovedkomponenter som henger tett sammen: utskytning, jordstasjoner og frekvensbruk. Alle tre er del av vårt rammeverk. Kategori 1 (Connectivity) og kategori 5 (Knappe digitale & fysiske ressurser), og de er i ulik fase på S-kurven.

1. Utskytning (Launch)

Dette er selve «browseren» til rommet.

Noen sentrale begreper:

- Launch site / spaceport: Hele infrastrukturen rundt der raketter integreres, testes og skytes opp.
- Launch pad: Den fysiske plattformen + støttesystemer (drivstoff, lynvern, flammekanal).
- Integration & processing facility: Bygninger der rakett og nyttelast monteres og testes.
- Range: Sikkerhetsområdet rundt (ofte veldig stort) med radar og sporing for å sikre at raketten ikke treffer befolkning eller fly.
- Telemetry, Tracking & Command (TT&C) under oppskytning: Sanntidsdata fra raketten til bakken.

Dette er kort oppsummert infrastrukturen bak steder som Cape Canaveral, Kennedy Space Center, Boca Chica, Vandenberg, Baikonur, Kourou og Andøya.

I 2026 har gjenbrukbare raketter, ledet an av SpaceX, beveget seg inn i fase 2 med tidlig skalering. Læringskurver, raske feedback loops og gjentatt bruk presser kostnadene ned, samtidig som oppskytningsfrekvensen stiger raskt. De mindre aktørene er fortsatt tidlige i løpet. Aktører som Isar Aerospace og Rocket Lab

befinner seg mellom fase 1 og 2, der teknologien er bevist, men fortsatt må komme seg over *dødens dal*.

2. Jordstasjoner

Når satellitten er oppe, er det jordstasjonene som snakker med den døgnet rundt.

Noen sentrale begreper:

- Ground station: Antenneanlegg som sender og mottar signaler.
- Gateway station: Store stasjoner som kobler satellittnettverket til det globale fiber- eller internett-nettet.
- TT&C-station: Spesielt for kommando og sporing (ofte mindre, men kritiske).
- Mission Control Center (MCC): Hovedkontrollrom der operatører styrer hele konstellasjonen.
- Constellation network: Flere hundre stasjoner spredt globalt for kontinuerlig dekning (LEO-satellitter passerer raskt over himmelen).

Denne infrastrukturen er allerede blitt omfattende. Starlink hadde ved inngangen til 2026 over hundre gateway-stasjoner globalt, i tillegg til et stort antall mindre punkter for telemetri, sporing og kontroll. ESAs *ESTRACK* og NASAs *Near Space Network* er andre eksempler på slike bakkebaserte nettverk. Nye aktører som AST SpaceMobile bygger også egne jordstasjoner som del av sine *direct-to-cell*-løsninger (altså direkte til helt vanlig smarttelefon).

For LEO-konstellasjoner befinner denne delen av infrastrukturen seg tydelig i fase 2. Her ser vi et klassisk etterspørselsdrevet *flywheel*. Flere brukere gir behov for flere jordstasjoner, som igjen gir bedre dekning, høyere kvalitet og enda flere brukere.

3. Frekvensbruk

Dette er den usynlige, men helt kritiske infrastrukturen. De «knappe digitale ressursene» vi snakker om.

Noen sentrale begreper:

- Radio frequency spectrum: Det elektromagnetiske spekteret som bærer all kommunikasjon (C-bånd, Ku-bånd, Ka-bånd, X-bånd osv).
- Uplink / Downlink: Frekvenser fra jord til satellitt (up) og tilbake (down).
- Orbital slot: Spesifikk posisjon i jordbanene (regulert av ITU). Tenk på det som en «parkeringsplass» i bane.
- Coordination: ITU-prosess der land og operatører må avtale for å unngå interferens.
- Earth station license: Nasjonal tillatelse til å sende/motta på bestemte frekvenser.

Denne infrastrukturen forvaltes av et samspill mellom nasjonale regulatorer som FCC i USA, Nkom i Norge og Ofcom i Storbritannia, og internasjonale som ITU. I tillegg finnes det overvåkingsstasjoner som kontinuerlig lytter etter forstyrrelser og uønsket bruk av spekteret.

Når stadig flere konstellasjoner skal levere bredbånd, *direct-to-cell* og andre tjenester fra lav jordbane, blir kampen om spekteret stadig hardere. Striden mellom Starlink og AST SpaceMobile om blant annet Ka- og Ku-bånd illustrerer nettopp dette. Space Economy handler ikke kun om raketter og satellitter, men også om retten til å sende og motta data uten forstyrrelser.

Det samlede bildet er at mye av den virkelige makten ligger fortsatt på bakken. Utskytningen sender nyttelasten opp. Jordstasjonene holder kontakten med den, styrer systemene og leder dataene videre til brukerne. Frekvensene er de usynlige veiene signalene må bevege seg på, og fordi de er knappe, blir de også strategiske.

Sammen utgjør dette bakkesegmentet. Den delen av infrastrukturen som fortsatt er fysisk, regulert og nasjonalt forankret. Gjenbrukbare raketter har allerede sendt oppskytning inn i fase 2. Jordstasjoner og særlig frekvensforvaltning er derimot fortsatt preget av fase 3-dynamikk hos mange etablerte aktører, med tunge regulatoriske barrierer. Likevel er også disse områdene nå i ferd med å trekkes inn i fase 2-overgangen, drevet frem av LEO-konstellasjoner og nye innovatører.

Vi må også nevne *dual-use* kort her (kommer tilbake til dette i [kapittel 5](#)). Den samme infrastrukturen kan brukes for sivilt bredbånd, kommersiell kommunikasjon og militær ISR. Derfor behandles bakkesegmentet i økende grad som kritisk infrastruktur.

3.0 Kategorisering av satellitter

En enkel og svært nyttig måte å forstå hele satellitt-universet på er å dele dem inn i tre grunnleggende funksjoner:

- Se → Observere og måle
- Lytte → Motta og analysere signaler
- Prate → Sende og formidle

Three Unique Satellite Categories

Looking Imagery	Talking Communications	Listening Radio Frequencies
BLACK SKY Be The First To Know	Viasat	spire
MAXAR TECHNOLOGIES	AST	GeoOptics
planet.	STARLINK	HawkEye ³⁶⁰

Spire owns and operates the world's largest constellation of listening satellites

- Global coverage, including remote regions like oceans & poles
- Software defined nature fuels continuous innovation in-orbit
- Fully deployed constellation - 100+ satellites in operation

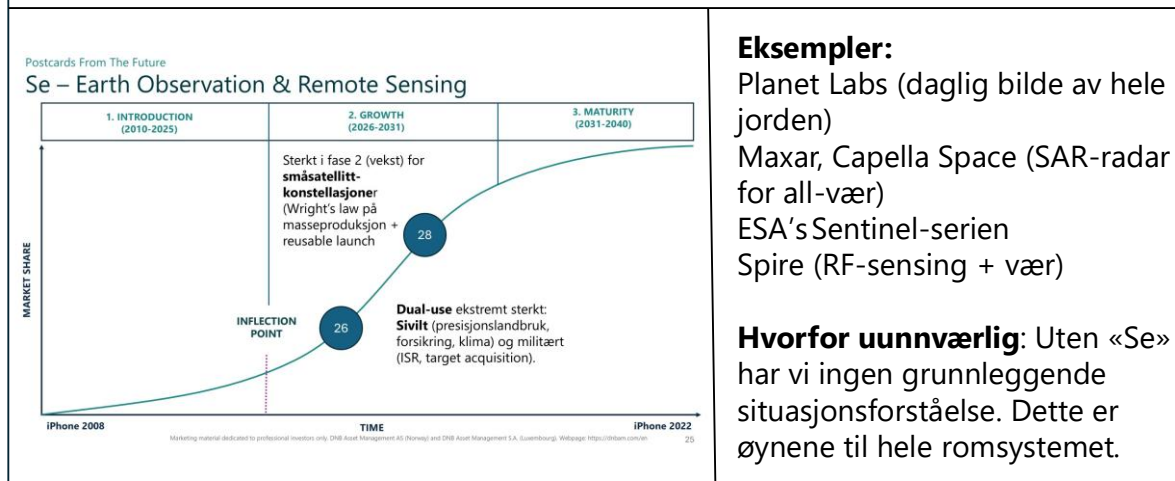
Kilde: Spire

Disse tre kategoriene dekker hele tjenestespektret i verdensrommet fordi enhver nyttig romaktivitet til syvende og sist handler om én eller flere av disse tre handlingene. Å se hva som skjer, å lytte til hva som blir sagt eller målt, og å prate tilbake eller videreformidle informasjonen. Sammen danner de en komplett «sense-process-act»-loop som muliggjør alt fra værvarsling og globalt bredbånd til militær overvåking og autonomi i verdensrommet.

Postcards From The Future

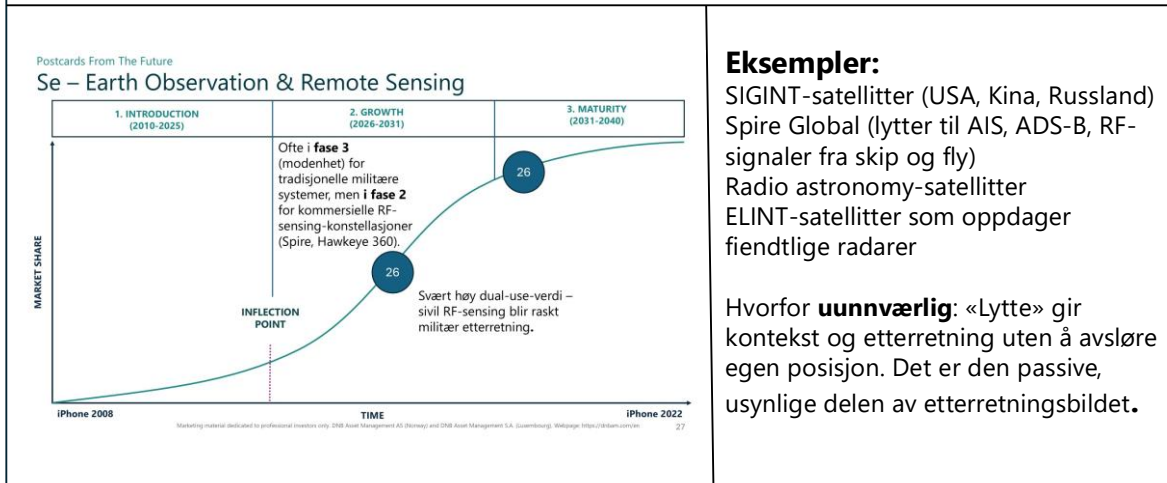
1. Se – Earth Observation & Remote Sensing

Hva det er: Satellitter som ser ned på jorden (eller ut i rommet) med optiske kameraer, multispektrale sensorer, SAR-radar, hyperspektrale instrumenter eller infrarødt.



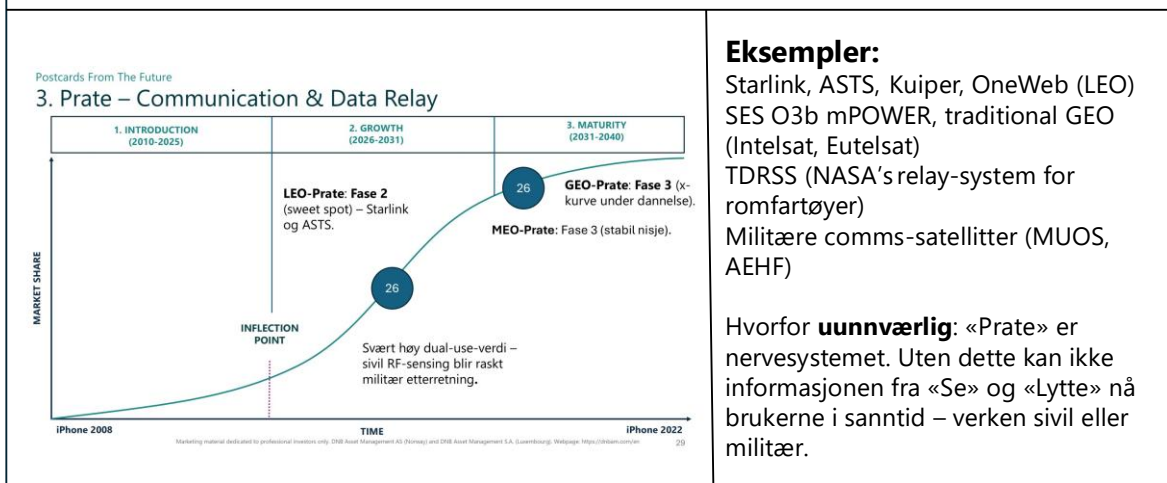
2. Lytte – SIGINT / ELINT / Passive Sensing

Hva det er: Satellitter som passivt fanger opp elektromagnetiske signaler, radiosignaler, radarutstråling eller vitenskapelige fenomener uten å sende noe selv.



3. Prate – Communication & Data Relay

Hva det er: Satellitter som aktivt sender og mottar data – broadband, tale, video, kommando-signaler.



Hvorfor disse tre dekker hele tjenestespektret

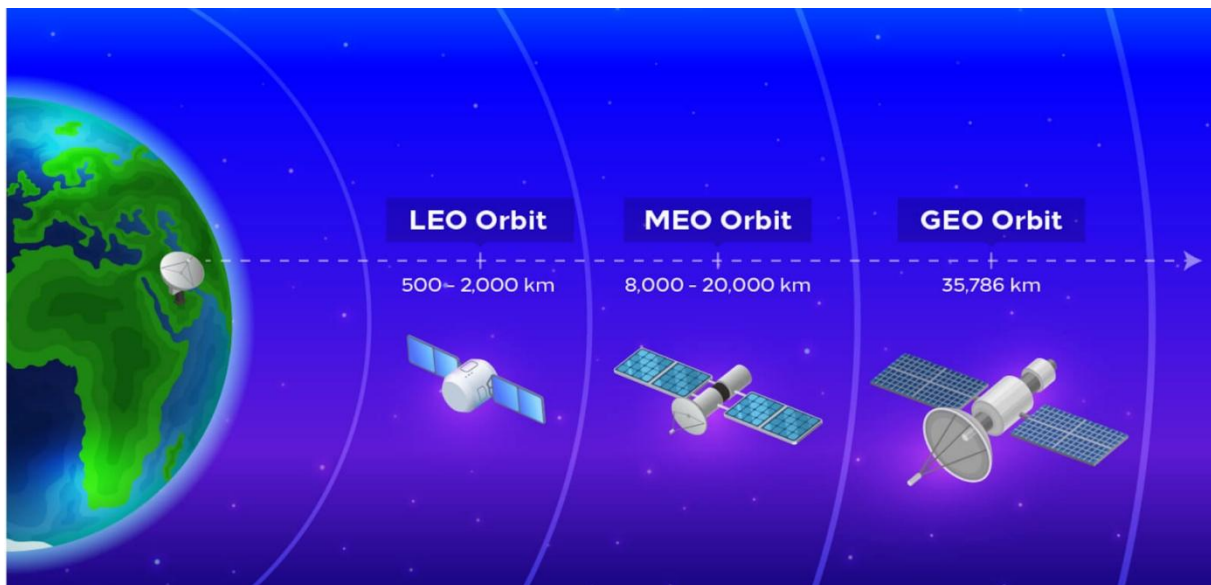
Tenk på det som en komplett informasjonsverdi-kjede:

1. Se → Samler rådata fra jorden/verdensrommet
2. Lytte → Analyserer og kontekstualiserer (passivt)
3. Prate → Distribuerer og handler på informasjonen

I Space Economy betyr det globalt bredbånd gjennom *Prate*, daglig jordobservasjon gjennom *Se*, og IoT, logistikk og sporing gjennom kombinasjoner av *Lytte* og *Prate*. I Modern Defence gir den samme arkitekturen ISR gjennom *Se* og *Lytte*, robust kommando gjennom *Prate*, og bedre identifisering av mål og stridsledelse gjennom samspillet mellom alle tre.

