maj-2022



Data, edge och cloud

Analys och förslag till strategi för Sverige

Teknikföretagen

RI.SE

Data, edge och cloud –
Analys och förslag till strategi för Sverige

Innehållsförteckning

1. Sammanfattning ... 3
2. Syfte, bakgrund och fakta ... 4
2.1 Avgränsningar ... 6
3. Observationer och förutsättningar ... 7
3.1 Data, edge och cloud är världspolitik ... 7
3.2 Legala och regulatoriska aspekter ... 9
3.3 Standarder ... 10
4. Användare av data-, edge- och cloud-tjänster och deras utmaningar ... 11
4.1 Svensk industri ... 11
4.2 Små och medelstora företag ... 14
4.3 Offentlig sektor ... 15
4.4 Utmaningar och lösningar för användare av molntjänster ... 17
5. Leverantörsekosystemen för data, edge och cloud ... 19
6. EU landskapet och EU-satsningar ... 22
6.1 EU:s datastrategi ... 22
6.2 EU:s industriallians för data, moln och edge ... 22
7. Roll och målbild för Sverige i det internationella data, edge och cloud ekosystemet ... 27
8. Strategi, analys och rekommendationer ... 28
9. Metod för projektet ... 30
10. Källförteckning ... 31

1. Sammanfattning

Betydelsen av data ökar konstant i världen. Data skapar konkurrenskraft och bearbetningen av den ökar värdet i produkter och tjänster, och ger förutsättningar för en hållbar, resilient och välfärdsökande samhällsutveckling. De stora nationerna och blocken som Kina, USA och EU gör enorma satsningar för att utveckla och ta ledning i kampen om dataherraväldet. I denna kamp ställs olika samhällsystem med sina värderingar mot varandra. I Europas ligger fokus på individen och vi har infört lagstiftning och regleringar som skyddar individens integritet. Samtidigt finns globala intressen för att lagring och bearbetning av data sker under cybersäkra förutsättningar där olika aktörers integritet, äganderätt och tillgänglighet till data balanseras mot varandra.

Bearbetning och lagring av data sker idag i huvudsak i molnet (”Cloud”-begreppet används i den här rapporten) genom användande av olika molntjänster som idag i de flesta fall levereras av stora amerikanska plattformsleverantörer. Var den fysiska bearbetningen eller datalagringen sker är många gånger okänt. Oavsett var detta sker så anser amerikanska myndigheter att amerikansk lagstiftning gäller för de amerikanska plattformarna, vilket har skapat en hel del osäkerhet både inom näringslivet och offentlig sektor i Sverige och Europa där vi anser oss riskera att inte ha full kontroll på våra data. Frågan är upp på högsta politiska nivå i både USA och Europa. Samtidigt finns en tendens till inlåsningseffekter eftersom portabiliteten mellan plattformar är en utmaning.

Situationen har lett till reaktioner över Europa. I Sverige har 35 svenska myndigheter tagit initiativ till att specificera och upphandla ett alternativ – en kommunikations- och samarbetsplattform som inte lyder under amerikansk lag. Liknade initiativ finns i Tyskland och Frankrike. EU positionerar sig också mot både Kina och USA genom en datastrategi kopplad till flera forskningsprogram, inrättande av dataspaces för handel av data som kopplas till tjänsteplattformen Gaia-X och inte minst genom skapandet av en industriallians för data, edge och Cloud.

För att lösa dessa utmaningar kring att europeiska och svenska organisationer vill ha full kontroll på sin data och inte riskera att den utlämnas till någon icke europeisk myndighet finns ett antal vägar framåt som behöver jobbas på parallellt.

1. Det finns europeiska alternativ som behöver stöd för att kunna utvecklas och växa till stora och bra alternativ till de amerikanska och kinesiska plattformarna/molnleverantörerna.
2. Om möjligt hitta lösningar som gör att europeiska data kan hanteras under europeisk lagstiftning trots att de lagras och bearbetas på amerikanska plattformar. Lösningarna kan vara juridiska överenskommelser eller ändrade affärsupplägg för tjänsteleverantörerna.
3. Arbeta med att utveckla och införa standarder, open source-lösningar och öppna API:er som möjliggör portabilitet mellan olika plattformar och som också öppnar upp för konkurrens, hindrar inlåsning och främjar suveränitet.

Det finns en stark trend till att marknaden går mot s.k. edge-lösningar där bearbetning och lagring sker allt längre ut i nätet, i närmare anslutning till de platser där data genereras eller ska användas. Det finns flera anledningar till denna trend såsom ökad integritet och att begränsa överföringar i nätet. Edge-lösningar skulle också kunna öppna upp för nya tjänster och nya affärsmodeller, som potentiellt skulle kunna passa svenska företag.

I Sverige finns en lång erfarenhet av databearbetning och dataplattformar med stora företag som är avancerade användare av de senaste lösningarna. Vi rekommenderar för området data, edge och cloud att vi gemensamt exploaterar våra förutsättningar, att vi jobbar aktivt med att ta fram en strategi, att vi deltar aktivt på EU-arenan och jobbar för standarder, går med i EU:s industriallians så att vi kan påverka inifrån – och samtidigt se till att IPCEI- (Important Projects of Common European Interest) -användningen används med större urskiljning. Vi bör också delta i högre utsträckning i EU-projektet Gaia-X för att utröna om det är den lösning våra tjänsteföretag behöver.

För att göra allt detta krävs stora investeringar men också samverkan mellan industri, akademi, institut och offentlig sektor där vi tillsammans utvecklar Sveriges position, och säkrar vår förmåga till ett konkurrenskraftigt näringsliv och en effektiv medborgartjänande offentlig sektor.

2. Syfte, bakgrund och fakta

Denna rapport syftar till att göra en analys av ”data, edge och cloud”-området ur ett svenskt perspektiv. Rapporten ska tjäna som underlag för ett strategiskt förhållningssätt och beaktar de förutsättningar som Sverige, svenskt näringsliv och svensk offentlig sektor har. Rapporten har initierats av Teknikföretagen tillsammans med RISE som observerat den strategiska betydelsen av data, cloud och edge-området för Sverige samt EU kommissionens prioriteringar och initiativ inom området. Betydelsen för EU har blivit än tydligare genom den europeiska industriallians som startas inom data, edge and cloud.

Under 2021 använde 75% av de svenska företagen molntjänster, vilket gör att Sverige tillsammans med Finland ligger i topp i Europa. Användningen har ökat år från år med följd att svenska företag och svensk offentlig sektor ökat sitt beroende av molnbaserade tjänster och plattformar. Med ökat molnberoende är det av högsta vikt att data hanteras på ett säkert och vederhäftigt sätt och inte görs tillgängligt till andra än de som har rättigheter, vare sig det är avsiktligt eller oavsiktligt.

Flera svenska myndigheter har på senare tid höjt ett varningens finger kring att amerikansk lagstiftning som FISA och Cloud Act kan innebära att svensk personrelaterad data i vissa situationer kan göras tillgänglig för amerikanska myndigheter. Flera svenska myndigheter (ESAM-eSamverkansprogrammet) har därmed själva valt att agera för att specificera och handla upp alternativa lösningar för en sammanhållen kommunikations- och samarbetsplattform. Även EU har agerat både med GDPR-lagstiftning och framtagande av speciella kontraktsklausuler (SCC) för att stärka individskyddet och ge möjligheter att enklare få lagstiftningen i kontrakt. EU:s agerande har påverkats av ”Schrems II”, den stämning som österrikaren Max Schrems med GDPR som grund riktat mot Facebook, och som han i stor utsträckning fått rätt i, av såväl Irlands högsta domstol som av CJEU, Court of Justice of the European Union. Fler rättsprocesser är att vänta.