Ingen av funksjonene kan fullt ut erstattes av de andre. Man kan ikke kommunisere effektivt uten å vite hva som faktisk skjer. Man kan ikke observere uten å kunne sende informasjonen videre. Og man kan ikke lytte godt uten å sammenholde signalene med andre datakilder, blant annet visuelle.

Det er derfor fremtidens arkitektur i verdensrommet blir både flerlags og multifunksjonell. LEO (Lav jordbane) egner seg godt til rask kommunikasjon og hyppig observasjon. MEO (Medium jordbane) gir presis timing, navigasjon og robust signalinfrastruktur. GEO (Geostasjonær bane) gir stabil kringkasting og vedvarende dekning. Alt dette er blitt økonomisk mulig fordi gjenbrukbare raketter har presset kostnadene kraftig ned.



Kilde: <https://www.cst.gov.sa/en/ntn/Pages/space-borne.aspx>

Dette er den nye økonomien over hodene våre. En overgang fra statlige, dyre og spesialiserte satellitter til et integrert, globalt system der det å se, lytte og prate skjer sømløst og i sanntid.

4.0 Verdensrommet er det ultimate *Blue Ocean*

Verdensrommet er akkurat nå et *Blue Ocean*, og det passer også svært godt inn i vårt *Ahead of the S-curve*-rammeverk. Da SpaceX fikk gjenbrukbar oppskytningsramme til å fungere i praksis, ble en gammel kostnadsanomali brutt. Nå har selskapet hatt over 590 vellykkede oppskytninger hvor første rakettrinn lander igjen på en plattform. 560 har vært med gjenbrukt, og på det meste har samme rakettrinn blitt brukt 34 ganger. Kostnaden per kilo til lav jordbane falt dramatisk, og Wrights lov begynte å virke også i raketindustrien. Resultatet er at rommet ikke lenger bare er et symbolsk eller statlig prosjekt, men et nytt infrastrukturlag som støtter globale plattformer og utfordrer

jordbaserte monopoler. Dette er særlig viktig i industrier som er bygd oppkobling, og knappe digitale og fysiske ressurser.

Gjenbrukbar oppskyting som disruptiv utløsende kraft

Kjernen i denne utviklingen er gjenbrukbar oppskyting. SpaceX har med *Falcon* og *Starship* vist at både teknologien og forretningsmodellen kan fungere. Det har senket inngangsbarrierene dramatisk og åpnet for masseproduksjon av satellitter, hyppigere oppskytinger og langt raskere læringskurver. Det som tidligere var for dyrt, for tregt og for komplisert, er i ferd med å bli etablerte forretningsmodeller.

Geopolitisk ser vi konturene av et nytt romkappløp. Denne gangen er det ikke bare stat mot stat, men private aktører og kapitalsterke gründere som utfordrer de gamle maktstrukturene, samtidig som nye stater og regioner forsøker å bygge egne posisjoner. I et europeisk perspektiv kan Andøya bli et slikt strategisk fotfeste. En høy-beta inngangsport til Europas nye romindustri.

Den tydeligste konsekvensen av dette gjennombruddet ser vi i lav jordbane. LEO-konstellasjoner utfordrer både tradisjonelle geostasjonære satellitter og jordbaserte kommunikasjonsmonopoler. GEO har lenge hatt en sterk posisjon, beskyttet av reguleringer, eksisterende frekvensrettigheter og etablerte forretningsmodeller. Men modellen har svakheter som høy latens (forsinkelse), kostnader og mye mindre fleksibilitet.

LEO gir lavere oppskytningskostnader, lavere forsinkelse og med større tetthet gjør det mulig å bygge nettverk som er mer responsive, globale og mer konkurransedyktige enn tradisjonelle løsninger. Det tydeligste eksempelet er Starlink. SpaceX har vist hvordan satellittbasert nettverk kan presse seg inn i markeder der fiber er for dyrt, for tregt eller for politisk vanskelig å bygge ut. Det handler ikke bare om internett i avsidesliggende områder, men om å redefinere hvordan global oppkobling kan leveres.

AST SpaceMobile representerer en annen og kanskje enda mer radikal approach. Der Starlink i stor grad bygger et nytt terminalbasert økosystem, forsøker AST å levere bredbånd direkte til helt vanlige mobiltelefoner. Dersom dette skalerer, angriper de ikke bare geografiske hull i dekingen, men selve mobiloperatørens trygge posisjon.

Knappe ressurser og regulatoriske *moats*

Selv om raketene er blitt billigere, betyr ikke det at alt er fritt frem. Tvert imot flyttes knappheten delvis til andre lag i systemet. Frekvenser, baneposisjoner og jordstasjoner er fortsatt begrensede ressurser, og de forvaltes gjennom et tungt regulatorisk apparat. Her finner vi de virkelige *moatene* i romøkonomien.

På den ene siden ser vi teknologisk disrupsjon og fallende kostnader. På den andre siden møter de nye aktørene regulatoriske strukturer som ofte er bygget rundt gårsdagens modeller. Det skaper usikkerhet, friksjon og politiske drakamper, men også muligheter. Når presset fra LEO-konstellasjoner øker, tvinges gamle systemer gradvis til å åpne seg. For angriperne er dette smertefullt, men ofte konstruktivt. For de etablerte kan det være starten på en erosjon som først skjer sakte, og deretter plutselig.

Nye bruksområder og konvergens med *De fire rytterne*

Det mest spennende er likevel ikke bare at rommet blir billigere eller mer tilgjengelig. Det er hvordan rommet forsterker de andre eksponentielle plattformene vi allerede følger.

Innen connectivity gjør rombasert infrastruktur det mulig å levere global deking til alt fra IoT-enheter til nødnett, autonome systemer og sensornettverk i områder der bakkenettet ikke strekker til. Det styrker både sivile tjenester og kritisk infrastruktur.

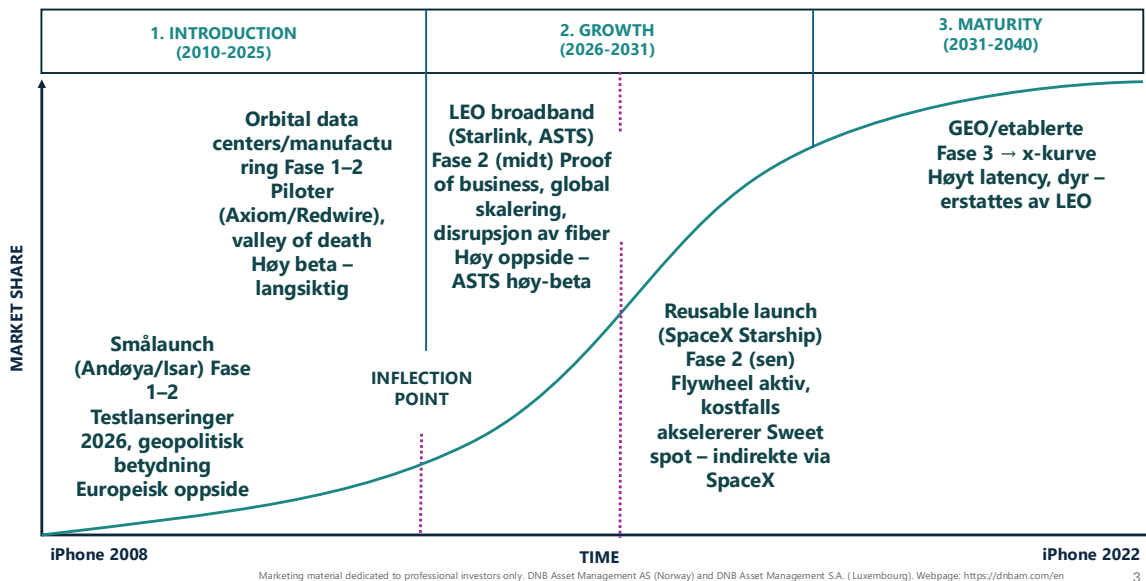
For selvkjørende og fysiske agenter åpner rommet for en ny type koordinering. Droner, autonome kjøretøy og andre maskiner kan operere med langt bedre rekkevidde, dekning og situasjonsforståelse når de kobles mot satellittnettverk. I forsvarssammenheng blir denne koblingen enda viktigere, fordi satellittinfrastruktur kan støtte nødetater, overvåking, robust kommunikasjon og distribuerte operasjoner.

For digitale agenter og AI åpner verdensrommet mer spekulative, men fascinerende muligheter. Tanken om datasentre der oppe kan virke futuristisk, men logikken gir mening. Tilgang til solenergi, global dekning og nye arkitekturer for distribusjon av regnekraft. Samtidig er det noen utfordringer som må møtes, særlig knyttet til fjerning av varme, kostnad, forsinkelse og den praktiske driften.

Innen maskinrevolusjonen, avansert produksjon og forskning ser vi allerede tidlige tegn til at mikrogravitasjon kan gi fordeler i bestemte nisjer, særlig der biologiske prosesser eller materialegenskaper påvirkes av tyngdekraft. Det betyr at enkelte høyverdiprodukter kan få et reelt økonomisk og forskningsmessig argument for å produseres der.

Og i bakgrunnen ligger månen, mars og den langsiktige visjonen. Her glir økonomi, filosofi og geopolitikk over hverandre. Kapital strømmer inn fordi space både ses som en ny vekstarena og som en langsiktig mulighet for å ekspandere menneskeheten. Denne delen av space economy er derfor også en story om sivilisasjonens og bevissthetens retning.

Verdensrommet i en S-kurve



5.0 Dual-Use

Dual-use er et nøkkelbegrep vi også har dekket i [notat nummer 20, om droner](#).

Begrepet viser til teknologier, produkter og systemer som kan brukes både sivilt og militært. Det kan dreie seg om alt fra satellitter og AI til sensorer, droner og avansert programvare. *Dual-use* fått stadig større betydning i en tid der sivile teknologigjennombrudd raskt tas i bruk også i forsvarssektoren.

Historisk springer begrepet ut av ikke-spredningsregimer og internasjonal rett, der målet var å hindre at sensitiv teknologi ble brukt til utvikling av masseødeleggelsesvåpen eller andre militære kapabiliteter. I dag er begrepet blitt langt mer enn et juridisk kontrollbegrep. Det er også en økonomisk og strategisk del. I praksis beskriver det en verden der skillet mellom sivil og militær teknologi blir stadig mer utvisket.

I moderne teori kan *dual-use* forstås som både sivile og militære innovasjonssystemer. Teknologi flyter ikke lenger bare én vei, fra forsvarssektoren til kommersielle anvendelser. Under den kalde krigen var dette ofte mønsteret. GPS er det klassiske eksempelet. Utviklet for militære formål, senere gjort til en

grunnleggende sivil infrastruktur. I dag er dynamikken i økende grad snudd, selv om det går begge veier. Nå er det flere tilfeller av sivile teknologier som driver militær innovasjon. AI, satellittnettverk, droner, robotikk og etter hvert også kvanteteknologi utvikles først i kommersielle eller blandede markeder, og tas deretter inn i forsvarssegmenter. Det forsterker både innovasjonstakten og den geopolitiske konkurransen.

Dual-use utfordrer også tradisjonell silotenkning. Når en teknologi kan skape verdi i både kommersielle og militære markeder, brytes grensene mellom sektorer ned. Det åpner for nye synergier, men også for nye dilemmaer. Den samme infrastrukturen som gir bredbånd til sivile brukere, kan brukes til kryptert militær kommunikasjon. Den samme AI-modellen som hjelper en bedrift å analysere data, kan også brukes til målgenkjenning eller situasjonsforståelse i konflikt. *Dual-use* er derfor ikke kun et spørsmål om teknologi, men om makt, kontroll og anvendelse.

I praksis ser vi dette der teknologier har høy overførbarhet mellom sektorer. Det gjelder særlig teknologier som er digitale, software-drevet, modulære og skalerbare. Slike teknologier kan relativt enkelt flyttes fra et sivilt marked til et militært bruksområde, eller motsatt. Derfor reguleres mange av dem gjennom eksportkontroll, lisensordninger og internasjonale regelverk.

Men *dual-use* handler også om strategiske fordeler. Teknologier som lykkes i kommersielle markeder kan få et enormt fortrinn i forsvarssektoren, nettopp fordi de allerede er testet, finansiert og skalert. De er ofte billigere, bedre og mer fleksible enn tradisjonelle forsvarssystemer utviklet i lukkede programmer. Det er dette som gjør det så kraftfullt. Kommersiell skalering kan dermed bli militær styrke.

Eksempler på dual-use

Et tydelig eksempel er AI og autonomi. Teknologier som utvikles for selvkjørende biler, robotikk eller kommersielle analyseverktøy kan også brukes i militære droner,

overvåking, beslutningsstøtte og autonome systemer. Det som starter som sivil programvare, kan raskt få strategisk betydning i forsvar og sikkerhet.

Et annet eksempel er nettopp romteknologi. Satellitter som brukes til bredbånd, kommunikasjon eller jordobservasjon i kommersielle markeder, kan også brukes til ISR, kryptert kommunikasjon, navigasjon og robust infrastruktur i krig eller krise. Dette gjør *space economy* til et av de tydeligste *dual-use*-feltene i vår tid.

Kvanteteknologi er et tredje område. På den sivile siden er potensialet knyttet til databehandling, materialforskning og farmasi. På den militære siden handler det om sikker kommunikasjon, sensorer og kapabiliteter som på sikt kan utfordre dagens kryptografiske systemer. Nettopp derfor følges kvanteteknologi tett av både land og investorer.

Også cyber, sensorer og IoT passer inn i dette. Sensorer utviklet for industri, logistikk eller forbrukermarkedet kan få militære anvendelser innen elektronisk krigføring, overvåking og situasjonsforståelse. Når alt kobles sammen, blir også nesten alt potensielt *dual-use*.

Hvorfor betyr det mer i dag?

Det som gjør *dual-use* ekstra viktig i dag, er at tre utviklingstrekk virker samtidig. (1) den geopolitiske spenningen øker, (2) teknologisk innovasjon går stadig raskere og (3) mange av de mest transformative teknologiene utviklet i sivile markeder, ikke i tradisjonelle forsvarsprogrammer (fra treg til rask testing og læringskurve). Det betyr at stater og forsvarsallianser i større grad må (og kan) hente innovasjon utenfra, fra kommersielle selskaper, startups og teknologiplattformer.

5.1 Dual-use satellitter eksempler

1. Se

Dette er satellittene som ser ned på jorden med kameraer eller radar. De samler inn visuelle data om hva som faktisk skjer på bakken, til havs og i atmosfæren. I sivil bruk betyr det alt fra landbruk, klima og forsikring til kartlegging og katastrofeovervåking. I militær sammenheng blir de en del av ISR, endringsdeteksjon og målangivelse.

Planet Labs med Dove- og SkySat-konstellasjonene er et godt eksempel. På den sivile siden brukes de til daglige bilder av jorden, blant annet i landbruk, skogbruk, klimaovervåking og forsikring. På den militære siden brukes de til ISR, detektere endring og det å treffe mål for USA og allierte. I vårt rammeverk befinner Planet Labs seg i fase 2, altså i vekstfasen.

Capella Space representerer en litt annen variant, fordi selskapet bruker SAR-radar. Det gjør at de kan levere bilder uavhengig av vær og lysforhold. Sivilt er dette nyttig for shipping, gruvedrift og overvåking av infrastruktur. Militært gir det svært verdifull overvåking av bevegelige mål og fartøysporing, noe som også forklarer selskapets kobling til amerikanske forsvarskontrakter. Capella passer godt inn i fase 2 og nærmer seg *sweet spoten*.

Iceye er et av de tydeligste europeiske *dual-use*-eksemplene. Selskapet brukes sivilt til blant annet olje og gass, flom- og katastrofeovervåking og annen analyse der raske radarbilder er verdifulle. Samtidig har Iceye fått en stadig tydeligere rolle i NATO og europeisk forsvar. Også her plasserer vi de i fase 2.

Maxar er den mer etablerte tungvekteren i kategorien. Selskapet har lenge levert høyoppløselige bilder til kartlegging og kommersielle brukere, men er kanskje enda viktigere som leverandør til amerikanske myndigheter og etterretningsmiljøer. Med sin lange historie mot NGA og andre offentlige kunder befinner Maxar seg i overgangen mellom sen fase 2 og fase 3.

2. Lytte

Dette er satellittene som ikke først og fremst ser, men lytter passivt til signaler. De sender ikke nødvendigvis mye selv, men registrerer radiosignaler, skipstrafikk, flytrafikk, værmønstre og andre elektroniske spor. I sivil bruk gir dette verdi innen logistikk, maritim overvåking, telekom og værdata. I militær bruk glir dette raskt over i signaletterretning og situasjonsforståelse.

Spire Global er et godt eksempel på denne kategorien. Selskapet samler inn AIS-data for skip, ADS-B-data for fly, ulike RF-signaler og værdata. På den sivile siden gjør dette selskapet nyttig for logistikk, maritim sektor og prediksjon. På den militære siden har Spire sikret store kontrakter med blant annet US Space Force og Missile Defense Agency. Selskapet er dermed i fase 2.

HawkEye 360 er enda mer rendyrket mot det å lytte. Selskapet spesialiserer seg på RF-geolokalisering, altså evnen til å oppdage og lokalisere radiosignaler. Sivilt kan dette brukes i shipping, telekom og overvåking av aktivitet. Militært er dette en av de reneste signal-intelligente konstellasjonene vi har i dag. HawkEye 360 passer derfor svært godt inn i *sweet spoten* i fase 2.

3. Prate

Her finner vi satellittene som aktivt sender og mottar data, og som i praksis fungerer som kommunikasjonslag mellom mennesker, maskiner og systemer. Sivilt handler dette om blant annet bredbånd, mobildekning, maritime tjenester og luftfart. Militært handler det om robust kommando, resilient kommunikasjon og evnen til å operere i miljøer der tradisjonell infrastruktur er fraværende, ødelagt eller forstyrret.

Starlink er det tydeligste eksempelet. Sivilt leverer systemet globalt bredbånd til millioner av brukere, i tillegg til tjenester for maritime aktører, luftfart og bedrifter.

Militært har Starlink allerede vist sin betydning i praksis, blant annet gjennom bruk i Ukraina, og gjennom *Starshield*-varianten rettet mot amerikanske forsvarsbehov. I vårt rammeverk befinner Starlink seg midt i fase 2.

For AST SpaceMobile som leverer global dekning direkte til vanlige mobiltelefoner uten ekstra utstyr, er det lett å se verdien for soldater og enheter i felt som trenger kommunikasjon uten dedikerte terminaler. ASTS befinner seg i tidlig til midt fase 2 og er et av de mest spennende høybeta-caseene i hele dual-use-landskapet.

Amazon Leo (tidl. Kuiper) har en annen profil. Her er tyngdepunktet mer enterprise-orientert, med tett kobling mot AWS og Amazons bredere sky- og infrastrukturøkosystem. Sivilt er det om bredbånd og bedriftskommunikasjon. Militært ligger potensialet i Amazons allerede sterke relasjoner til amerikanske myndigheter og forsvar gjennom blant annet GovCloud. Leo er fortsatt tidlig i fase 2.

OneWeb (nå Eutelsat OneWeb) representerer den mer modne og kontraktsdrevne delen av denne kategorien. Sivilt er styrken særlig enterprise og dekning i nordområder og Arktis. Militært er selskapet allerede tett koblet på statlige- og forsvarskontrakter i Europa og NATO. I vårt rammeverk ligger OneWeb i overgangen mellom fase 2 og fase 3.

Hvorfor det dekker hele tjenestespektret

1. Se, gir rådata og situasjonsbilde.
2. Lytte, gir kontekst og etterretning uten å avsløre seg selv.
3. Prate, distribuerer informasjonen og muliggjør handling i sanntid.

Dette er også et godt eksempel på hvordan gjenbrukbare raketter har akselerert alle tre kategoriene, og hvorfor LEO nå er det desidert mest *dual-use*-akselererte segmentet i hele rommet. I neste del dykker vi ned i gjenbrukbare raketter.

6.0 Gjenbrukbare raketter

I romfartens historie fantes det lenge en stor anomali. Kostnaden per kilo til LEO lå stabilt høyt gjennom flere tiår. Fra 1970 til 2010 kostet det typisk mellom 10.000-18.500 dollar per kilo å få nyttelast opp. I noen tilfeller lå det på over 50.000 dollar per kilo. En konsekvens av engangsraketter. For hver oppskytning ble store deler av raketten kastet bort, inkludert den dyreste delen (førstetrinnet) som utgjorde rundt 75% av totalprisen. Det var som å kjøpe en ny Boeing 747 for hver flytur og skrote den etter landing.

Dette var den etablerte modellen. Den var beskyttet av regulatoriske *moats*, nasjonale prestisjeprogrammer og en industri som var blitt svært god, men på feil ting, for å bruke Christensens språk.

Så kom SpaceX og løste anomalien.

Historien i korte trekk

Da Elon Musk grunnla SpaceX i 2002, var ambisjonen å få menneskeheten til å etablere seg på flere planeter. Falcon 1 ble det første private forsøket på å sende en rakett til bane. De tre første oppskytningene mislyktes, men 28. september 2008 lyktes den fjerde. Det ble den første private verdensrom-oppskytningen noensinne. Dermed startet læringskurven for alvor.

Neste steg kom med Falcon 9, som fløy første gang 4. juni 2010. Kostnaden per kilo falt allerede betydelig sammenlignet med tidligere systemer, til rundt 5.000-6.000 dollar per kilo i engangsmodus. Men Musk visste at dette ikke var nok. Han hadde lenge pekt på gjenbruk som den hellige gral, nettopp fordi første trinnet sto for størstedelen av kostnaden.

Det symbolske vendepunktet kom 21. desember 2015. Da landet førstetrinnet fra Falcon 9. Dette var øyeblikket som viste at den store kostnadsanomalien faktisk kunne løses. Fra dette var gjenbruk en realitet.

Det kommersielle vendepunktet kom 30. mars 2017. Da fløy SpaceX en tidligere brukt booster på nytt, og landet den igjen etterpå. Dermed var det ikke bare bevist at gjenbruk var teknisk mulig. Det var også beviset på at modellen kunne fungere kommersielt.

Fra 2018 og videre ble Block 5-versjonen av Falcon 9 optimalisert for rask og gjentatt bruk. Gjenbruk gikk fra å være et eksperiment til å bli en standard. Nå har SpaceX landet og gjenbrukt flere førstetrinn mer enn 20 ganger. Starship, hvor både første og andre trinn skal gjenbrukes, representerer neste steg i denne utviklingen.

Disrupsjonen i kostnad per kilo

Før gjenbruk lå kostnaden til lav jordbane typisk rundt 10.000 til 18.500 dollar per kilo. Med Falcon 9 i engangsmodus falt den til rundt 5.000 til 6.000 dollar per kilo. Med gjenbruk har nivået falt videre til rundt 2.700 til 3.000 dollar per kilo, basert på en oppskytningskostnad på rundt 62 til 70 millioner dollar for 22 til 23 tonn til LEO.

Starship peker mot et helt nytt kostnadsregime. Musk har i flere år gjentatt et langsiktig mål om 10 dollar per kilo til bane. Ja, det er svært ambisiøst, men retningen er det viktige. Et mer realistisk første nivå kan være 100 til 150 dollar per kilo, før kostnaden over tid eventuelt presses videre ned mot 10 til 30 dollar ved svært høy gjenbruksrate.

Det avgjørende er ikke om det endelige tallet blir 10, 30 eller 100 dollar per kilo. Det er at oppskytning er gått fra å være en kostnadsanomali til å bli en læringskurve.

Det nye paradigmet

Før 2015 befant gjenbrukbare raketter seg i fase 1. Teknologien var lovende, men selskapet måtte gjennom en brutal *dødens dal*. SpaceX brukte enorme summer og mange år på å komme dit.

Etter 2017 gikk teknologien inn i fase 2 med tidlig skalering. Da startet også de nye *flywheels*. På etterspørselssiden skapte Starlink behov for tusenvis av satellitter, som igjen krevde flere oppskytninger. På tilbudssiden begynte Wrights lov å virke på rakettmotorer, strukturer og produksjonsprosesser. Samtidig falt marginalkostnaden på programvare, styringssystemer og flykontroll mot nær null. Resultatet ble en selvforsterkende flywheel. Raskere klargjøring ga høyere flyfrekvens. Høyere flyfrekvens ga lavere kostnad per oppskytning. Lavere kostnad ga enda mer etterspørsel.

I 13 år gikk det sakte. Det var tekniske feil, investorer som tvilte og flere regulatoriske hindringer. Så kom det plutselig. Fra 2017 ble landinger rutine, prisene falt, Starlink skjøt fart og hele romøkonomien åpnet seg. Den klassiske S-kurven i praksis. *Sakte, sakte, plutselig*.

De etablerte aktørene, som Ariane, ULA og Roscosmos, ble stående igjen på feil side av skiftet. De hadde optimalisert for den gamle modellen, mens SpaceX bygget den nye.

I vårt rammeverk er gjenbrukbare raketter den ultimate utløsende kraften i romøkonomien. Uten dette ville rommet fortsatt vært fanget i den gamle kostnadsanomalien.

7.0 Jordbanene GEO, MEO og LEO

Kostnadsrevolusjonen har gitt oss tre ulike baner, hver med sin rolle i rommets nye økonomi.

GEO, 35.000 km over jorden, er den modne og stasjonære giganten. Den dominerer fortsatt kringkasting og backhaul, men møter nå økende press fra billigere og mer fleksible alternativer.

MEO, mellom 8.000 og 20.000 km, er den stabile og presise mellomsonen. Denne banen er fortsatt uerstattelig for global navigasjon, posisjonering og tidssynkronisering.

LEO, fra 160-2.000 km, er den eksplosive revolusjonen nærmest jorden. Det er her vi nå ser fase 2 i praksis, med lav forsinkelse, rask skalering og en ny bølge av kommersiell aktivitet.

I romøkonomien handler dette først og fremst om overflod. LEO åpner for globalt bredbånd, IoT og helt nye markeder, mens MEO og GEO leverer stabile og komplementære lag i den samme arkitekturen. Sammen muliggjør de et nytt system der kostnaden ved tilkobling presses ned og nye tjenester blir økonomisk mulige.

I *modern defence* handler den samme tredelingen om robusthet, overlevelse og strategisk overtak. MEO er avgjørende for PNT, altså posisjonering, navigasjon og timing, som moderne samfunn og militære operasjoner er dypt avhengige av. LEO gir mer robust ISR, bedre kobling mellom distribuerte enheter og kryptert kommunikasjon i miljøer der GNSS er forstyrret eller satt ut av spill. GEO spiller fortsatt en viktig rolle der man trenger bred, stabil og kontinuerlig dekning.

Tredelingen er et direkte resultat av gjennombruddet for gjenbrukbare raketter. Når kostnaden ved å sende kapasitet til rommet faller dramatisk, endres også logikken for hvilke baner som er mest attraktive, hvilke tjenester som kan bygges, og hvordan økonomisk og geopolitisk makt fordeles.

Nå går vi nærmere inn i hver bane, med vekt på modenhet, likheter, forskjeller og strategisk betydning for både space og modern defence.

7.1 GEO-satellitter

GEO-satellitter representerer den klassiske og modne fasen av rombasert connectivity. I vårt rammeverk hører de hjemme i kategori 1. De er de stasjonære vaktene omtrent 35.000 km over bakken, og holder samme posisjon relativt til jorden døgnet rundt. Det gir svært bred dekning og høy kapasitet, men også høy forsinkelse. Rundturtiden ligger typisk på 600 til 700 millisekunder. GEO befinner seg derfor i dag i en moden fase, med tydelige tegn til at en X-kurve er i ferd med å formes. Moaten er ikke borte, men den er under press fra LEO-angripere som Starlink, AST SpaceMobile og Leo. Det er ingen bred renessanse i sikte, men snarere en gradvis overgang til nisjer der GEO fortsatt har klare styrker.