Mängden data som skapas och vikten av data ökar kontinuerligt i Sverige så väl som på global basis. Den gamla devisen ”Den med mest eller bäst data vinner” kan åter dammas av i den geoekonomiska kamp vi nu beskådar. De stora blocken satsar enorma resurser för att ta frontpositionen i denna kraftmätning. EU:s insatser har hittills varit lovvärda, men dock långsamma och blygsamma jämfört med Kina och USA. EU har identifierat både data och digitalisering som något som ska genomsyra alla initiativ. Därtill har en datastrategi antagits samt stora digitaliseringsfokuserade program i form av DIGITAL, Horizon Europe och Common European data spaces. Dessutom har en industriallians bildats för ”industrial data, edge and cloud” (där Sverige som nation kan bli medlem, liksom svenska företag). Likväl kan man ifrågasätta om EU:s satsningar inom området data, edge och cloud är tillräckliga och välriktade.

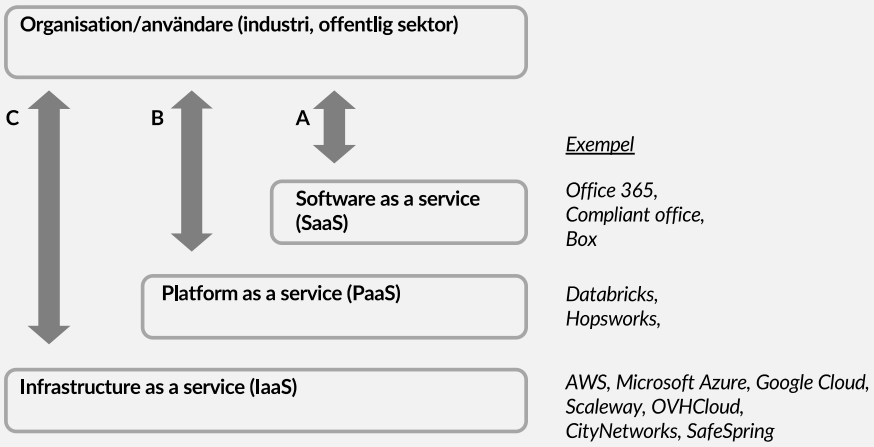
Målgruppen för denna rapport är ledare inom industri och offentlig sektor som använder data, strateger och säkerhetsansvariga inom industri och offentlig sektor, politiker och tjänstemän inom Regeringskansliet, företag som använder data som resurs och företag som vill engagera sig i industri-allianser samt individer som är allmänt intresserade av betydelsen av data för samhällets utveckling.

Rapportens ambition är att ge en introduktion till området och tydliggöra väsentliga aspekter som bör beaktas. Syftet är i korthet att göra en analys av ”data, edge och cloud”-området ur ett svenskt perspektiv. Rapporten ska tjäna som underlag för ett strategiskt förhållningssätt och beaktar de förutsättningar som Sverige, svensk industri och svensk offentlig sektor har inom området. För att realisera syftet inkluderar rapporten en översiktlig belysning av de utmaningar som finns inom industri och offentlig sektor till följd av allt större beroendet av data tillika vikten av att hantera data på ett säkert sätt. Vidare beskrivs de ekosystem som finns för data, edge och cloud, och de olika

roller som ingår i dessa komplexa nät av aktörer och infrastrukturer. Rapporten belyser även satsningar som görs över Europa inom området data, edge och cloud.

Fakta: Grundbeskrivning av Cloud, Edge och Data

Cloud, på svenska ”moln” eller ”datormoln”, är en teknik för att vid behov och på kommando lagra och bearbeta data utanför den egna datormiljön. I rapporten används termerna synonymt. Man skiljer på tjänstekategorierna IaaS, PaaS och SaaS – Infrastructure-, Platform-, respektive Software-as-a-Service. De cloudbaserade tjänster som många använder i vardagen - som Spotify, Facebook, Microsoft 365, Teams och Google Mail – är SaaS-tjänster som lagrar och bearbetar data centraliserat, i en mängd stora datorhallar världen runt. Flera företag, såsom Amazon, Google och Microsoft men även europeiska leverantörer, tillhandahåller IaaS och PaaS-tjänster för vem som helst att driva cloudtjänster. Termen cloud myntades redan 1993 som begrepp för distribuerad databehandling. Idag är innebörden av ikonen med ett stiliserat moln välkänt för snart sagt alla datoranvändare. Denna rapport fokuserar primärt på IaaS och PaaS, inte på SaaS. Se vidare denna marknadsanalys, och dokumentet European CloudEdge Technology Investment.

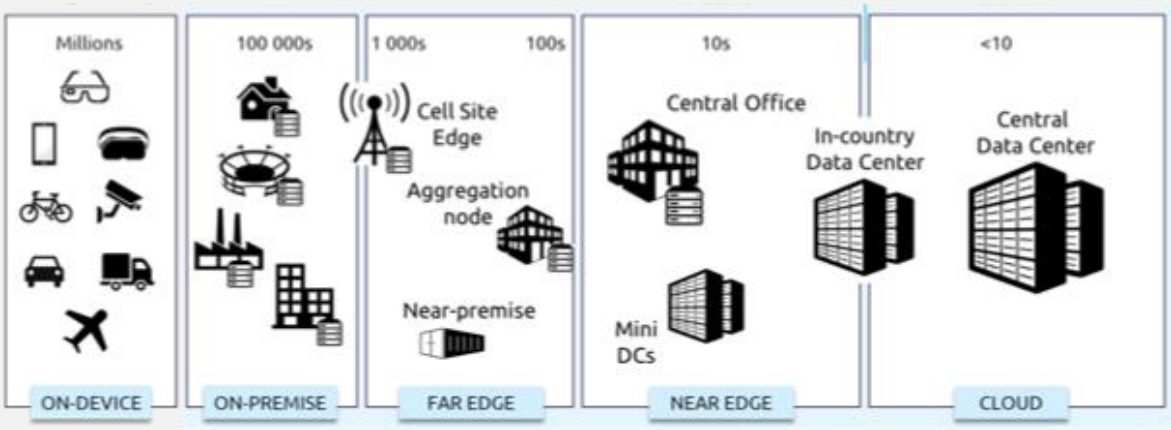


Figur: Grundläggande kategorier av cloud-tjänster. I fallet A (SaaS) hanteras data av SaaS-leverantören och användaren kan därmed nyttja tjänsten. I fallet B (PaaS) driftsätter användaren data genom att ladda upp denna och tillhörande applikationsmjukvara till en plattformstjänst. I fallet C (IaaS) driftsätter användaren data genom att ladda upp den och applikationsmjukvaran till beräknings- och lagringsresurser.

En viktig orsak till att molntjänster används av såväl företag som aktörer i offentlig sektor är att de kan sänka kostnaden och tidsåtgången jämfört med att bygga egna system, samtidigt som de erbjuder hög driftsäkerhet och flexibilitet. Nackdelarna är främst sämre kontroll över dataintrång och juridiska frågor kring vem som har rätt till den data som finns i datormolnen. Att man inte vet var data lagras fysiskt kan också vara en nackdel.

Edge, ett ord som saknar etablerad svensk översättning, är en teknik etablerad i slutet av 1990-talet som i korthet går ut på att se till så att lagring och bearbetning av data sker så nära datakällan som möjligt innan den skickas vidare. Det gör att operationer kan utföras snabbare – så nära realtid som möjligt. Samtidigt minskar tekniken behovet att flytta stora mängder data, vilket gör att bandbredden i systemet används mer optimalt. Dessutom kan säkerheten ökas då det är lättare att bibehålla datas integritet på korta avstånd. Personrelaterade data kan med edgeteknik hanteras lokalt, i nätets utkant – edge - och skickas vidare till molnet aggregerad och anonymiserad, vilket förbättrar integriteten.

Cloud och edge är kompletterande tekniker där data från edgenoden ofta krypteras innan den skickas till molnet. Ett exempel är självkörande bilar där en stor mängd tidskritiska operationer sker lokalt i bilen samtidigt som den är uppkopplad med kryptering mot molntjänster för tjänster som kräver större datakapacitet. Edgeteknik används även i 5G-system för att se till så att databearbetningsförmågan distribueras så nära behoven som möjligt.