Fra visjon til global infrastruktur

Ideen om geostasjonær bane går tilbake til 1945, da Arthur C. Clarke beskrev hvordan satellitter i en bestemt høyde over ekvator kunne fungere som faste reléstasjoner rundt jorden. Dette ble det teoretiske grunnlaget for det som senere ble kjent som Clarke-banen.

På 1960-tallet gikk ideen fra teori til praksis. Syncom 2 ble den første operative GEO-satellitten, og Syncom 3 muliggjorde blant annet direktesendt TV-overføring over Stillehavet under OL i Tokyo. Utover 1960- og 1970-tallet bygget Intelsat opp den første globale kommersielle infrastrukturen for telefoni og fjernsyn, mens værsatellitter som GOES-serien gjorde kontinuerlig overvåking mulig.

Fra 1980 til 2010 var GEO i sin gullalder. Hundrevis av satellitter ble sendt opp for fjernsyn, radio, maritime forbindelser, backhaul, bedriftskommunikasjon og forsvar.

Dette var selve big satellite-paradigmet. Plattformene var store, dyre og bygget for å vare i 15 til 20 år. Oppskytningskostnadene var høye, og hele modellen var basert på få satellitter med stor kapasitet og lang levetid.

Dagens rolle

GEO-markedet er fortsatt betydelig, men veksten er lav. Det er en moden industri som fortsatt spiller en viktig rolle i bestemte deler av romøkonomien.

Den største styrken ligger fortsatt i kringkasting og andre én-til-mange-tjenester. GEO egner seg svært godt når det samme innholdet skal distribueres bredt over store geografiske områder. Det gjør banen særlig relevant for TV og radio i deler av Afrika, Latin-Amerika, Asia og maritime områder.

GEO brukes også fortsatt til backhaul, altså som bindeledd mellom mobilbasestasjoner i avsidesliggende områder og kjernenettet på bakken. I tillegg er banen viktig for maritime tjenester, luftfart, olje og gass, offentlige brukere og forsvarsaktører som trenger stabil, bred dekning. Innen værvarsling er GEO fortsatt helt sentral, fordi satellittene kan overvåke samme område kontinuerlig.

Fordelene er tydelige. GEO gir høy kapasitet per satellitt, stabil dekning uten behov for håndover og sterk signalstyrke over store områder. Men svakhetene er også blitt stadig tydeligere. Den høye forsinkelsen gjør banen dårlig egnet for sanntidsapplikasjoner som interaktivt bredbånd, gaming, autonomi og mange 5G-lignende tjenester.

GEO er også et klassisk dual-use-felt. Den samme satellitten kan i praksis støtte både kommersiell mediedistribusjon og sikker eller kryptert militær kommunikasjon.

Fremtidig rolle

GEO kommer ikke til å forsvinne, men banen vil trolig få en mer avgrenset rolle i et flerlags og hybrid økosystem. Der GEO tidligere kunne dominere alene, må den nå i større grad bli brukt sammen med andre baner.

Den mest sannsynlige utviklingen er at GEO beholder sterke posisjoner i kringkasting og andre tjenester der lav forsinkelse er mindre viktig, mens LEO overtar mer av veksten innen bredbånd, mobilitet og forbrukertjenester. Vi ser allerede at operatører bygger nettverk på tvers av baner, der trafikk kan flyttes mellom GEO og LEO avhengig av behov.

Samtidig vokser det frem en idé om mindre og billigere GEO-satellitter. Aktører som Astranis og andre forsøker å gjøre GEO mer fleksibel, mer regional og mindre kapitalkrevende. Det kan gi banen nytt liv i utvalgte segmenter, men dette ligner mer på defensiv tilpasning enn på en ny vekstbølge.

GEO og Månen

I månesammenheng er GEO langt mindre sentral. Banen er rundt jorden og innebærer for høy forsinkelse til å være et naturlig i fremtidig kommunikasjon til jorden. I Artemis-programmet og fremtidige månearkitekturer vil kommunikasjonen i større grad skje gjennom direkte kontakt med jorden, egne satellitter som sender signalene videre, og nye nettverk mellom jorden og månen.

GEO er et godt eksempel på en moden teknologi som møter disruptiv innovasjon fra en ny og billigere arkitektur. Der LEO befinner seg i fase 2 og skaper nye flywheels, befinner denne banen seg i en mer defensiv posisjon. Den vil ikke bli helt irrelevant, men den vil i økende grad fungere som et støttelag i et hybrid system. Rennsansen skjer heller i LEO.

7.2 MEO-satellitter

MEO-satellitter befinner seg i mellomlaget mellom LEO og GEO, typisk mellom 8.000 og 20.000 kilometer over jorden. De bruker omtrent 6-12 timer på en runde rundt planeten og gir en interessant balanse mellom dekning, forsinkelse og antall satellitter. Sammenlignet med LEO krever de langt færre satellitter for global dekning. Sammenlignet med GEO gir de betydelig lavere forsinkelse. I vårt rammeverk ligger MEO i skjæringspunktet mellom connectivity og knappe strategiske ressurser, samt at banen har en tydelig *dual-use*-karakter. I dag befinner MEO seg i en moden fase for kjernebruken, særlig innen navigasjon og tidssynkronisering, men med noe nisjevekst innen kommunikasjon.

Fra militær nødvendighet til global nytte

MEO ble i stor grad født ut av militære behov. Under den kalde krigen oppsto behovet for presis posisjonering, navigasjon og timing, og USA startet utviklingen av NAVSTAR GPS på 70-tallet. De første GPS-satellittene ble skutt opp i slutten av tiåret, og systemet ble gradvis bygget ut gjennom 1980- og 1990-tallet. Russland utviklet parallelt GLONASS, mens Europa og Kina senere bygget Galileo og BeiDou for å sikre strategisk autonomi.

Det som startet som forsvarsinfrastruktur, spredte seg raskt til sivile markeder. Smarttelefoner, bilnavigasjon, luftfart, logistikk, strømnnett og finansielle systemer ble etter hvert helt avhengige av satellittbasert presisjon. Dermed ble MEO også en grunnleggende del av den moderne økonomien.

Senere fikk banen også en kommersiell kommunikasjonsrolle. SES bygget O3b-konstellasjonen for å levere bredbånd til områder der fiber var svakt utbygd eller fraværende. Dermed fikk MEO et nytt ben å stå på, som et mellomlag med egne styrker. Den erstatter dog ikke GEO eller LEO.

Dagens bruk

I dag domineres MEO av to hovedfunksjoner. Den klart viktigste er global navigasjon, posisjonering og tidssynkronisering. GPS, Galileo, GLONASS og BeiDou utgjør til sammen en stor og kritisk infrastruktur som moderne samfunn er dypt avhengige av.

På sivil side brukes disse systemene i alt fra smarttelefoner og bilnavigasjon til presisjonslandbruk, luftfart og logistikk. På strategisk side er de avgjørende for militære operasjoner, autonome våpen, flåtebevegelser og sikker tidssynkronisering. Også finanssystemer, kraftnett og telekom er avhengige av ekstremt presis timing.

Den andre bruken er bredbånd og bedriftskommunikasjon. Her har aktører som SES vist at MEO kan levere forbindelser med langt lavere forsinkelse enn GEO, samtidig som systemet krever færre satellitter enn LEO. Det gjør banen attraktiv for maritime kunder, luftfart, olje og gass og andre virksomheter som trenger robust kapasitet over store områder.

Fordelen med MEO er nettopp denne balansen. Banen gir god dekning, relativt lav forsinkelse og mindre behov for enorme konstellasjoner. Ulempene er at oppskytning til MEO er mer krevende enn til LEO, og at satellittene i større grad må håndtere stråling og krevende forhold.

Fremtidig rolle

MEO kommer ikke til å forsvinne. Tvert imot ser banen ut til å få en stabil og viktig rolle i fremtidens hybride romarkitektur. Den vil ikke være vekstmotoren på samme måte som LEO, men den vil forbli et strategisk mellomlag med funksjoner som er vanskelige å erstatte.

Det viktigste er at MEO fortsatt vil være ryggraden for navigasjon og posisjonering. LEO kan bidra med tilleggstenester og forbedringer, men å matche MEOs presisjon

og pålitelighet fullt ut vil kreve svært omfattende systemer. Derfor er det lite som tyder på at MEO mister denne rollen.

Samtidig kan MEO styrkes som del av *multi-orbit*-løsninger. Her kan banen fungere som et mellomlag mellom LEO, som leverer lav forsinkelse og høy kapasitet, og GEO, som leverer stabilitet og bred dekning. I en slik arkitektur får MEO en plass som presisjons- og robusthetslag.

På lengre sikt kan banen også få nye roller innen kommunikasjon mellom jorden og det nære rommet rundt Månen.

MEO og Månen

MEO få en viss betydning for månen, men banen er ikke det naturlige fokusområdet. Fremtidig kommunikasjon og navigasjon nær månen vil trolig i større grad basere seg på dedikerte arkitekturer i baner rundt månen, inkludert andre baner som er bedre tilpasset slike oppgaver.

Likevel kan MEO fungere som støtteledd og som del av større nettverk mellom jorden og det nære rommet rundt månen. Banen er derfor relevant, men mer som støttespiller.

7.3 LEO-satellitter

LEO-satellitter utgjør den laveste og mest eksplosive delen av den rombaserte infrastrukturen. De opererer typisk mellom 160 og 2.000 kilometer over jorden, har kort omløpstid (jorden rundt på ca 90 minutter) og svært lav forsinkelse sammenlignet med GEO og MEO. Det gjør dem til kjernen i rombasert connectivity, men også til en kritisk muliggjører for autonome systemer, knappe digitale ressurser og nye former for global infrastruktur. I vårt rammeverk er LEO den klare disrupteren.

Det er her kostnadsrevolusjonen fra gjenbrukbare raketter virkelig begynt å virke, og det er her nye *flywheels* nå spinner raskest.

Fra nisje til megakonstellasjoner

Allerede på 1990-tallet forsøkte Iridium å bygge en global konstellasjon for satellittbasert telefoni. Teknologien fungerte, men forretningsmodellen gjorde det ikke. Prosjektet ble et tidlig bevis på at konseptet var mulig, men også på at timing og kostnadsnivå betydde alt.

Det egentlige gjennombruddet kom først da SpaceX koblet LEO til gjenbrukbar oppskytning. Med Starlink ble det plutselig mulig med tusenvis av satellitter, ikke titalls som man tenkte før. Oppskytning ble billig nok, produksjonen kunne standardiseres, og konstellasjonen kunne bygges ut i høyt tempo. Dette banet vei fra å være nisje til å bli en lønnsom forretningsmodell.

Gjennom første halvdel av 2020-årene beveget LEO seg derfor fra testing til megakonstellasjoner. Starlink vokste fra prototyper til et globalt nettverk med tusenvis av satellitter. OneWeb kom tilbake i ny form. Amazon Leo begynte sin utrulling. AST SpaceMobile åpnet en ny approach med *direct-to-cell*. Dermed ble fokuset rettet mot LEO som et helt nytt infrastrukturlag rundt jorden.

Dagens rolle

LEO er i dag den raskest voksende delen av romøkonomien. Her har Starlink vist hva som skjer når satellittinternett går fra å være kun en nødløsning til å bli et reelt alternativ. Tjenesten brukes av privatpersoner, skip, fly, bedrifter og offentlige aktører i områder der fiber enten er for dyrt, for tregt eller rett og slett umulig å bygge.

Direct-to-cell er neste steg. Her forsøker aktører som AST SpaceMobile å levere dekning direkte til vanlige mobiltelefoner, uten ekstra hardware. Dersom dette lykkes,

kan det være tradisjonelt bredbånd som viser seg å være anomalien, ikke satellittkommunikasjon.

LEO spiller også en sentral rolle i jordobservasjon, IoT og forskning. Småsatellitter brukes til daglig overvåking av jordens overflate, vær, logistikk og industrielle systemer. På den strategiske siden er LEO blitt stadig viktigere for ISR, robust kommunikasjon, koordinering mellom distribuerte enheter og operasjoner i miljøer der GNSS er forstyrret eller satt ut av spill.

Fordelene er tydelige. LEO gir lav forsinkelse, høy kapasitet, rask utrulling og tett oppdateringsfrekvens. Ulempene er dog også reelle. Systemene krever mange satellitter, hyppige overleveringer, kortere levetid og skaper større risiko knyttet til romsøppel og trengsel i bane.

Fremtidig rolle

Det er mye som tyder på at LEO vil bli det viktigste vekstlaget i fremtidens romarkitektur. Der GEO og MEO i større grad vil fungere som komplementære lag, ser LEO ut til å bli motoren i veksten.

Den mest sannsynlige utviklingen er et flerlags system der LEO, MEO og GEO virker sammen. LEO tar de raske og kapasitetskrevene tjenestene. MEO leverer presisjon og timing. GEO bidrar med stabilitet og vedvarende dekning. I et slikt system får LEO rollen som det dynamiske laget nærmest brukeren.

Samtidig kan LEO åpne for nye bruksområder. Direkte satellittforbindelse til telefoner kan bli en mer normal del av mobilinfrastrukturen. Databehandling i bane kan utvikle seg fra idé til nisjemarked. Jordnær støtte til måneøkonomien kan også bli viktigere, der LEO fungerer som et ledd mellom bakken og videre ut i rommet.

LEO og Månen

I månesammenheng er LEO først og fremst viktig som støtteinfrastruktur. Banen er ikke der selve måneøkonomien vil utspille seg, men den kan fungere som jordnært koblingspunkt og som del av logistikken mellom bakken og mer fjerne systemer. Billigere transport til bane gjør det også langt enklere å sende opp infrastrukturen som senere skal videre til cislunar-rommet og Månen.

LEO er dermed ikke måneøkonomiens hovedscene, men et avgjørende første ledd i kjeden.

7.4 Oppsummering

Vi har nå sett nærmere på GEO, MEO og LEO gjennom vårt «ahead of the s-curve»-rammeverk. De tre banene dekker ulike funksjoner, har ulik modenhet og spiller forskjellige roller. Samtidig virker de i økende grad sammen som et integrert økosystem.

GEO er den modne og stasjonære banen. Den er fortsatt sterk innen kringkasting, backhaul og enkelte typer stabil dekning, men møter økende press fra billigere og mer fleksible alternativer. GEO befinner seg i fase 3. Teknologien er gjennomprøvd, forretningsmodellen er gammel, og tegnene til en X-kurve er blitt stadig tydeligere.

MEO er mellomlaget og den strategiske ryggraden. Det er her vi finner den mest kritiske infrastrukturen for navigasjon og posisjonering. MEO er også en moden teknologi, men i motsetning til GEO er den langt bedre beskyttet mot full disrupsjon. Årsaken er enkel. MEO løser et problem som er så strategisk viktig at det er svært vanskelig å erstatte. Derfor fremstår banen som en fase 3-teknologi med en uvanlig sterk moat.

LEO er den nye vekstmotoren. Det er her kostnadsrevolusjonen virkelig har slått inn, og det er her vi ser fase 2 nå. Lav forsinkelse, høy kapasitet og masseproduksjon av

satellitter har gjort LEO til den mest dynamiske delen av romøkonomien. Banen driver frem globalt bredbånd, *direct-to-cell*, IoT, jordobservasjon og nye former for forsvarsinfrastruktur. Det er også LEO som nå former X-kurven for GEO, og i noen deler av markedet legger press på MEO.

Men de utfyller også hverandre. GEO gir stabilitet og bred dekning. MEO gir presisjon, timing og robusthet. LEO gir fart, kapasitet og kommersiell skalerbarhet. Sammen danner de et flerlags økosystem der hver bane har sin egen styrke.

Den samme infrastrukturen kan brukes både sivilt og militært. Alle er avhengige av bakkeinfrastruktur, frekvenser, regulatoriske tillatelser og oppskytning. Alle påvirkes av den samme kostnadsrevolusjonen i romfarten, selv om effekten er sterkest i LEO. Og alle inngår i det samme større systemet av regler, traktater og nasjonale interesser.

For *Modern Defence* er MEO helt avgjørende fordi presis navigasjon og posisjonering er grunnleggende for både militære operasjoner og samfunnskritisk infrastruktur. Samtidig er LEO den raskest voksende og mest transformative banen, særlig innen ISR, robust kommunikasjon, distribuerte operasjoner og miljøer der GNSS er forstyrret eller utilgjengelig. GEO beholder fortsatt verdi i enkelte roller, men fremstår mer som støtte enn som fremtidens hovedplattform.

Det er nettopp dette «Ahead of the S-curve» handler om. Å identifisere hvor nye *flywheels* begynner å spinne før alle andre ser det. Og i verdensrommet er det først og fremst i LEO innovasjonen og utviklingen skjer nå.

8.0 Noen sentrale selskaper i Space Economy

8.1 SpaceX og Starlink

SpaceX er aktøren som løste den store kostnadsanomalien i romfarten og satte hele dette rammeverket i bevegelse. Starlink er den mest konkrete og skalerbare implikasjonen av det gjennombruddet.

I vårt rammeverk er SpaceX den store muliggjøreren. Ved å gjøre gjenbrukbare raketter til industriell realitet har selskapet flyttet romfarten ut av *dødens dal* og inn i fase 2. Selskapet har ikke bare forbedret en eksisterende teknologi. Det har endret kostnadsstrukturen for hele sektoren og dermed åpnet døren for resten av romøkonomien.

SpaceX er med andre ord den teknologiske utløseren for både *space economy* og deler av *modern defence*. Falcon 9 beviste at gjenbruk fungerer. Starship forsøker å ta samme logikk til et nytt nivå. Når kostnaden ved å sende kapasitet til bane faller kraftig, endres også hva som er økonomisk mulig. Satellittkonstellasjoner, jordobservasjon, global oppkobling, forsvarsinfrastruktur og på sikt produksjon og datakraft i bane blir plutselig langt mer realistisk.

Selskapet passer også inn i alle de fire rytterne. Gjenbrukbare raketter og automatiserte landinger trekker inn den selvkjørende agenten. Fremtidige koblinger mot AI og rombasert databehandling trekker inn de digitale agentene. Og på sikt kan stemmestyrte grensesnitt og kommunikasjon over satellitt trekke inn fysiske agenter. Det er nettopp denne typen konvergens som gjør SpaceX til mer enn et rakettselskap. Det er en plattformaktør i ferd med å omforme flere lag av økonomien samtidig.

I vår eksponentielle verden er dette et av de tydeligste eksemplene på en teknologi som brukte mange år i fase 1, før den plutselig krysset over i fase 2. Perioden fra 2002 til 2015 var preget av teknologisk risiko, fiaskoer og ekstrem usikkerhet. Fra 2017 og

fremover begynte *flywheelen* å ta fart. Flere oppskytninger ga mer læring. Mer læring ga lavere kostnader. Lavere kostnader ga nye markeder.

Starlink som konstellasjon

Starlink er et tydelig symbol på dette skiftet. Dersom SpaceX er motoren, er Starlink det første virkelig store kjøretøyet som drives av den. I vårt rammeverk er Starlink det klareste eksempelet på LEO i fase 2. Teknologien er bevist. Forretningsmodellen er i ferd med å bli bevist i stor skala. Og de viktigste svinghjulene er allerede i full bevegelse.

På etterspørselssiden er logikken enkel. Flere brukere gir grunnlag for flere satellitter. Flere satellitter gir bedre dekning og bedre kvalitet. Bedre kvalitet gir enda flere brukere. På tilbudssiden virker læringskurvene gjennom standardisert satellittproduksjon, høy oppskytningsfrekvens og fallende kostnader. Når infrastrukturen først er på plass, er den marginale kostnaden ved å sende mer data svært lav. Resultatet er en modell der både fysisk industri og digital skalering trekker i samme retning.

For romøkonomien er Starlink kanskje den viktigste enkeltaktøren akkurat nå. Selskapet har gjort satellittbasert bredbånd til et reelt alternativ for millioner av brukere og presset inn i markeder der tradisjonell infrastruktur enten ikke finnes eller ikke er lønnsom. Det handler ikke bare om internett i avsidesliggende områder. Det handler om maritime tjenester, luftfart, beredskap, industri og etter hvert også *direct-to-cell* og nye former for global mobilitet.

Starlink er derfor også et *Blue Ocean*-case. Tjenesten går ofte inn der markedet tidligere var preget av ingen dekning, svak dekning eller svært dyre løsninger. Det er ikke bare konkurranse mot eksisterende aktører. Det er også skapelsen av nye markeder.

Betydningen for modern defence

Det som gjør Starlink enda mer strategisk, er dual-use-dimensjonen. Det samme nettverket som brukes til kommersiell oppkobling, kan også brukes til robust kommunikasjon, situasjonsforståelse og operasjoner i krevende miljøer. Dermed blir Starlink et tydelig eksempel på hvordan sivile plattformer i økende grad får militær betydning.

For moderne forsvar er dette svært viktig. LEO-nettverk gir lav forsinkelse, høy robusthet og større fleksibilitet enn mange eldre systemer. De kan støtte kryptert kommunikasjon, distribuerte operasjoner og koordinering i miljøer der GNSS er forstyrret eller utilgjengelig. Nettopp derfor blir slike systemer også sett på som kritisk infrastruktur av stater og forsvarsallianser. SpaceX er muliggjøreren. Starlink er beviset.

8.2 AST SpaceMobile (ASTS)

AST SpaceMobile er kanskje den mest spennende rene LEO-disruptøren. Selskapet er et klassisk høybeta-case på hvordan gjenbrukbare raketter har åpnet et helt nytt *Blue Ocean*, nemlig globalt bredbånd direkte til vanlige mobiltelefoner, uten ekstra *hardware*, spesialantenner eller nye stasjoner.

Der mange andre bygger ny infrastruktur som krever nytt utstyr hos brukeren, forsøker ASTS å møte folk der de allerede er. Ambisjonen er enkel, men vil ha enorm konsekvens. Telefonen du allerede har i lomma, skal kunne koble seg direkte til satellitt.

Plassering i rammeverket

Selskapet befinner seg i tidlig til midt fase 2, altså akkurat i *sweet spoten* der teknologien er bevist, forretningsmodellen begynner å ta form, og første virkelige *flywheels* kan begynne å spinne.

Det teknologiske beviset har kommet gradvis gjennom *BlueBird*-programmet og utviklingen av satellitter som faktisk kan håndtere direkte kommunikasjon med vanlige mobiltelefoner. Forretningsmodellen er samtidig blitt langt mer troverdig gjennom partnerskap med store telekomaktører som AT&T, Verizon, Vodafone, Rakuten, Bell og Telstra.

Her ligger også kjernen i investeringscasen. Når flere satellitter kommer opp, øker nytten for partnerne. Flere partnere gir flere sluttbrukere og mer trafikk. Mer trafikk gir mer data, bedre optimalisering og sterkere nettverkseffekter. På tilbudssiden vil læringskurver i produksjonen kunne presse kostnadene ned, mens marginalkostnaden ved å levere enda et signal i prinsippet er svært lavt når systemet først er oppe.

Kobling til de fire rytterne

ASTS passer naturlig inn i flere av de fire rytterne. Det er en tydelig kobling til den selvkjørende agenten. Satellittene må operere autonomt og dynamisk mot eksisterende bakkenett og komplekse telekomsystemer. På sikt kan dette også åpne for nye former for maskin-til-maskin-kommunikasjon og infrastruktur for autonome systemer.

Taleteknologi ligger også implisitt i modellen. Dersom satellittdekning blir tilgjengelig direkte på vanlige telefoner, blir tale, meldinger og relasjonell kommunikasjon mulig i langt flere situasjoner enn i dag. På sikt kan også digitale agenter trekkes inn, dersom satellittene får mer lokal databehandling eller fungerer som edge-lag i et bredere AI-system.

Betydning for romøkonomien

ASTS representerer et nytt massemarked. Dette handler ikke bare om å forbedre eksisterende satellittkommunikasjon. Det handler om å gå inn i områder der dekningen i dag er svak, fraværende eller for dyr å bygge ut med tradisjonell infrastruktur. Selskapet forsøker i praksis å gjøre mobildekning global uten å bygge mobilmaster overalt.

Det gjør caset spesielt sterkt i deler av Afrika, Asia, Latin-Amerika, Arktis og andre områder der geografien eller økonomien gjør tradisjonell utbygging vanskelig. Hvis dette fungerer i stor skala, blir det et klassisk Blue Ocean. Man tar brukere fra null dekning til faktisk oppkobling, uten at de må kjøpe noe nytt.

ASTS utfordrer dermed ikke bare andre satellittaktører, men også den tradisjonelle logikken i telekom. I stedet for å bygge stadig flere master, mer fiber og lokal infrastruktur, kan en del av problemet løses fra verdensrommet. Verdikjeden kan skrives om.

Betydning for *modern defence*

Et system som kan koble vanlige telefoner og enheter direkte til satellitt, har åpenbar verdi i situasjoner der bakkenettet er nede, utilgjengelig eller ødelagt. Det gjelder både naturkatastrofer, krig og arktiske eller maritime operasjoner.

For moderne forsvar og beredskap betyr dette at kommunikasjon kan bli langt mer robust. Direkte satellittforbindelse uten særskilt spesialutstyr kan gi større fleksibilitet, mindre sårbarhet og raskere evne til å etablere kontakt i krevende miljøer. Det kan også støtte koblingen mellom mennesker, sensorer, droner og kommandoled i områder der tradisjonell infrastruktur ikke strekker til.

I en geopolitisk kontekst gjør dette ASTS interessant også fordi selskapet representerer et alternativ i et marked der strategisk avhengighet betyr mye. Når

kommunikasjon blir kritisk infrastruktur, blir det også viktig hvem som kontrollerer den. Per i dag eier Musk og SpaceX godt over 90% av alle LEO-satellitter i dag.

Samlet plassering i vårt rammeverk

Hvis Starlink er den brede LEO-infrastrukturen, er ASTS den målrettede disrupteren som prøver å løse det siste og kanskje viktigste leddet, nemlig direkte kontakt med sluttbrukeren. Der Starlink bygger et nytt globalt nettverk, forsøker ASTS å gjøre den eksisterende mobilenheten til endepunktet i romøkonomien.

Det er dette som gjør selskapet til et så rent høybeta-case. ASTS har beveget seg fra å være en spekulativ idé til å bli en plattform. Men det betyr at usikkerheten nå i større grad handler om skalering enn om ren teknologisk fantasi.

Dette er klassisk «de små blir store». Et selskap som nylig kjempet seg gjennom *dødens dal*, kan i løpet av få år bli en global plattform dersom gjennomføringen lykkes.

Investeringsimplikasjon

I vårt rammeverk er ASTS en av de mest interessante høybeta-posisjonene i hele romsektoren. Selskapet befinner seg midt i fase 2, med en teknologi som i økende grad er bevist, en forretningsmodell som støttes av sterke partnere og et etterspørsels-flywheels som så vidt har begynt å ta fart.

Volatiliteten er høy, og det vil den sannsynligvis fortsette å være. Men i slike case er volatilitet ikke nødvendigvis et problem. Det er ofte selve prisen man betaler for å være tidlig i en ny S-kurve. Dersom ASTS lykkes med skaleringen, er oppsiden betydelig.

Sammen med SpaceX og Starlink utgjør ASTS derfor et viktig motstykke i LEO-økosystemet. Der Starlink er den brede infrastrukturen, representerer ASTS den

direkte forbindelsen til sluttbrukeren. Det gjør selskapet til en av de mest spennende aktørene i hele romøkonomien akkurat nå.

8.3 Amazon Leo

Amazon Leo (tidl. Project Kuiper) er den tredje store aktøren i LEO. Det er den mest ressurssterke utfordreren, men også den som fortsatt ligger et stykke bak de fremste. I vårt rammeverk er dette et klassisk eksempel på en aktør som ennå ikke fullt ut har passert *inflection point*, men som har alle forutsetninger for å bli en solid fase 2-spiller når skaleringen skyter fart.

Det som gjør Amazon Leo spesielt interessant, er at selskapet ikke kommer inn som en ren satellittaktør. De har et helt økosystem av kunder, kapital, logistikk og skyinfrastruktur i ryggen. Derfor er spørsmålet ikke bare om Amazon kan bygge en konstellasjon, men om selskapet kan koble satellittlaget inn i en langt større industriell og digital plattform.

Plassering i rammeverket

Selskapet har nok en langt sterkere kobling enn de fleste andre til digitale agenter og autonome systemer, nettopp fordi AWS allerede fungerer som et sentralt infrastrukturlag for data, programvare og maskinintelligens.

Selskapet befinner seg i tidlig fase 2. Det teknologiske beviset er i stor grad kommet gjennom prototyper, tester og tidlige oppskytninger. Det kommersielle beviset er derimot fortsatt under oppbygging. Amazon har sterke forutsetninger for å vinne kunder, men etterspørselssvinghjulet har ennå ikke begynt å gå med samme kraft som hos Starlink.

Det er også her investeringspoenget er. Amazon Leo står i den delen av kurven der infrastrukturen bygges, partnerskapene formes og den virkelige skalaen fortsatt

ligger foran. Dersom konstellasjonen kommer opp i tilstrekkelig tempo, kan selskapet gå fra forsinket utfordrer til tung aktør på relativt kort tid.

På tilbudssiden har Amazon store fordeler. Produksjonskapasitet, kapital og tilgang til flere oppskytningspartnere gir selskapet en robust base for skalering. Når nettverket først er oppe, vil også marginalkostnaden ved å levere mer data være svært lav, slik vi ser i andre digitale infrastrukturer.