Figur: Spektrumet av placeringar av edge och cloud datacenter och deras multipliciteter inom ett land (en leverantör har typiskt färre än 10 centrala cloud-datacenter per land, medan antalet edge-datacenter kan variera mellan 10 och 1000). Bilden är hämtad från "European industrial technology roadmap for the next generation cloud-edge offering".

Med **data** menar vi i detta sammanhang sådan data som företag, offentlig sektor och privatpersoner använder i tillämpningar där cloud- och edgetjänster utnyttjas eller kan utnyttjas. En utmaning är att termen data används i flera olika betydelser i olika sammanhang. Data kan exempelvis avse informationselement som kan delas men också ska skyddas. I regler och lagar definieras här olika roller som dataägare, data controller och dataprocessor. Data kan också ingå i termer som ”data spaces” (datautrymmen), som oftast avser en IT-lösning där data hanteras och delas av samarbetspartner. En tredje betydelse är i begrepp som datainfrastruktur, där man ibland menar tjänster som lagrar hanterar och processar data – i praktiken alla plattformar och infrastrukturer eftersom alla digitala tjänster på något sätt innehåller data. Här blir termen datainfrastruktur nära synonym med cloud-infrastruktur.

2.1 Avgränsningar

I denna rapport tar vi oss an infrastruktur- och plattformsnivå med tjänster och data men fokus ligger inte på slutanvändartjänster.
Med data menar vi i denna rapport sådana datamängder som näringsliv, offentlig sektor eller privatpersoner kan välja att lagra eller bearbeta med hjälp av moln- eller edge-tjänster. Rapporten belyser ett svenskt perspektiv där Sverige är en del av ett internationellt sammanhang.

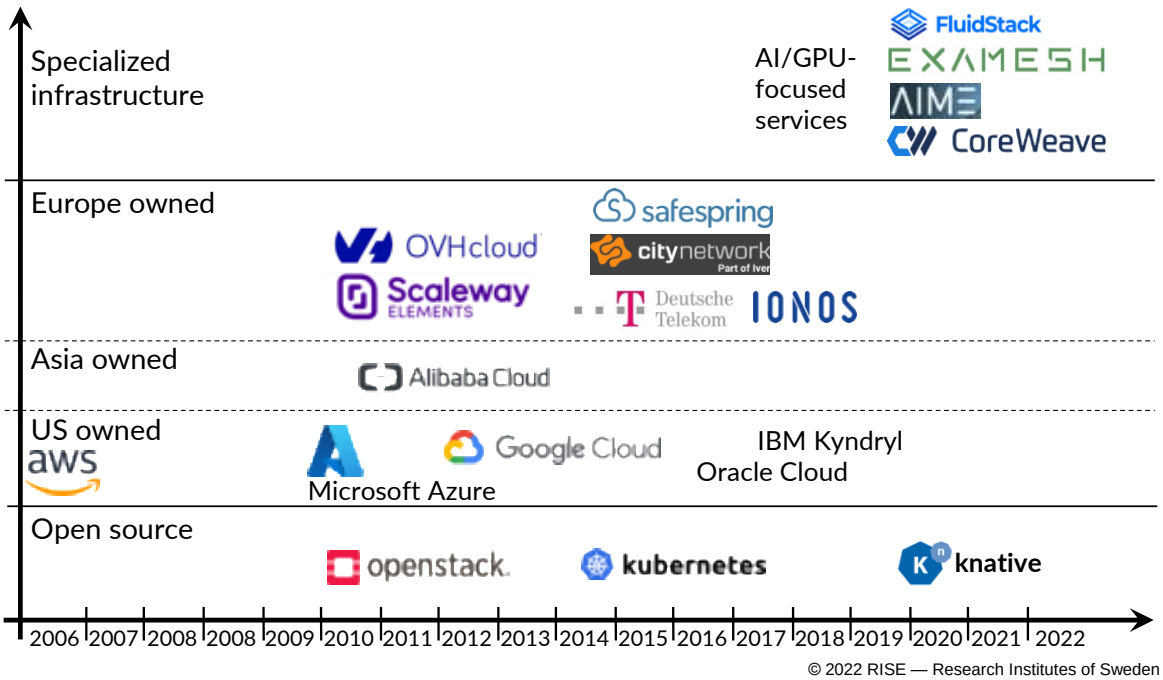
3. Observationer och förutsättningar

3.1 Data, edge och cloud är världspolitik

Tiden vi nu lever i är ytterst intressant. Flera stora frågor, som säkerhet, klimat, välfärd och rivalitet mellan olika samhällssystem, ligger på bordet och kommer sannolikt att avgöras de närmaste 10–15 åren. Digitalisering med AI och dataanalys är kanske det kraftigaste verktyg som står till buds i denna globala maktkamp. Om digitalisering är det kraftfulla vapnet så är data den effektiva ammunitionen.

Situationen som uppkommit har gett upphov till storskaliga satsningar från alla de stora nationerna eller blocken för att ta täten i kampen för att styra AI-utvecklingen och äga data. De största programmen är deklarerade från Kina med höga ambitioner att bli världsledande inom AI till år 2030 och dito inom digitalisering till år 2045. Även USA har höga ambitioner om än även den ledande positionen att försvara. Amerikanska röster höjs för att ytterligare satsningar, förutom de 50 BUSD för halvledare och avancerad teknologiutveckling som ingår i The American Jobs Plan, behöver göras för att vara konkurrenskraftiga. Europas respons har varit något saktfärdigare där de stora programmen som DIGITAL och Horizon Europe haft svårare att göra avtryck. Utvecklingen har kantats av svårigheter då 27 medlemsstater ska enas om vägen framåt – denna väg har hittills präglats av regulatoriska spår med etiska förtecken. Det har därtill saknats en ”sense of urgency” i Europa. Endast inom halvledarområdet märks ett visst uppvaknande, vilket till stor del är ett svar på den bristsituation som rått under de senaste åren med stängda fabriker och långa kostsamma förseningar som följd.

Intressant är att det i dataområdet möts tre olika värdesystem med olika värdegrunder som präglar de stora nationerna eller blocken. I Kina är det staten som bestämmer och hanterar data och persondata efter vad som är bra för staten. I USA är företagen starka och de samlar data om alla användare till den grad att de snart vet mer om oss än vi vet själva. I Europa har individintressen varit i centrum, med regulatoriska krav kopplade till integritet och etiska förtecken. När dessa tre värdesystem möts på en öppen marknad segrar sannolikt systemet som möjliggör mest och bäst kvalitetsdata. Oroande är kanske att Kina redan idag är den nation som genererar mest data i världen. Strävan efter strategisk autonomi kan i praktiken påverka utkomsten i denna kamp.



Figur: De första cloud-tjänsterna etablerades kring år 2006, och från år 2010 kan man säga att denna marknad exploderat. Den amerikanska dominansen är stor men långt ifrån total.

Marknaden för cloud-tjänster har utvecklats sedan ungefär 2006 (se figur ovan). Den domineras nära nog totalt av 3 amerikanska leverantörer - Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure och Google Cloud Platform - i fråga om affärsvolym, geografisk räckvidd, kapacitet och bredd i tjänsteutbudet. Dessa leverantörer har drivits fram av en stark inhemsk efterfrågan, men också av interna behov hos Amazon, Microsoft och Google.

Det är viktigt att notera att det finns ett stort antal etablerade europeiska leverantörer såsom OVHcloud (Frankrike), Scaleway (Frankrike), Ionos (Tyskland) och CityNetwork (UK/Sverige). Dessa aktörer har ett underläge givet en mindre marknad och ett mindre tjänsteutbud. De erbjuder istället datasäkerhet och regelefterlevnad som sina unika konkurrensfördelar. Som jämförelse har Kina ett mindre antal leverantörer, tex Alibaba Cloud, Tencent Cloud, Huawei Cloud.

Bredden på tjänsteutbudet är en stor skillnad mellan de tre stora amerikanska leverantörerna och den övriga marknaden. Figuren nedan visar en summering av antalet tjänster. Med tjänst menas här t.ex. datalagring, virtuell maskin eller container för applikationer, AI/ML-verktyg, men även högre lagers funktioner som bildigenkänning och mjukvaruhantering. Observera att slutanvändartjänster, t.ex. Microsoft Office 365, Teams, Google Mail inte finns med i denna analys.