Betydning for romøkonomien

For romøkonomien representerer Amazon Leo et mer enterprise-drevet *Blue Ocean* enn både Starlink og ASTS. Der Starlink i stor grad har vokst gjennom forbrukermarkedet og ASTS retter seg mot vanlige mobiltelefoner, kan Amazon Leo få sin sterkeste posisjon i bedriftsmarkedet og i sektorer der AWS allerede står sterkt.

Det kan gjelde shipping, gruvedrift, olje og gass, industri, logistikk og andre virksomheter som opererer i områder der bakkebasert internett er dårlig eller dyr. Her kan Amazon tilby mer enn bare satellittbredbånd. De kan tilby et komplett digitalt lag der oppkobling, datalagring, analyse og operativ programvare henger sammen.

Dette er kanskje selskapets største strategiske styrke. Amazon Leo trenger ikke vinne hele markedet for å bli viktig. Det holder å vinne de delene av markedet der AWS, logistikkapparatet og kundebasen allerede gir et naturlig fotfeste. Dersom dette svinghjulet begynner å gå, kan veksten bli kraftig.

Men Amazon ligger etter Starlink i erfaring og oppskytningsfrekvens. Det betyr at selskapet må bygge sin egen konstellasjon, i tillegg til å ta igjen et betydelig forsprang.

Dual-use-potensialet innen *modern defence* er også stort. Amazon er allerede tungt inne i offentlig sektor og forsvar gjennom skyinfrastruktur og sikre dataløsninger.

Dersom Amazon Leo integreres tett mot dette, kan selskapet få en viktig rolle som robust kommunikasjonslag for militære og strategiske brukere.

Amazon Leo virker også særlig godt posisjonert mot enterprise-forsvar, altså segmenter som handler om sikker dataflyt, logistikk, kommando og drift i krevende omgivelser, mer enn rendyrkede forbrukertjenester.

Samlet plassering i vårt rammeverk

Oppsummert er rollene ganske tydelige. Starlink er den brede og hurtige lederen. ASTS er den smarte *direct-to-cell*-utfordreren. Amazon Leo er den enterprise-integrerte aktøren med dypest kobling til skyinfrastruktur og bedriftsmarked.

Det er nettopp dette som gjør Amazon Leo interessant. Selskapet er ikke nødvendigvis den mest eksplosive aktøren akkurat nå, men det kan på sikt bli en av de mest lønnsomme dersom AWS-økosystemet, kundebasen og satellittlaget smelter sammen på riktig måte.

Foreløpig er etterspørsels-svinghjulet fortsatt under oppbygging. Men dersom de store batchene kommer opp og de første kommersielle bruksområdene virkelig begynner å feste seg, kan overgangen bli klassisk *sakte, sakte, plutselig*.

I vårt rammeverk er Amazon Leo en langsiktig høybeta-posisjon i *sweet spot*, men tidligere i løpet enn Starlink og mindre eksplosiv enn ASTS her og nå. Caset er sterkest for dem som tror at Amazon kan gjøre det samme i rommet som selskapet tidligere har gjort i andre infrastrukturlag, nemlig gå inn sent, bygge tungt, bruke økosystemfordeler og over tid bli en dominerende plattform.

Markedet ser fortsatt i stor grad Amazon Leo som en late bloomer. Det er nettopp derfor caset kan være interessant. Teknologien er på vei. Kapitalen er der.

Kundebasen er der. Og dersom konstellasjonen først begynner å skalere, kan Amazon Leo bli en av de største vinnerne i LEO mot slutten av tiåret.

8.4 OneWeb (Eutelsat OneWeb)

OneWeb (i dag Eutelsat OneWeb) er den eldste og mest modne av de store LEO-konstellasjonene. Den er også et godt eksempel på at det ikke er nok å bygge infrastrukturen. Det avgjørende er hvor sterkt etterspørselssvinghjulet faktisk begynner å gå når konstellasjonen først er på plass. OneWeb har i stor grad fullført byggingen, men viser samtidig hvorfor fase 2 ikke ser lik ut for alle.

Etter sammenslåingen med Eutelsat ble selskapet i praksis en hybrid mellom kommersiell enterprise-virksomhet og statlig eller offentlig orientert oppkobling. Det gir en annen profil enn både Starlink, ASTS og Amazon Leo. OneWeb er mindre massemarked, mindre spektakulært og langt mer preget av kontrakter, nisjer og strategiske kunder.

Plassering i rammeverket

I vårt rammeverk er OneWeb først og fremst en nettverksaktør, men med en langt tydeligere enterprise- og government-profil enn mange av de andre LEO-selskapene. Tyngdepunktet ligger i backhaul, mobilitet, polar dekning og løsninger for krevende bedrifts- og myndighetskunder. Det gjør også dual-use-dimensjonen tydeligere enn i mye av det rendyrkede forbrukermarkedet.

Selskapet befinner seg i overgangen mellom sen fase 2 og tidlig fase 3. Teknologien er bevist. Konstellasjonen er bygd. Forretningsmodellen er i stor grad etablert. Men vekstdynamikken er svakere enn hos de mest offensive LEO-angriperne. OneWeb har fått infrastrukturen på plass, men mangler foreløpig det virkelig eksplosive etterspørselssvinghjulet.

Det betyr ikke at caset er svakt. Det betyr bare at det er annerledes. OneWeb ligner mindre på en hypereksthistorie og mer på en aktør som forsøker å bygge en stabil og strategisk posisjon i bestemte vekstsegmenter.

Kobling til de fire rytterne

OneWeb kan støtte selvkjørende biler, droner, båter og industrielle systemer som trenger pålitelig kommunikasjon i krevende miljøer. Koblingen til digitale agenter er svakere enn hos aktører som Amazon Leo og Starlink, fordi OneWeb i mindre grad har et bredt sky- og programvareøkosystem rundt seg. Likevel kan systemet fungere som et viktig kommunikasjonslag for virksomheter som bygger slike løsninger. Også taleteknologi har en plass her, særlig i form av tale- og kommunikasjonsløsninger for enterprise og forsvar, men dette er heller ikke hovedtesen.

Betydning for space economy

For romøkonomien er OneWeb først og fremst et enterprise-case. Selskapet er sterkere i nisjer som mobiloperatør-kobling, shipping, olje og gass, luftfart og annen virksomhet i avsidesliggende områder enn i det brede massemarkedet. Det betyr at OneWeb ikke angriper det samme markedet som Starlink i like stor grad, og heller ikke treffer *direct-to-cell* markedet som ASTS fokuserer på. Til gjengjeld bygger selskapet på langsiktige kontrakter og mer spesialiserte behov.

En særlig styrke ligger i nordområdene og polar dekning. Her er OneWeb godt posisjonert, og det gir verdi for shipping, gruvedrift, forskning og statlige brukere i områder der andre systemer er svakere. Dette gjør selskapet strategisk interessant på en måte som ikke nødvendigvis fanges opp av en ren vekst- eller abonnentlogikk.

Det er også viktig at Eutelsat kombinerer OneWeb i LEO med GEO-kapasitet. Dermed er selskapet en av få aktører som faktisk bygger et multi-orbit-nettverk i praksis. Det kan gi en mer robust og fleksibel markedsposisjon, selv om veksten isolert sett er tregere enn hos de reneste LEO-utfordrerne.

Veksten historisk har vært mer moderat enn mange håpet. OneWeb har ikke klart å skape samme brede momentum som Starlink, og hverken abonnentvekst eller økonomi har gitt det samme inntrykket av eksplosiv skalering.

Betydning for *modern defence*

På den strategiske siden står OneWeb sterkere. Selskapet har allerede en tydelig plass i stats- og forsvarssegmentet, og er attraktivt nettopp fordi det kombinerer LEO-fordeler med en mer institusjonell og kontraktsdrevet profil.

OneWeb er interessant for forsvar og myndigheter fordi det kan levere robust kommunikasjon, særlig i nordområder og andre krevende miljøer. På samme tid er det mindre eksponert mot ren kommersiell konkurranse enn mange andre aktører, nettopp fordi deler av etterspørselen kommer fra offentlige eller strategiske kunder.

Det geopolitiske aspektet gjør også selskapet viktig. Som europeisk forankret aktør får OneWeb en ekstra rolle i diskusjonen om strategisk autonomi. For europeiske myndigheter og institusjoner kan det være attraktivt å ha et alternativ som verken er rent amerikansk eller kinesisk.

Samlet plassering i vårt rammeverk

I vårt rammeverk er OneWeb den mer modne. Selskapet har kommet langt i å bygge konstellasjonen, men står samtidig i fare for å bli hengende i overgangen mellom sen fase 2 og tidlig fase 3. Moaten finnes, men den eksplosive veksten er svakere enn hos de andre aktørene.

Sammenlignet med de andre blir rollene tydelige. Starlink er den brede og raskeste lederen. ASTS er den mest disruptive *direct-to-cell*-utfordreren. Amazon Leo er den enterprise-integrerte utfordreren med AWS i ryggen.

Det gir selskapet en annen type attraktivitet. Ikke som den store vekstesplosjonen, men som en mer defensiv og strategisk posisjon i LEO-landskapet.

OneWeb og Eutelsat fremstår derfor mer som en stabil og defensiv LEO-eksponering enn som et rendyrket høybeta-case. Dette er ikke den samme *sweet spoten* som Starlink eller ASTS. Men det kan være en relevant solid eksponering eller et komplement i en bredere romportefølje, særlig for dem som verdsetter statlige-kontrakter, polar eksponering og europeisk strategisk autonomi enn ren vekst og amerikansk dominans.

DEL 2

9.0 Fra Space Economy til Modern Defence

Forestill deg en verden der raketter kan brukes om igjen, droner patruljerer havet uten mannskap, og satellitter i bane sender data raskere og mer presist enn mange av nettverkene vi er vant til på bakken. Det høres ut som *science fiction*, men det er i realiteten dette *space economy* og *modern defence* handler om. Teknologiene er her allerede. De er ikke lenger synlige som kun prototyper i laboratorier eller promovideoer fra forsvarsindustrien.

I denne delen trekker vi sammen noen av trådene fra del 1 og bygger videre med nye perspektiver. Målet er å beskrive men også å forstå hva som faktisk driver utviklingen, hvilke økonomiske teorier som hjelper oss å tolke den, og hvorfor dette betyr noe for alle som ønsker å analysere og investere i fremtiden.

Hva er *space economy*

Space economy handler om den samlede økonomien rundt aktiviteter som skaper verdi gjennom bruk, utforskning og utnyttelse av rommet. Det inkluderer alt fra raketter og satellitter til jordstasjoner, kommunikasjon, jordobservasjon, navigasjon, data og etter hvert også produksjon og databehandling i bane.

Den enkleste måten å forstå *space economy* på er å se det som en verdikjede med flere lag.

Det første laget er den landbaserte infrastrukturen. Dette er bakkenivået som holder kontakten med rommet. Her finner vi antenner, kontrollsentre, jordstasjoner og andre systemer som gjør det mulig å sende, motta og behandle signaler fra satellitter. Uten bakken finnes det ingen operativ romøkonomi. Selskaper som Redwire leverer komponenter til slike systemer, mens Kongsberg gjennom KSAT er et tydelig norsk eksempel på en aktør som bygger og driver viktig bakkeinfrastruktur.

Det andre laget er oppskytning. Raketten er selve inngangsporten til rommet. Det er her alt begynner. Når kostnaden ved å sende nyttelast til bane faller, endrer hele økonomien seg også for resten av systemet. Rocket Lab har eksempelvis posisjonert seg som en spesialist på mindre og mer fleksible oppskytninger, mens SpaceX har flyttet hele industrien ved å gjøre gjenbruk til standarden.

Det tredje laget er satellittkonstellasjonene. Her finner vi nettverk i ulike baner, med ulike egenskaper og ulike forretningsmodeller. LEO gir lav forsinkelse og rask kommunikasjon. GEO gir bred og stabil dekning. MEO leverer særlig verdi innen navigasjon og timing. Aktører som Starlink, OneWeb og AST SpaceMobile bygger ulike varianter av denne infrastrukturen, og utfordrer samtidig gamle nettverksoperatører som tidligere kontrollerte lokal fiber og mobildekning.

Det fjerde laget er tjenestene som bygges oppå denne infrastrukturen. Det er her logikken om å se, lytte og prate blir nyttig. Noen satellitter observerer jorden. Andre

fanger opp signaler. Andre igjen bærer kommunikasjon. Disse tjenestene brukes til alt fra værvarsling og logistikk til overvåking, maritim aktivitet og forsvar.

Det femte laget er i tidlig fase i dag. Her finner vi idéen om databehandling i bane, altså datasentre i rommet. Tanken er at servere i bane på sikt kan utnytte solenergi, kjøling og global distribusjon på nye måter. Dette er fortsatt *early days*, men det viser hvor langt *space economy* kan strekke seg når kostnadsbarrierene først brytes. Hvis dette først skjer, så går det fort.

Det sjette laget er utforskning. Her kommer månen og mars inn. Selskaper som Intuitive Machines forsøker å bygge en kommersiell tilstedeværelse også her. Dette er den mest spekulative delen av laget, men også den som bærer de lengste og mest ambisiøse målene.

Hvorfor vokser dette så raskt

Det som skjer i *space economy* er ikke tilfeldig. Veksten drives av flere mekanismer som virker samtidig, og som forsterker hverandre.

Joseph Schumpeter beskrev hvordan ny teknologi river ned gamle strukturer og skaper nye markeder. Det er akkurat dette vi ser når gjenbrukbare raketter presser ned kostnadene og gjør tidligere forretningsmodeller mindre konkurransedyktige.

Michael Porter hjelper oss å forstå hvordan konkurransen endres når nye aktører kommer inn og gamle vollgraver svekkes. Nye selskaper som Rocket Lab og SpaceX presser ikke bare kostnader ned. De endrer også hva som er mulig å bygge på toppen av infrastrukturen.

Clayton Christensen forklarer hvorfor dette ofte starter nedenfra. Nye teknologier begynner gjerne som enkle, billigere eller mindre prestisjefylte løsninger før de gradvis blir gode nok til å utfordre de etablerte. Små satellitter og LEO-konstellasjoner følger denne logikken nesten lærebokaktig.

Wrights lov forklarer hvorfor kostnadene faller når produksjonen dobles og læring akkumuleres. I raketter, satellitter og bakkesystemer betyr mer volum ikke bare mer omsetning, men også bedre prosesser og lavere enhetskostnader.

Når flere oppskytninger gir mer læring, som igjen gir lavere kostnader, som igjen gir flere satellitter, bedre tjenester og flere kunder, får du en selvforsterkende dynamikk (flywheel). Det er denne mekanismen som gjør at utviklingen ofte ser treg ut helt til den plutselig akselererer.

Den enkleste analogien er kanskje internettets tidlige dager. Først bygges infrastrukturen. Så kommer tjenestene. Til slutt begynner hele økonomien å endre seg rundt dem.

Modern defence er i ferd med å skrives om

Det samme skiftet ser vi i *modern defence*. Krig og sikkerhet handler i stadig mindre grad bare om tunge plattformer, store baser og dyre enkeltstående systemer. I økende grad handler det om nettverk, sensorer, droner, autonomi og billige enheter som kan brukes i stort antall.

Droner er det tydeligste eksempelet. De finnes i luft, på havoverflaten og under vann. Noen brukes til rekognosering, andre til logistikk, andre igjen til angrep. Det sentrale poenget er at de endrer kostnadsbildet og fleksibiliteten i moderne konflikt. Små, autonome eller delvis autonome enheter kan i mange situasjoner utfordre langt dyrere systemer.

Teknologi som i utgangspunktet er utviklet for sivile formål, tas også raskt inn i militære sammenhenger. Det som brukes til inspeksjon, kartlegging eller logistikk i fredstid, kan bli overvåking, målangivelse eller operativ støtte i konflikt.

Verdikjeden i droneøkosystemet kan forstås i tre hovedledd. Først kommer komponentene, som sensorer, batterier, kameraer og kommunikasjonsutstyr. Deretter selve plattformene, altså dronene og de ubemannede fartøyene. Til slutt kommer operasjonene, der systemene kobles sammen, styres og brukes i praksis.

Dette gjelder både i luften og til havs. Selskaper som Teledyne leverer sensorer. AeroVironment og Kratos bygger ulike typer plattformer. Ondas arbeider med kommunikasjon og nettverk. Airbus og Kongsberg viser hvordan grensene mellom sivil og militær bruk blir stadig mer flytende. Huntington Ingalls peker mot en fremtid der også undervannsdroner får en langt større rolle.

Også her er det nyttig å hente frem de samme teoriene. Schumpeter viser hvordan billige, fleksible systemer kan presse gamle forsvarsmodeller. Porter viser hvordan rivaliseringen tilspisses når nye aktører kommer til. *Blue Ocean* forklarer hvordan det oppstår helt nye markeder, for eksempel innen modulære droner som kan brukes både sivilt og militært. Christensen forklarer hvordan enklere og rimeligere UAV-er gradvis kan utfordre langt dyrere fly. Wrights lov forklarer hvorfor masseproduksjon reduserer kostnadene. Flywheelen oppstår når billigere komponenter gir flere plattformer, som igjen gir mer data, bedre programvare og høyere grad av autonomi. Kort fortalt gjør droner krigføring billigere, mer presis og mer distribuert..

Hvorfor *space economy* og *modern defence* henger sammen

Satellitter som er bygget for kommersiell kommunikasjon, kan brukes til kommando og geopolitikk. Jordobservasjon som er nyttig for landbruk, logistikk og klimaovervåking, kan også brukes til overvåking og målangivelse. Navigasjon og timing som holder kraftnett og logistikk i gang, er de samme funksjonene som moderne forsvar er avhengig av for koordinering, presisjonsvåpen og autonome operasjoner.

I en norsk kontekst blir dette særlig tydelig i Arktis og nordområdene. Her møtes sivil og militær bruk. Satellitter, jordstasjoner, havdroner og kommunikasjonssystemer kan brukes til miljøovervåking, shipping, ressursforvaltning og beredskap, men også til sikkerhet og forsvar.

Men det finnes også friksjon. Frekvenser er en knapp ressurs. Forsyningskjedene er sårbare. Kina dominerer flere viktige komponentledd. Og jo mer autonomien øker, desto oftere dukker de etiske og politiske spørsmålene opp.

Rammeverk for å forstå selskapene

For å analysere selskaper og teknologier innen *space economy* på en nyttig måte, deler vi inn i de 6 kategoriene (lagene) vi har brukt gjennomgående i notatet. På tvers av alle disse kategoriene er to temaer som er fellesnevner. Det ene er knapphet, særlig i frekvenser, baneposisjoner og regulatoriske tillatelser. Det andre er at tradisjonelle teleselskaper gradvis mister noe av sin gamle prisingsmakt når LEO-baserte tjenester kan omgå lokal fiber og mobilinfrastruktur.

Schumpeters teori om kreativ destruksjon er særlig nyttig for å forstå hvorfor *space economy* vokser så raskt akkurat nå. Nye teknologier river ikke bare ned gamle løsninger. De gjør også hele forretningsmodeller mindre relevante. Det ser vi når LEO-konstellasjoner som Starlink utfordrer tradisjonelle teleselskaper ved å tilby global oppkobling uten lokal fiber eller omfattende bakkenett. Det samme mønsteret kan på sikt gjenta seg i datainfrastruktur dersom databehandling i bane utvikler seg fra idé til reell industri.

Porters fem krefter hjelper oss å forstå konkurransedynamikken i de ulike lagene av verdikjeden. I oppskyting er trusselen fra nye aktører reell, men krevende å realisere i praksis fordi kapitalbehovet, teknologirisikoen og regulatoriske barrierer er så høye. I andre deler av *space economy* ligger leverandørmakten i knappe ressurser som frekvenser, jordstasjoner og tilgang til baneplasser. Dette betyr at noen selskaper

konkurrerer på kostnad, slik SpaceX gjør i oppskyting og LEO, mens andre må konkurrere gjennom differensiering, nisjeposisjoner eller strategiske partnerskap.

Blue Ocean Strategy er særlig relevant når rombaserte tjenester åpner markeder som tidligere ikke egentlig fantes. Det tydeligste eksempelet er global dekning i områder der bakkenettet er svakt, for dyrt eller helt fraværende. Men logikken gjelder også mer fremvoksende områder som databehandling i bane, der selskaper forsøker å skape et nytt marked i stedet for å slåss direkte i det eksisterende. Poenget er ikke bare å konkurrere bedre, men å flytte konkurransen til et nytt rom der spillereglene ennå ikke er fastlåst.

Christensens teori om disruptiv innovasjon forklarer hvorfor LEO har blitt så kraftfull. Nye satellittmodeller starter i nisjer som de etablerte ikke prioriterer høyt nok, for eksempel ruralt bredbånd, mobilitet eller områder med svak dekning. Derfra forbedres de raskt, og plutselig er de gode nok til å utfordre langt bredere markeder. Det er nettopp slik LEO-konstellasjoner nå presser både tradisjonelle GEO-aktører og deler av de jordbaserte teleselskapene.

Wrights lov forklarer hvorfor kostnadene i romindustrien kan falle mye raskere enn mange tidligere trodde. Når produksjonen dobles, lærer man, forbedrer prosesser og reduserer enhetskostnadene. Dette er tydeligst i oppskyting, der gjenbrukbare raketter og høyere flyfrekvens har presset kostnaden per kilo kraftig ned. Men samme logikk gjelder også for satellitter, jordterminaler og andre komponenter som i økende grad produseres i større volum og med mer standardisering.

Flywheel-effekten binder alt dette sammen. Det er denne dynamikken som gjør at veksten ofte ser lineær ut helt til den plutselig blir eksponentiell. SpaceX og Starlink er det klareste eksempelet, men den samme logikken finnes også hos flere andre aktører i *space economy*

Space Economy: Innovasjonstype vs Modenhet

	Disruptiv innovasjon (lavkost, ny marked)	Sustaining innovasjon (forbedring av eksisterende)
Høy modenhet (lavkost via læring)	LEO-konstellasjoner (Starlink: lav latens disrupter telcom, masseprodusert).	GEO-satellitter (Intelsat: forbedret broadcasting, moden teknologi).
Lav modenhet (høye kostnader, tidlig fase)	Orbital datasentre (SpaceX' 1M enheter: disrupter cloud, tidlig fase 2026).	Måneutforskning (Artemis: forbedrer NASA, men høye kostnader).

Space Economy: Blue Ocean vs Dual-Use Potensial

	Rødt Hav (høy konkurranse)	Blått Hav (ubestridt)
Høy dual-use (begge)	Kommunikasjonstjenester (Iridium: sivil + militær, men rivalisering høy).	Sensing i Arktis (HawkEye 360: miljø + forsvar, nytt marked). Datasentre i lav bane
Lav dual-use (kun sivil eller militær)	Tradisjonell launch (ULA: statlig fokus, konkurranseintensivt)	SpaceX: primært vitenskapelig, lite konkurranse

10.0 Kategorisering av aksjer

Det finnes en rekke børsnoterte selskaper som passer vårt rammeverk. SpaceX er fortsatt privat og planlegger børsnotering senere i 2026, så det er ikke inkludert.

Hvert selskap plasseres i respektive kategorier (et selskap kan passe i flere, da mange er diversifiserte).

1. Landbasert Infrastruktur

Denne kategorien inkluderer selskaper som støtter jordbaserte systemer for space-operasjoner, som antenner og kontrollsentre. Flywheel-effekten er sentral, siden integrasjon med satellitter bygger momentum.

- Redwire (RDW): Et amerikansk selskap som leverer kritisk infrastruktur, inkludert solpaneler, sensorer og bakkebaserte simulasjonssystemer.
 - Tilbyr *in-space manufacturing* og biotech-løsninger, med inntekter fra NASA-kontrakter og kommersielle partnere. Disruptiv innovasjon (Christensen) gjennom 3D-printing i rommet, som starter billig og skalerer.
- MDA Space (MDA): Kanadisk selskap spesialisert i romrobotikk og bakkebaserte systemer for satellittkontroll.
 - Selger teknologi for Canadarm (en robotarm som brukes på ISS) og jordstasjoner, med fokus på dual-use (sivil og forsvar). Differensiering via proprietær robotikk (Porter).
- Sidus Space (SIDU): Amerikansk selskap som tilbyr *space infrastructure-as-a-service*, inkludert produksjon av satellitter og komponenter i Cape Canaveral.
 - Vertikal integrasjon med fokus på satellittproduksjonslinjer, testing og AI-data prosessering. De har inntekter fra NASA-kontrakter og kommersielle kunder. Disruptiv innovasjon (Christensen) gjennom lavkost-satellitter som *LizzieSat*, som starter i nisjer og kan skalere.
- Velo3D (VELO): Amerikansk selskap spesialisert i additiv produksjon (altså 3D-printing) for høyteknologiske komponenter.
 - Selger printere og produksjonstjenester for deler til raketter, satellitter og flymotorer. Fokuserer på space, defense og luftfart med kunder som

SpaceX. Kostnadsfall gjennom masseproduksjon (Wrights lov) av presise deler, som akselererer innovasjon i space.

- Kongsberg Gruppen (KOG): Norsk konglomerat med divisjoner i forsvar, luftfart og maritimt.
 - Leverer komponenter til romindustrien, inkludert rakettsystemer, sensorer og bakkestasjoner via KSAT (joint venture med Space Norway); inntekter fra kontrakter med ESA, NASA og norske myndigheter.
- Differensiering (Porter) gjennom integrerte systemer for dual-use. KSAT-delen fokuserer på bakketjenester for polene, med global nettverk for datanedlasting og maritim overvåking. (Space Norway er statlig eid, utvikler arktisk satellittinfrastruktur som HEOSAT for bredbånd. Ikke børsnotert, men støtter KSAT og norsk rompolitikk).

2. Oppskyting

- Rocket Lab (RKLB): Selskap som tilbyr småsatellitt-oppskytninger med Electron-raketten og utvikler Neutron for større laster. End-to-end tilbyder av rakettoppskytning.
 - Lavkost-lanseringer for kommersielle og offentlige kunder, med vertikal integrasjon (design, produksjon og lansering). Skaper ubestridte markeder for hyppige, responsive lanseringer (Blue Ocean).
- Boeing (BA): Amerikansk gigant med space-divisjon som bygger SLS-raketten for NASA.
 - Kontrakter for store lanseringer og bemannede misjoner (Starliner), supplert med militære applikasjoner. Utfordres av private aktører (kreativ destruksjon), men opprettholder posisjon gjennom statlige partnerskap.
- Firefly (FLY): Amerikansk selskap med Alpha-raketten for mindre laster og Blue Ghost-landingsfartøy.

- Hyppig oppskytninger og måne-tjenester, med fokus på kostnadseffektivitet. Starter med nisjer (Christensen) og skalerer via læring (Wrights lov).

3. Satellittkonstellasjoner

- AST SpaceMobile (ASTS): Amerikansk selskap som bygger LEO-konstellasjon for direkte mobiltilkobling.
 - Satellittbasert bredbånd til standardtelefoner, med flere store partnerskap som med Vodafone. Nytt marked for global dekning uten jordbasert infrastruktur, utnytter frekvensknapphet.
- Iridium (IRDM): Amerikansk selskap med LEO-konstellasjon for global kommunikasjon.
 - Satellitttelefoner og data-tjenester for områder med dårlig dekning, med militære applikasjoner.
- EchoStar (SATS): Amerikansk selskap med GEO- og LEO-satellitter via HughesNet.
 - Bredbånd og video, med fokus på nettverk i områder uten tilstrekkelig dekning i dag.: Utfordrer tradisjonelle telco ved å bypass lokal fiber.

4. Tjenester basert på *Se, Lytte og Prate*

- Planet Labs (PL): Amerikansk selskap med LEO-satellitter for kontinuerlig overvåkning av jorden.
 - Selger jordobservasjonsdata til landbruk, stater og næringsliv. Skaper nye markeder for hyppig, lavkost-overvåking (Blue Ocean).
- Spire (SPIR): Amerikansk selskap med satellitter for værdata og maritim sporing.

- *Data-as-a-service* for prediksjon og logistikk. Billige nanosatellitter, kalt cubesats, disrupter tradisjonelle sensorer (Christensen).

5. Datasentre i verdensrommet

Ingen direkte børsnoterte selskaper dominerer ennå, men noen indirekte relaterte.

- AST SpaceMobile og EchoStar har potensial for data-prosessering i verdensrommet via AI-integrasjon. SpaceX sine planer (privat) driver trenden, men offentlige selskaper som L3Harris (LHX) bidrar med støtteteknologi. Alle de andre aktørene som er nevnt blir sentrale i denne utviklingen også, særlig kanskje *rugged AI computing* gjennom OneStopSystems (OSS) og solcelleteknologi fra Redwire og ASTI.

6. Utforskning

- Intuitive Machines (LUNR): Amerikansk selskap med månelandere (Odysseus).
 - Kommersielle månetjenester for NASA og private, inkludert frakt av nyttelast. Lavkost-alternativ til tradisjonelle oppdrag.
- Virgin Galactic (SPCE): Amerikansk selskap for romturisme og forskning.
 - Selger billetter for reiser og bruker fly for vitenskapelige nyttelast. Nytt marked (Blue ocean) for kommersiell romturisme.