	Services	Sites US/Americas	Sites Europe	Sites Asia/ME
Azure	176	8	7	7
AWS	130	6	6	10
GoogleCloud	115	11	6	11
AlibabaCloud	102	2	2	21
OVH	25	3	5	2
Scaleway	16		3	
Ionos	11	2	5	
CityNetworks	11	1	3	2

© 2022 RISE — Research Institutes of Sweden

Figur: Antalet cloud-tjänster och geografiska orter

Tabellen innehåller även antalet geografiska platser (engelska ”sites”) där datacenter med utrustning för datalagring och beräkningskraft finns. Marknaden för cloud-leverantörer är global. Nästan alla aktörer (även europeiska och asiatiska) har närvaro på alla världens kontinenter.

Att erbjuda många tjänster ger en fördel eftersom användarorganisationens applikationsutvecklare kan få ett mer komplett stöd, en ”one-stop-shop”. Dock gäller för flera leverantörer att alla tjänster inte finns tillgängliga i alla geografiska platser. Vissa tjänster sträcker sig ända ner till hårdvarunivå, både amerikanska och europeiska leverantörer erbjuder acceleratorer (GPUer) för användning i AI/ML-applikationer. Sådan hårdvara har relativt kort livstid, då teknikutvecklingen går mycket fort. Det är värdefullt för användare att få tillgång till den senaste tekniken i en cloud-modell i stället för att göra en egen investering som måste skrivas av på kort tid. Figuren visar att det finns ett flertal mindre cloud-leverantörer som specialiserar sig just på GPU-as-a-Service för AI/ML-applikationer.

Då de amerikanska leverantörerna har fler än 100 tjänster, så ligger den största europeiska leverantören OVHCloud, på ca 25. Det sägs ibland att den europeiska strategin är att kombinationen av ett helt ekosystem av olika leverantörer ska motsvara helheten hos en one-stop-shop-leverantör. En sådan federationstanke ligger bakom arkitekturen i Gaia-X (som inte avser bygga egen ny infrastruktur, utan knyta ihop befintliga tjänster). Det har dock ännu inte visat sig att komplexiteten i ekosystem-integration går att hantera i större skala, så det kvarstår arbete för att få denna strategi att fungera i praktiken.

Ett intressant jämförande exempel kan vara att titta på den största asiatiska leverantören Alibaba Cloud, som har ca 100 tjänster och har lyckats att i stort sett komma i kapp de amerikanska spelarnas utbud. Detta har så klart skett genom en centraliserad investeringsstrategi.

Det är också viktigt att förstå skillnader i investeringsnivåer och serverkapacitet i leverantörsekosystemet. Ofta publicerar företagen inte konkreta siffror, så uppskattningar måste göras. Det finns estimat som säger att AWS totalt har 5-7 miljoner servrar i sina datacenter. Jämförelsevis uppgavs OVHcloud (den största europeiska leverantören) år 2021 ha 300 000 servrar. Google Cloud tillkännagav nyligen att de, enbart i Tyskland, ska investera en miljard dollar till 2030.

Att definiera edge-tjänster som ett marknadssegment är inte lätt; är det nytt eller är det en om-märkning av en befintlig marknad. Content Distribution Network (CDN) -tjänster är ett etablerat användningsfall för distribuerad infrastruktur sedan många år, AWS har haft en sådan tjänst under lång tid. Andra leverantörer, t.ex. Cloudflare och Akamai, började med CDN och expanderar nu till edge-tjänster.

3.2 Legala och regulatoriska aspekter

Organisationer som använder cloud- och edge-tjänster måste följa lagar och regler för hantering av personliga data, och även i övrigt arbeta med säkerhet för affärskritiska data. GDPR är den reglering inom EU som beskriver vad som krävs för att hantera personliga data, till exempel vad som gäller för överföring av data till länder utanför EU.

Cloud-leverantörer (amerikanska såväl som europeiska och asiatiska) har datacenter inom EU, se tabellen i Figur 2. Organisationer som använder cloud-tjänster kan alltså välja att lagra data och köra applikationer inom EU, och i flera fall inom ett visst land. Dock är det så att för riskbedömning och regelefterlevnad är det ägandet av cloud-leverantören som är avgörande, inte den geografiska placeringen. Detta grundar sig i att t.ex. den amerikanska lagstiftningen (US Cloud Act och FISA) är skriven så att amerikanska myndigheter kan få tillgång till data i amerikansk-ägda leverantörers utrustning oavsett var de är placerade geografiskt.

En annan viktig faktor är att cloud-leverantörer i sitt interna drift- och underhållsarbete, kommer åt kundernas data över landsgränser, t.ex. när teknisk personal ska övervaka och felsöka datalagringstjänster, så kan data bli synlig utanför ett lands gränser, även om data lagras inom landet. Det har diskuterats om detta ska betraktas som en överföring från landet, och EDPB/EDPS (som är en instans inom EU som bedömer efterlevnad av GDPR) har dragit slutsatsen att sådant underhållsarbete ska betraktas som överföring. Därmed blir detta en blockerande faktor för att använda cloud-tjänster som driftas och övervakas av personal utanför EU. Liknande slutsatser har dragits i svenska studier, där fokus också har lagts vid vilken säkerhet leverantörer kan ge vid databehandlings-fasen (”data in use”), en fas som finns jämte datalagring (”data at rest”) och dataöverföring (”data in transit”).

Ytterligare utmaningar uppstår när en hel kedja av underleverantörer finns i bilden, t.ex. när en applikation använder cloud-plattforms-komponenter, som i sin tur körs i cloud-infrastruktur, ibland olika infrastrukturs-leverantörer för olika plattformskomponenter. Då måste den organisation som är ytterst ansvarig för datasäkerhet och regelefterlevnad, göra en analys av alla dessa steg, något som kan vara komplext och tidskrävande. Om öppen mjukvara används ökar denna komplexitet än mer.

De amerikanska cloudleverantörerna arbetar aktivt inom dessa områden för att möjliggöra användning inom EU, t.ex. när det gäller drifts- och underhållsarbetet av datatjänster. De amerikanska cloudleverantörerna har även gjort sina mjukvarulösningar tillgängliga för EU-ägda leverantörsbolag, så att deras APIer och gränssnitt kan etableras utanför deras egna datacenter.

3.3 Standarder

Det finns i nuläget inga standarder för cloud-infrastruktur och -plattformar. Även om det finns open source-mjukvara i flera områden, så ser ofta hanterings-APIer och användarhantering olika ut, dessutom används inte samma open source-komponenter av alla leverantörer. Det betyder att portabilitet, dvs att flytta applikationer och data mellan olika leverantörer, är svårt och dyrt. Detta är mycket olikt situationen i andra områden, t.ex.: 1) inom Internet-nät och tjänster, där protokoll-standarderna HTTP, TCP och IP gör det möjligt att komma åt web-tjänster från alla webbläsare, genom alla nät, till alla webbservrar, 2) inom datorprocessorer, där instruktionsuppsättnings-standarden x86 gör att mjukvara kan utvecklas och köras i alla datorer, och 3) inom mobila telekomnät, där systemstandarden för 3G/4G/5G gör det möjligt att koppla upp olika mobiltelefoner till olika nät och koppla ihop olika leverantörers utrustning inom ett nät.

Det blir allt vanligare att större organisationer samtidigt använder cloud-infrastruktur och plattformar från flera olika leverantörer. Denna situation uppkommer ofta eftersom applikationsutvecklings-team i olika delar av organisationen ofta gör olika val utan koordination. Denna komplexa situation kallas ”multi-cloud” och har blivit ett område där verktyg och konsulttjänster utvecklas, med fokus på att sammanfatta användning och kostnader, men inte riktigt lösa portabilitetsproblemet. Multi-cloud är inte bara negativt utan också ett sätt att förhindra beroende av en leverantör (”single source”, ”lock-in”).