Hvem er på den skumle siden av X-kurven? Gamle Telco mister sin historiske prisingsmakt og LEO-selskaper som ASTS og EchoStar disrupter lokale fiber/mobil-nettverk (Christensen).

Space Economy: Innovasjonstype vs Modenhet

	Disruptiv innovasjon (lavkost, ny marked)	Sustaining innovasjon (forbedring av eksisterende)
Høy modenhet (lavkost via læring)	ASTS (LEO-cellular: disrupter telco, masseprodusert).	BA (GEO-satellitter: forbedret eksisterende, moden tech).
Lav modenhet (høye kostnader, tidlig fase)	LUNR (lunar landers: disrupter utforskning, tidlig fase).	LMT (forsvars-satellitter: forbedrer statlige systemer, høye kostnader).

Space Economy: Blue Ocean vs Dual-Use Potensial (eksempler)

	Rødt Hav (høy konkurranse)	Blått Hav (ubestridt)
Høy dual-use (begge)	IRDM (kommunikasjon: sivil + militær, høy rivalisering).	Plant Labs (PL) (EO-sensing: miljø + forsvar, nytt hyppig data-marked).
Lav dual-use (kun sivil eller militær)	RKLB (launch: primært kommersiell, konkurranseintensivt).	SPCE (romturisme: vitenskapelig fokus, lite konkurranse).

Rammeverk for *Modern defence*

Modern defence kan forstås som en ny fase i militær strategi og teknologi, der asymmetri, autonomi, kostnadseffektivitet og dual-use står langt mer sentralt enn før.

Det handler mindre om å vinne gjennom de største og dyreste plattformene alene, og mer om å kombinere intelligente, billige og skalerbare systemer på tvers av luft, hav, land, rom og cyber.

Det er dette som nå former slagmarken. Billige droner utfordrer kostbare våpensystemer. Autonome enheter kan operere i svermer. AI brukes til analyse og beslutningsstøtte. Cyber blir minst like viktig som fysisk pansring. Skillet mellom sivil og militær teknologi blir mindre tydelig.

Ukraina-krigen har gjort denne utviklingen synlig for alle. Der ser vi hvordan billige, masseproduserte droner kan utfordre langt dyrere plattformer, og hvordan tilgang på software, kommunikasjon, sensorer og forsyningskjeder er helt avgjørende.

Dette rammeverket kategoriserer selskaper og teknologier innen *modern defence* med særlig vekt på droner i luft og hav. Utgangspunktet er en verdikjedeinndeling inspirert av Porters logikk, der vi ser på komponenter, integrasjon, operasjoner og støttelag som del av ett samlet system. Målet er ikke bare å beskrive enkeltselskaper, men å forstå hvordan de passer inn i et bredere økosystem av sensorer, plattformer, software, logistikk og sikkerhet.

Overordnet kategorisering

Verdikjeden i *modern defence* kan grovt deles inn i 5 hovedkategorier.

Den første er oppstrømsleddet, altså komponenter og materialer. Her finner vi råmaterialer, sensorer, batterier, fremdriftssystemer, elektronikk og halvledere. Dette er de grunnleggende byggsteinene i droner og autonome systemer. Det er også her mange av de største sårbarhetene i forsyningskjeden ligger, særlig når produksjon av batterier, sjeldne materialer eller kritiske sensorer er geografisk konsentrert.

Den andre kategorien er design, produksjon og integrasjon. Dette er mellomlaget der plattformene faktisk bygges. Her utvikles selve dronene, de ubemannede fartøyene

og modulene som gjør dem operative. Dette handler ikke bare om hardware, men om hvor raskt og billig systemene kan bygges, tilpasses og settes sammen til en funksjonell løsning.

Den tredje kategorien er operasjoner og tjenester. Her flytter vi oss fra plattformen til bruken. Det handler om autonomi, kommando og kontroll, svermlogikk, vedlikehold, dataflyt og systemer som binder enhetene sammen. I denne delen av verdikjeden ligger mye av den virkelige differensieringen, fordi data og software ofte avgjør hvor effektiv en plattform faktisk blir.

Den fjerde kategorien er *dual-use*-applikasjoner. Dette er området der sivil og militær bruk glir over i hverandre. Kommersiell droneteknologi, logistikksoftware, sensorer og autonome systemer kan med relativt små tilpasninger få militær verdi. Dette gjør sivile markeder til en stadig viktigere motor for innovasjon også i forsvarssektoren.

Den femte kategorien er økosystemstøtte. Her finner vi logistikk, cyberbeskyttelse, interoperabilitet, anti-dronesystemer og annen infrastruktur som gjør helheten robust. Når forsyningskjeder blir mer sårbare og motstanderen også bruker autonome systemer, blir dette støttelaget stadig viktigere.

Hvorfor denne inndelingen?

Denne måten å dele opp *modern defence* på er nyttig fordi den viser at den nye forsvarsøkonomien ikke bare handler om å eie selve plattformen. Verdien kan like gjerne ligge i sensoren, batteriet, software, kontrollsystemet eller logistikken rundt. En drone er ikke bare en drone. Den er et system av systemer, og dens verdi bestemmes av hvor godt disse lagene fungerer sammen.

Det betyr også at man må tenke bredere når man analyserer selskaper i sektoren. Noen vinner på å levere komponentene alle andre trenger. Andre vinner på å bygge plattformene. Noen skaper verdi i software og autonomi. Andre igjen bygger vollgraver gjennom logistikk, sikkerhet eller regulatorisk tilpasning.

Anvendelse av teori i rammeverket

Schumpeters teori om kreativ destruksjon er særlig relevant i *modern defence* fordi nye, billige og fleksible systemer nå utfordrer gamle og kostbare paradigmer. Droner og autonome systemer gjør ikke nødvendigvis alt bedre enn tradisjonelle plattformer, men de kan være gode nok til en langt lavere kostnad. Når det skjer i stor skala, begynner den gamle logikken å slå sprekker. Dette ser vi tydelig når billige UAV-er og maritime droner presser dyrere og mer tradisjonelle våpensystemer.

Porters fem krefter hjelper oss å forstå konkurransen i markedet. Rivaliseringen er høy, både mellom stormakter og mellom selskapene. Nye aktører kan komme raskt inn i enkelte nisjer, særlig der software og modulbasert design senker inngangsbarrierene. Samtidig er leverandørmakten stor i deler av kjeden, spesielt der kritiske komponenter er konsentrert hos få produsenter. Dermed blir kontroll over forsyningskjeder og tilgang til nøkkelkomponenter en viktig del av konkurransebildet.

Blue Ocean er relevant fordi mange av de mest interessante mulighetene i *modern defence* oppstår i grenselandet mellom sivil og militær bruk. Modulære fartøy, dual-use-sensorer og hybride systemer kan åpne markeder som ikke følger den tradisjonelle forsvarsindustriens spilleregler. Noen av de mest spennende løsningene er nettopp de som ikke konkurrerer frontalt med gårsdagens våpen, men som skaper et nytt handlingsrom.

Christensens teori om disruptiv innovasjon hjelper oss å forstå hvorfor billige UAV-er, USV-er og UUV-er kan bli så kraftfulle. De begynner ofte i nisjer som rekognosering, overvåking eller logistikk, der kravene til ytelse er lavere enn i de mest prestisjetunge plattformene. Deretter forbedres de raskt, og plutselig er de gode nok til å ta langt større roller. Det er akkurat slik mange av dagens droneløsninger har beveget seg fra støttefunksjon til kjernekapabilitet.

Wrights lov er kanskje enda viktigere i *modern defence* enn mange tidligere har trodd. Når produksjonsvolumene øker, faller kostnadene, og læringen bygger seg opp i hele

verdikjeden. Dette gjelder alt fra selve droneplattformen til sensorer, batterier og fremdriftssystemer. I et marked der volum og tempo blir stadig viktigere, kan slike læringskurver bli avgjørende.

Til slutt kan vi ikke glemme *flywheels*. Flere produserte enheter gir mer operativ bruk. Mer operativ bruk gir mer data. Mer data gir bedre software, bedre autonomi og mer effektiv integrasjon. Det gjør igjen systemene mer attraktive, både militært og sivilt, og skaper grunnlag for enda større produksjon.

Postcards From The Future

Modern Defence: Innovasjonstype vs Modenhet

	Disruptiv innovasjon (lavkost, ny marked)	Sustaining innovasjon (forbedring av eksisterende)
Høy modenhet (lavkost via læring)	Høy Modenhet UAV-swarms (f.eks. Ukraina DIY-droner: masseprodusert, disrupter tanks).	Tradisjonelle USV (f.eks. Sea Hunter: forbedret ubåt-jakt, moden tech).
Lav modenhet (høye kostnader, tidlig fase)	Modenhet AI-integrerte USV (f.eks. M.A.K.: stealth-disrupter, tidlig 2026).	Crewed-uncrewed teaming (f.eks. Airbus HTeaming: forbedrer helikoptre).

Modern defence: Blue Ocean vs Dual-Use Potensial (eksempler)

	Rødt Hav (høy konkurranse)	Blått Hav (ubestridt)
Høy dual-use (begge)	Kommersiell UAV (f.eks. DJI: sivil + militær, høy rivalisering).	Modulære USV (f.eks. Pioneer: offshore + forsvar, nytt marked).
Lav dual-use (kun sivil eller militær)	UAV (f.eks. Reaper: primært forsvar, konkurranseintensivt).	UUV (f.eks. REMUS: vitenskapelig fokus, lite konkurranse).

11.0 Space og Modern Defence i symbiose

Space economy er en hel industri i rask vekst, bygget rundt alt som skaper verdi gjennom bruk, utforskning og utnyttelse av rommet. Det spenner fra raketter og satellitter til data, kommunikasjon, jordobservasjon og infrastruktur på bakken. Det som tidligere var et lukket statlig prosjekt, er blitt en økonomisk sfære med private selskaper, industrielle læringskurver og stadig sterkere kommersiell logikk.

Denne økonomien består av flere lag. På bakken finner vi antenner, kontrollsentre og jordstasjoner som holder kontakten med rommet. Deretter kommer oppskytningen, selve inngangsporten til bane. Over dette ligger satellittkonstellasjonene i LEO, MEO og GEO, som hver fyller ulike roller. Så kommer tjenestene som bygges oppå infrastrukturen, det vi har beskrevet som å se, lytte og prate. Videre ser vi konturene av nye lag, som databehandling i bane og mer ambisiøs utforskning av Månen og Mars. Til sammen utgjør dette et nytt infrastrukturlag rundt jorden.

At *space economy* vokser så raskt, kan forklares med flere klassiske teorier.

Schumpeter hjelper oss å se hvordan ny teknologi river ned gamle modeller.

Christensen forklarer hvorfor disrupsjon ofte starter i små nisjer før den plutselig skalerer. Porter viser hvordan konkurransen endres når nye aktører kommer inn og gamle moats svekkes. Wrights lov forklarer hvorfor kostnadene faller når produksjonen øker. Og svinghjulseffekten viser hvordan hver forbedring i systemet forsterker den neste. Flere oppskytninger gir mer læring. Mer læring gir lavere kostnader. Lavere kostnader gir flere satellitter, bedre tjenester og flere kunder.

Den samme logikken finner vi i *modern defence*. Også her er verden i ferd med å endre seg. Forsvar handler ikke lenger bare om store plattformer, tunge systemer og dyre enkeltanskaffelser. I økende grad handler det om smarte, billige og skalerbare løsninger. Droner i luft og hav er blitt det tydeligste tegnet på dette skiftet. Små, autonome eller halvautonome systemer kan i mange situasjoner utfordre langt dyrere og mer tradisjonelle våpenplattformer. Krigføring blir mer distribuert, mer datadrevet og langt mer asymmetrisk.

Verdikjeden i droneøkosystemet følger et tydelig mønster. Først kommer komponentene, som sensorer, batterier og elektronikk. Deretter kommer design, produksjon og integrasjon av plattformene. Til slutt kommer operasjonene, der autonomi, kommando, kontroll og dataflyt avgjør hvor effektivt systemet faktisk blir. Rundt dette ligger et støttelag av logistikk, cyberbeskyttelse og interoperabilitet. Også her er *dual-use* avgjørende. Teknologi utviklet for sivile markeder, fra logistikk til sensorer og programvare, tas raskt inn i militære systemer fordi den ofte er billigere, bedre og lettere å skalere.

Det er derfor *space economy* og *modern defence* i økende grad må forstås som to sider av samme utvikling. Satellitter som er bygget for kommersiell kommunikasjon, kan brukes til robust kommando og kontroll i konflikt. Jordobservasjon som nyttig for klima, landbruk og logistikk, kan også brukes til overvåking og situasjonsforståelse. Navigasjon og timing som holder finanssystemer og kraftnett i gang, er de samme funksjonene som moderne militære operasjoner er avhengige av. Havdroner og

luftdroner blir sterkere når de kobles til rombasert kommunikasjon. Rommet gjør forsvaret mer distribuert, og forsvaret gjør rommet mer strategisk.

I en norsk sammenheng er denne symbiosen særlig viktig og tydelig. Arktis og nordområdene gjør at satellitter, jordstasjoner, maritime systemer og ubemannede plattformer får verdi både sivilt og militært. Overvåking av hav, miljø og trafikk kan gli over i sikkerhet og beredskap. Det som ser ut som sivil infrastruktur, kan i praksis være en strategisk ressurs.

Men denne utviklingen kommer ikke uten friksjon. Frekvenser er en knapp ressurs. Forsyningskjeder er sårbare. Geopolitisk avhengighet i komponenter og produksjon kan bli et problem. Og jo mer autonomien øker, desto mer presser også de etiske spørsmålene seg frem. Hvem kontrollerer infrastrukturen. Hvem eier dataene? Hvem bestemmer hvordan teknologien brukes når skillet mellom sivil og militært blir stadig mer uklart?

Det er likevel vanskelig å overse retningen. *Space economy* og *modern defence* er ikke lenger separate sfærer. De smelter sammen til et nytt system der innovasjon, sikkerhet og industriell kapasitet forsterker hverandre. Raketter, satellitter, droner, sensorer og AI er byggesteiner i en ny arkitektur for både verdiskaping og makt.

Det er dette som gjør utviklingen så viktig. Vi ser ikke bare fremveksten av nye selskaper og nye markeder. Vi ser fremveksten av et nytt infrastrukturlag rundt jorden, der kommunikasjon, navigasjon, overvåking, autonomi og forsvar i økende grad blir del av den samme helheten.

Og kanskje er det nettopp dette som er det viktigste poenget. Fremtiden vil ikke være delt mellom rom og jord, mellom sivilt og militært, mellom økonomi og sikkerhet. Fremtiden vil i stadig større grad ligge i skjæringspunktene mellom dem.

Takk for tiden.

Vi sees i fremtiden 😊