Standardiseringsorganisationer har hittills definierat portabilitet och den närbesläktade termen interoperabilitet för applikationer och data. Beskrivningar finns också kring ”federation” av tjänster, dvs hur flera olika tjänster kan användas med gemensamma stödfunktioner, t.ex. identifiering, åtkomst och tillit. Exempel på arkitekturer för federation är det europeiska Gaia-X och liknande från amerikanska NIST. Det är viktigt att notera att dessa arkitekturer beskriver användning av flera olika tjänster men adresserar inte det grundläggande problemet kring portabilitet och interoperabilitet mellan liknande tjänster från olika leverantörer.

En standard i cloud-området skulle vara mer komplex än t.ex. ett kommunikationsprotokoll. Det finns API-, dataformat-, open source- och protokoll-aspekter men även SLA-aspekter, dvs under vilka förutsättningar och överenskommelser som tjänsten levereras. Det bör noteras att standardisering genom att endast peka på en viss open-source-implementation har nackdelen att man blir helt beroende av ett projekt och dess licensvillkor. En robust standard bör tillåta interoperabilitet mellan oberoende implementationer (vilket har varit strategin inom Internet-standardisering). Resonemang kring dessa aspekter förs fram av forumet Euclidia, som skapades som en utbrytning från Gaia-X.

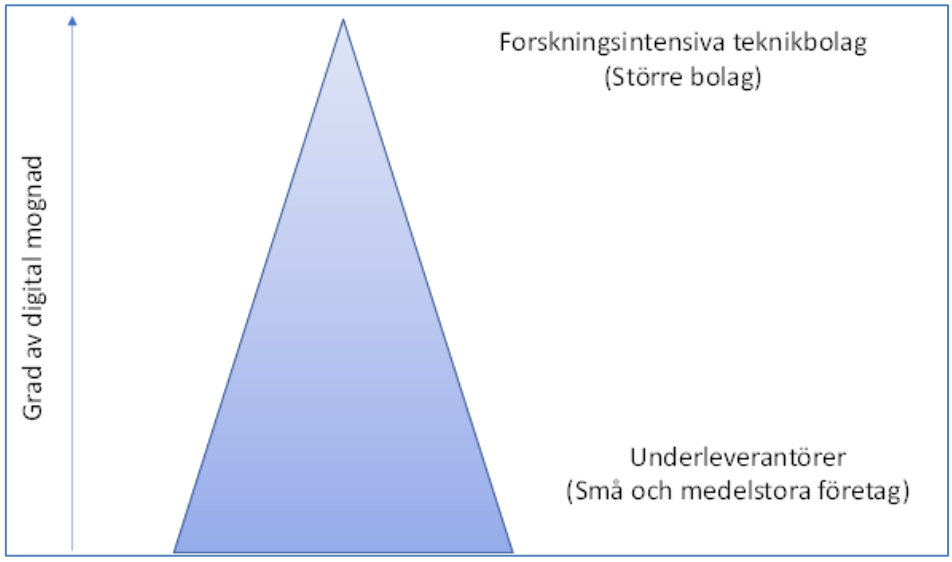
Ett argument som ofta framförs mot standardisering är att det skulle hindra innovation och differentiering. Det är viktigt att förstå att de över 100 tjänster som t.ex. de amerikanska leverantörerna erbjuder, har mycket olika karaktär vad avser mognad och innovation. En del tjänster är mogna och stabila, dvs inte föremål för innovation och differentiering; det är dessa som skulle kunna standardiseras. Andra tjänster är nya och ändras fort; dessa skulle man vänta med att standardisera.

En global standard skulle underlätta portabilitet, förenkla hantering av ”multi-cloud”, och även stärka de europeiska leverantörerna i den globala marknaden. Den fragmenterade situationen i Europa, med många leverantörer för liknande tjänster skulle bli lättare att hantera för användare om den inte bara var federerad utan också tillät portabilitet. Genom att enas om en standardiserad grund/infrastruktur/plattform kan innovation främjas på ovanliggande lager. Likadant kan öppna gränssnitt möjliggöra en modulär arkitektur där mindre och mer specialiserade leverantörer kan konkurrera och därmed driva på innovation även inom dessa områden.

4. Användare av data-, edge- och cloud-tjänster och deras utmaningar

4.1 Svensk industri

Att beskriva status i implementeringen av applikationer baserade på cloud, edge och data inom industrin i Sverige är en utmaning. En bakomliggande orsak är nämligen att det är en påtaglig snedfördelning i användningen. Det större forskningsintensiva teknikbolagen som ABB, Ericsson, Volvo, Saab och Scania investerar årligen stora resurser på ovannämnda områden och ser detta som en integrerad del i sin verksamhet. Exempelvis stod 10 bolag för ca 65 procent av alla FoU-investeringar i artificiell intelligens (AI) under 2021. Dessa bolag formerar på så sätt en illustrativ spjutspets på en pyramid av teknikutveckling. Basen av pyramiden är dock påtagligt större och utgörs i huvudsak av mindre och medelstora företag med en lägre grad av digital mognad. Däremellan finns en gråskala med många medelstora företag som experimenterar och utvecklar - men som inte kan mäta sig med toppbolagen. Givetvis finns det även mindre och medelstora industriföretag som ligger långt framme vad gäller tekniklösningar för cloud, edge och data men bilden är likväl tydlig. (Se figur)

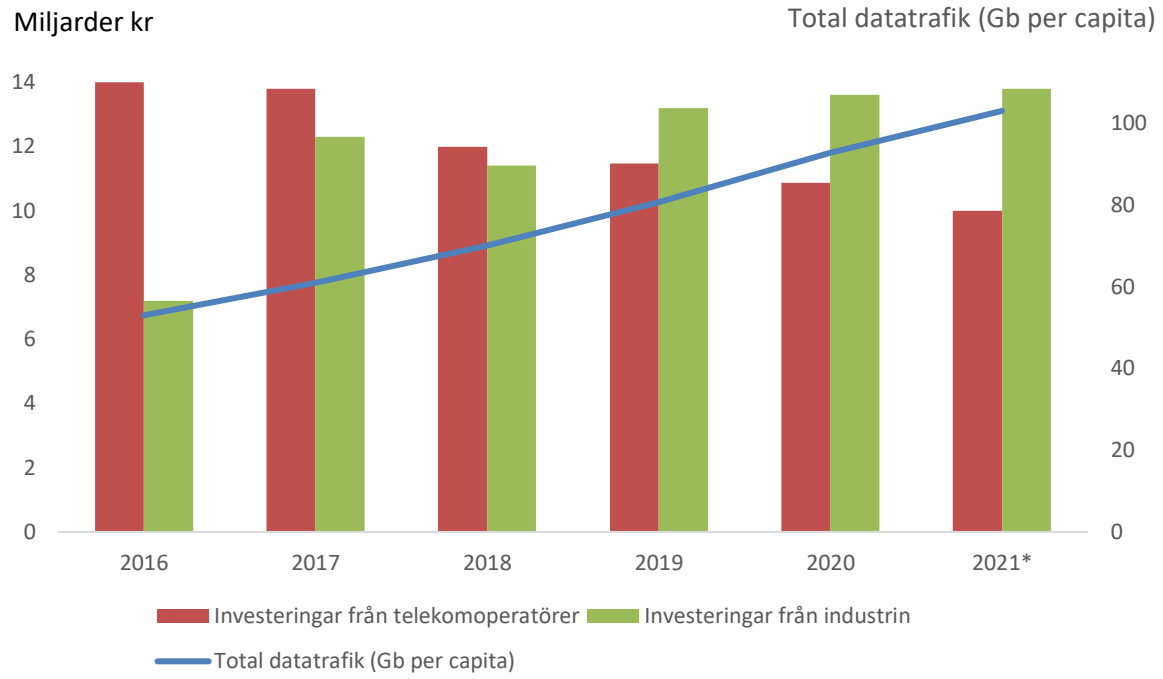


Figur: Schematisk fördelning av digital mognad bland industriföretag i Sverige, 2022

Digitaliseringen har pågått inom industrin sedan 1960-talet. Via automatisering, datorisering och robotstyrning till alltmer smart uppkopplad produktion. Här har cloud, edge och data blivit centrala element. Data har trendmässigt vuxit i betydelse för företagen i och med att tillgångar digitaliserats. Från att i genomsnitt ha utgjort drygt 20 procent av ett företags värde 1970 så uppskattas idag data representera i storleksordningen 85 procent av de samlade tillgångarna.

I nuläget växer mängden överförd data i Sverige med ca 10 gigabyte per capita på årsbasis, vilket innebär att det i genomsnitt överförs i storleksordningen ca 100 gigabyte per capita på de svenska delarna av Internet (IP-trafik). Ca 90 procent av trafiken går över de fasta bredbandsnäten. För att denna utveckling ska vara hållbar investerar telekomoperatörer på årsbasis, ca 10-12 miljarder kr med syfte att expandera och uppgradera de underliggande elektroniska kommunikationsnäten. Huvuddelen, Ca 9-10 miljarder går till optisk fiber medan mobilnätens del är påtagligt mindre (ca 1-2 miljarder). Telekomoperatörernas investeringar ger en bra grundplåt. Utöver detta kommer även de ansträngningar som görs av molntjänstleverantörer (så som Amazon, Google och MS-Azure) och andra aktörer som hanterar exempelvis datacenters. Sammantaget är det således relativt stora summor som investeras.

Som komplement till de infrastrukturella investeringarna gör också industrin sina egna investeringar i digitalisering. På årlig basis allokeras ca 14 miljarder kr till området varav ca 1 miljard kr består av leasing av telekomutrustning. Drygt hälften av resurserna (7,5 miljarder kr) dediceras uteslutande för mjukvara.



SCB, 2022 samt Cisco, 2019. * = Estimat från Teknikföretagen.

Figur: Utgifter för digitalisering från telekomoperatörer och industrin (exklusive leasing) samt överförd digital trafik i Sverige, 2016-2021

Just mjukvara är värt att fästa extra uppmärksamhet på. Det totala antalet årsverken som investeras i mjukvaruutveckling inom industrin uppgår till över 5 300, varav 70 procent klassas som ”investering”, det vill säga det nedlagda arbetet ses som en tillgång som har ett värde i verksamheten under en längre tid och som ska ge avkastning i framtiden. Sett över tid har betydelsen av mjukvara ökat för industriföretagen, vilket indikeras av att andelen investeringar ökat med 10 procentenheter mellan år 2018-2020, enligt SCB.

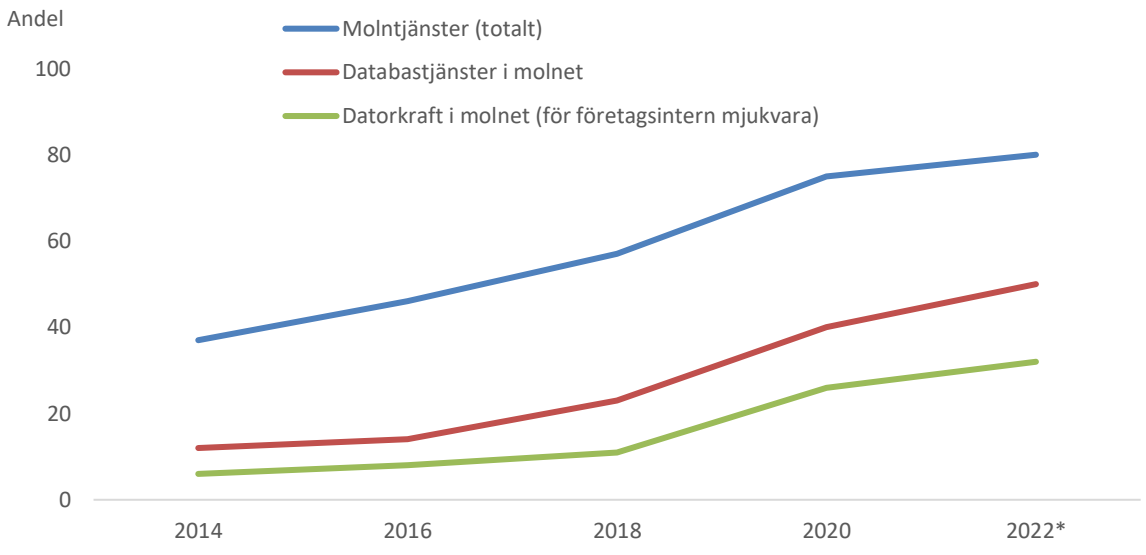
Betydelsen av mjukvara för digitalisering illustreras också av de faktum att ca 35 procent av industriföretagen idag har egen mjukvaruutveckling. Det kan dock noteras att spridningen är stor mellan olika bolag. Bland de högteknologiska industriföretagen är andel med egen mjukvaruutveckling ca 50 procent, och av dessa har 65 procent en fullskalig utveckling ”in house”, det vill säga de framställer programvara från ”ax till limpa”. För nästan 70 procent av dessa företag klassas mjukvaran därtill som ”själen” i de fysiska produkter som produceras, enligt branschorganisationen Swedsoft. Med detta menas att produkternas huvudsakliga värde skapas genom integreringen av mjukvara.

Kontrasten mot ovanstående är stor vid jämförelse av industriföretag med en (relativt sett) lägre teknologisk mognadsnivå. Bland dessa företag uppger mindre än en fjärdedel att de har någon typ av egen mjukvaruutveckling och majoriteten anger att denna verksamhet primärt syftar till att effektivisera befintliga processer. I praktiken innebär det två saker. För det första säljer de (mer eller mindre) inga produkter som är mjukvarubaserade. För det andra är arbetet hos dessa företag inriktat på att utföra inkrementella justeringar och anpassningar av mjukvara (från tredjepartsleverantörer). Sammantaget visar detta enligt Swedsoft på det glapp som finns mellan olika delar av industrin när det kommer till digitalisering.

En angelägen fråga för industrin, med tydlig koppling till cloud, edge och data, har också varit användning av robotar och 3D-printing. I förstnämnda fall har ca 30 procent av industriföretagen robotar installerade och för 3D-printing är motsvarande andel ca 10 procent. Investeringarna är ofta dyra och delvis begränsade i sin användning, varför ökad funktionalitet efterfrågas, exempelvis genom ökad integrering av artificiell intelligens (AI).

Hos industrin i Sverige ses just AI som en nyckelteknologi som i stor utsträckning kan möjliggöra ökad konnektivitet, inte minst genom moln och edge-lösningar samt väsentligt ökat nyttiggörande av data. Kända teknikföretag som ABB, Axis, Atlas Copco, Ericsson, GKN, Saab, Volvo och Scania har redan idag ledande tillämpningar inom AI och ambitioner om att ytterligare expandera inom området för att möjliggöra nya tillämpningar inom sina respektive domäner. För industrin som helhet är dock dessa bolag inte representativa. Bland Teknikföretagens medlemmar är det drygt 7 procent som använder AI för verksamhetsspecifika tillämpningar. Flera företag har genomfört pilotprojekt och riktade informationsinsatser för sina respektive ledningar - men inte tagit steget att integrera tekniken på bred front. Bland de utmaningar som identifierats märks bland annat kompabilitet och kvalitetsbrister i data samt legala risker, något som bland andra Teknikföretagen identifierat.

Även om det, till synes, är långt kvar till en fullt integrerad digitalisering inom hela industrin så har genomslaget snabbt ökat och förväntas fortsätta i samma riktning. Tveksamheten som finns kring AI gäller exempelvis inte molnteknik. Ca 75 procent av industriföretagen i Sverige använder idag molnbaserade tjänster i stor utsträckning, vilket är en påtaglig ökning från 2014 då motsvarande andel var under 40 procent. Ökningen är märkbar för ett flertal olika typer av digitala verksamheter och visar inga tecken på att avstanna. Exempelvis har molnbaserade databastjänster ökat från strax över 10 procent 2014 till ca 45 procent 2021. Det samma gäller för datorkraft i syfte att driva företagsintern mjukvara. Här var andelen strax över 5 procent 2014, för att även i detta fall uppgå till ca 45 procent enligt de senast tillgängliga uppgifterna. Planeringsverktyg (ERP) och kundhanteringssystem (CRM) har också i stor utsträckning flyttats till molnbaserade plattformar i syfte att nå ökad tillgänglighet, funktionalitet och snabb uppskalning. Hur data i molntjänsterna hanteras och lagras förefaller dock inte fått samma prioritet, vilket indikeras av att endast ca 15 procent uppger att de avtalat om de serverar de använder ska vara reserverade exklusivt för det egna företaget, vilket enligt SCB är en ökning med drygt 5 procentenheter från 2014.



SCB, 2022. * = Estimat från Teknikföretagen.

Figur: Användning av molntjänster hos industrin i Sverige 2014-2022

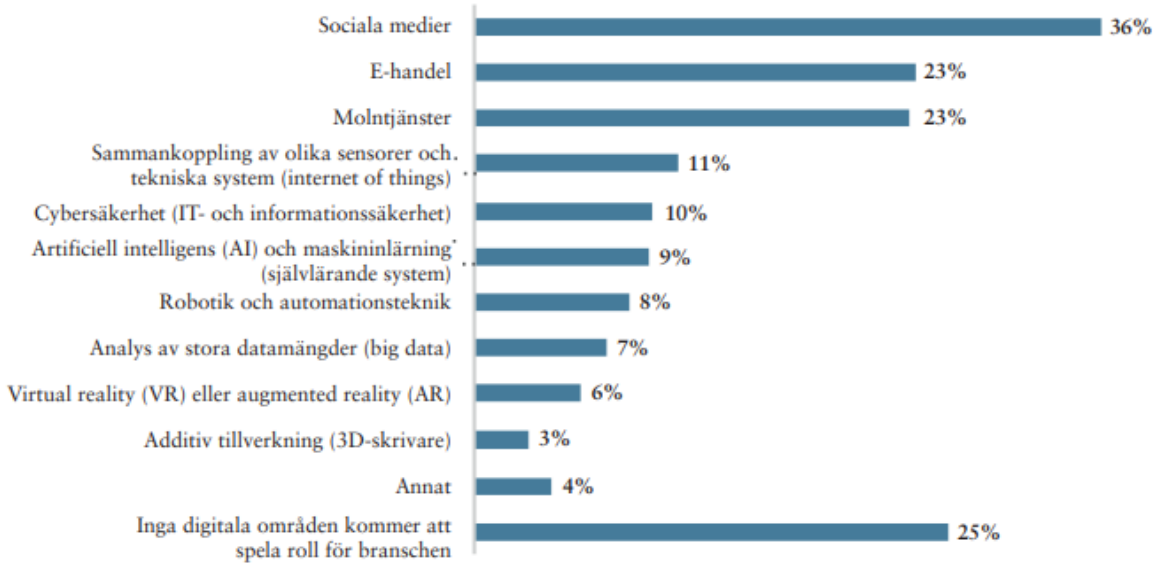
Behovet av molntjänster speglar också den ökade användningen av ”internet of things” (IoT) inom industriföretagen - det vill säga sammankopplade produkter, enheter och system som kan fjärrstyras via internet. Drygt 45 procent av industriföretagen använder idag IoT, vilket är en ökning med nästan 20 procentenheter på årsbasis. För Sverige som helhet växer antalet uppkopplade maskin-till-maskinenheter med drygt 15 procent på årsbasis förväntas nå nästan 58 miljoner enheter vid slutet av 2022. Ca 18 miljoner av dessa enheter är utrustade med dedicerade SIM-kort för uppkoppling mot mobilnäten och generade under 2021, i storleksordningen, 10 000 TB i överförda data. Andelen av den totala stocken som används för industriella applikationer eller i industriella miljöer är växande och uppvisar en mångfacetterad användning. Här återfinns övervakning av produktionsanläggningar, automatisering av produktionsprocesser samt rörelse- och underhållssensorer för att spåra förändringar hos fordon och produkter. Det är också tydligt att dedicerade lösningar för att minska energiförbrukning blivit vanligare. Nästan hälften av industriföretagen använder idag smart styrning av värme och ventilation samt ett digitaliserat arbetsflöde – vilket är en ökning med 20-25 procentenheter i jämförelse med 2014. Siffrorna kommer från Cisco, SCB och PTS.

Trots den ökade volymen av data som genereras återstår fortsatt mycket arbete kring hur data ska förstås och analyseras. Andel företag som övervägt att analysera eller köpa in analys av ”big data” är inom industrin ca 5 procent. För Teknikföretagens medlemmar är dock andelen något högre. Här uppger ca 10 procent av de mindre företagen (färre än 50 anställda) att de bedriver insamling och analys av stora datamängder. För de större företagen är andelen ännu högre, ca 30 procent. Utmaningarna som präglar förståelse och förädling av data är dock många. Det kan bland annat noteras att de datamängder som genereras och aggregeras kommer från många olika källor och har en stor spridning i graden av strukturering. Det samma gäller möjligheten att enkelt göra den tillgänglig via exempelvis API:er. Skillnaderna skapar inlåsning och reella hinder för industrin, inte minst att dra nytta av offentliga tillgängliga data. Utmaningarna kan hänföras till bristande interoperabilitet, såväl tekniskt som juridiskt, organisatoriskt och semantiskt.

4.2 Små och medelstora företag

Utmaningarna kring cloud- och edgetjänster är lika stora för små och medelstora företag (SMF) som för storföretag och offentlig sektor. Dock läggs tyngdpunkten något olika. För de flesta SMF är kostnaden den viktigaste faktorn – i praktiken ofta viktigare än lagar, regler och integritet.
De flesta SMF väljer mellan att bygga egna lösningar eller köpa tjänster från någon av de kommersiella leverantörerna. Ibland landar besluten i en hybrid mellan dessa två val, där egna lösningar – ibland byggda på öppen källkod - används för data som bedöms känsliga, och kommersiella lösningar för data som bedöms vara OK som öppna data.
Egna lösningar har fördelen att företaget behåller kontrollen, eller åtminstone upplever sig behålla kontrollen, över såväl data som kostnaderna samtidigt som riskerna för oönskat dataintrång upplevs som mindre. Dock är de flesta SMF medvetna om att man då inte kan få åtkomst all funktionalitet som de kommersiella aktörerna erbjuder.
Att köpa tjänster från kommersiella aktörer upplevs av SMF som ett dyrare men mer framtidssäkert alternativ, av just skälet att antalet tjänster är större. Huruvida den kommersiella aktören är europeisk eller amerikansk spelar mindre roll för de flesta SMF – huvudsaken är att få tillgång till prisvärda tjänster. Att amerikanska myndigheter har laglig rätt till viss dataåtkomst – något som kan bryta mot GDPR och andra regler – upplevs inte som ett stort problem för SMF. Inte heller risken för att data i kommersiella system skulle bli föremål för industrispionage. SMF litar helt enkelt på att de etablerade leverantörer som finns på marknaden har tillräckligt skydd för data. Huruvida detta beror på okunskap om regelverket, på naivitet eller på något annat torde variera från ett SMF till ett annat.
Noterbart är att knappt en fjärdedel av Sveriges SMF ser molntjänster som något viktigt digitalt område under de närmaste tre åren. En undersökning gjord av Entreprenörskapsforum (”Små och medelstora företags digitala omställning efter pandemin”, Entreprenörskapsforum 2021) visar att SMF ser sociala medier som betydligt viktigare, och e-handel som lika viktigt som molntjänster, se

diagrammet nedan. Av samma undersökning framgår också att 25% av småföretagen inte ser något digitalt område som kommer att ha betydelse för branschen under de kommande tre åren.



Figur: De viktigaste digitala tillämpningsområdena kommande tre år för små och medelstora företag, enligt en undersökning från Entreprenörskapsforum 2021.

4.3 Offentlig sektor

I den senaste undersökningen från år 2021 om länders digitala transformationstakt utförd av ECDC (European Center for Digital Competitiveness) hamnade Sverige på en blygsam position. Undersökningen visar att Sverige ur digitaliseringssynpunkt inte utvecklas lika snabbt som andra länder. En viktig faktor i detta index är offentlig sektors digitalisering och delning av data där Sverige har en hel del utmaningar. En annan faktor är att Sverige trots allt som nation har kommit långt inom digitaliseringen och att länder som börjar från låg nivå av naturliga skäl kan ha högre transformationstakt (inget arv att underhålla), men det är ändå oroande att vi hamnar lägre än länder vi normalt jämför oss med.

En av grunderna för våra utmaningar är den svenska förvaltningsmodellen med 290 autonoma kommuner, 21 autonoma regioner och 341 myndigheter. Det är jämförelsevis med andra länder i Europa väldigt många offentliga organisationer som ska samspela. Effekterna av förvaltningsmodellen blir påtaglig inom komplexa områden som verksamhetssystem, datahantering, digitalisering och effektivisering där just öppenhet, användbarhet och återanvändning av t.ex. myndighetsdata är viktig. Det fragmenterade landskapet blir ett hinder i digitaliseringen, och förstärks av att det inte finns något tydligt centralt mandat i frågan.

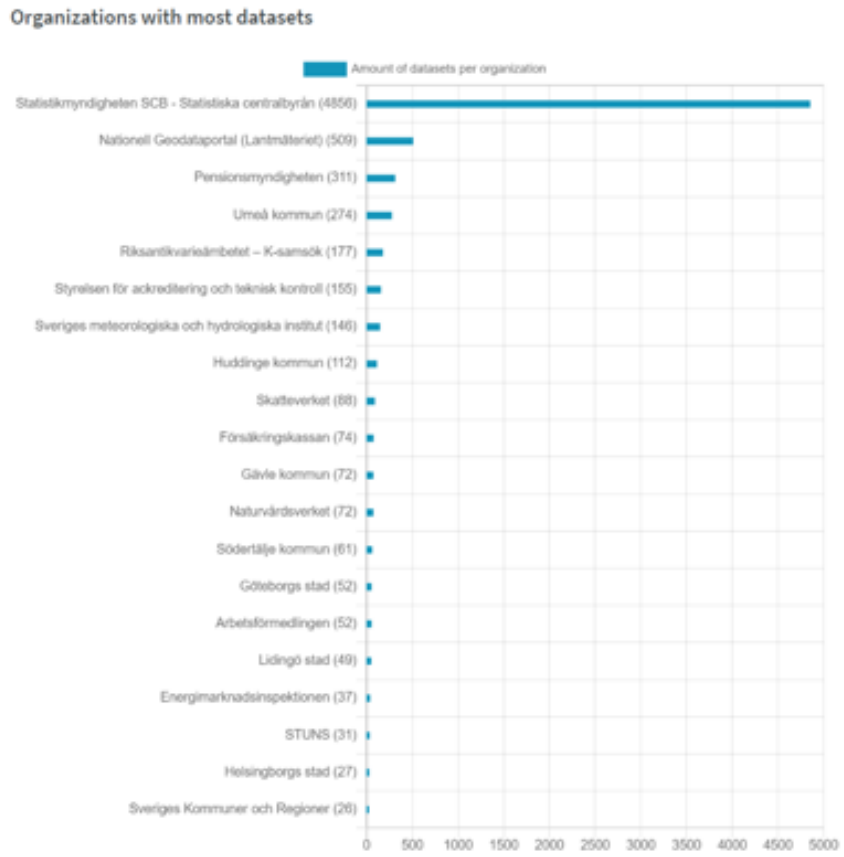
Kommunernas förutsättningar skiljer sig påtagligt åt och det finns inte en gemensam väg framåt utan olika vägar som innebär anpassningar från det utgångsläge en kommun har. Den gemensamma målbilden saknas till stora stycken också och avsaknaden av en gemensam strategi och en gemensam mjuk digital infrastruktur för kommuner och regioner hindrar också utvecklingen. Ytterligare en komplikation är att kommuner och regioner tolkar innebörden av juridiska utslag i cloudfrågan på olika sätt.

De stora satsningarna på digitalisering av offentliga sektor, som efterfrågats av flera myndigheter, har ännu inte kommit till stånd. Motsvarande satsningar sker nu i andra länder – vilket speglas i undersökningen från ECDC - och avsaknaden av dylika satsningarna kan få långtgående konsekvenser för Sverige.

Många kommuner, regioner och myndigheter ser idag problem med att använda sig av molnbaserade lösningar och plattformar från amerikanska företag som lyder under FISA lagstiftningen eller annan amerikansk lagstiftning. Det är liknande problem med andra icke-europeiska plattformar, men i praktiken gäller det huvudsakligen just amerikanska bolag. Bland myndigheterna har personuppgiftsbehandling svävat upp till ytan där det sägs ”Inget annat land ska få avgöra om vi kan få tillgång till vår data”. Därför pågår via ESAM (eSamverkansprogrammet, en sammanslutning av 35 myndigheter) en specificering och så småningom upphandling av alternativa kommunikations- och samarbetstjänster för 150 000 användare där man kan garantera kontroll av personuppgiftsdata. Osäkerheten runt vad som gäller med molnbaserade lösningar bidrar även till minskad digital transformationstakt eftersom en offentlig organisation kan avvakta med beslut om införande av en specifik lösning.

Just de juridiska och säkerhetsmässiga aspekterna är avgörande för kommuner, regioner och myndigheter för att de skall lyckas dra nytta av potentialen i digitalisering. Nästa stora kliv i digitaliseringsresan kommer när vi kan börja tillgängliggöra eller dela data inom organisationen och med externa aktörer, och det kan ske med eller utan restriktioner på tillgången till data beroende på känslighet. Persondata och data som röjer känslig infrastruktur eller annan hemlig information får naturligtvis inte delas som öppna data, men delning av känsliga data kan ändå ha ett mycket högt värde för organisationen själv, för tjänsteleverantörer och för samhället i stort. Här är lagstiftningen ibland ett hinder eftersom många lagar inte är skrivna för digitala tillämpningar. Det finns dessutom tydliga krav från EU på Sverige att vi måste öka datadelning och tillgång till såväl öppna data som data med restriktioner.

Mindre än 20 % av Sveriges kommuner publicerar öppna data enligt nationell standard och som därmed publiceras på Sveriges Nationella data portal https://www.dataportal.se/. På http://psidatakollen.se/ kan man följa i vilken grad offentliga organisationer i Sverige delar data.



Figur: Ex på offentliga organisationers delning av öppen Data 2022-04-12 *Källa:* http://psidatakollen.se/

En allt viktigare förutsättning för innovation och hållbar tillväxt är god tillgång till data. Ökad digitalisering betyder allt större dataflöden och efter en gradvis ökning av datamängder håller ett paradigmskifte på att ske inom offentlig sektor, där data går från att vara en del av en stödverksamhet till att inta en central roll i kärnverksamheten. Utnyttjandet av data spänner över organisationsgränser och olika sektorer.

Regeringen har därför fattat beslut om en nationell datastrategi för att främja datadelning och AI, och riktade regeringsuppdrag för att stärka välfärd, forskning och näringsliv. Målet är att en majoritet av myndigheterna i Sverige ska använda AI för att effektivisera sin verksamhet och förenkla för företag senast år 2025. DIGG har fått i uppdrag att stötta myndigheterna i sitt arbete med att bli bättre på att dela och nyttja data.

Regeringen föreslår en ny lag om den offentliga sektorns tillgängliggörande av data. Lagen genomför Europarlamentets och rådets direktiv (EU) 2019/1024 om öppna data och vidareutnyttjande av information från den offentliga sektorn. Datalagen föreslås träda i kraft i augusti 2022.

4.4 Utmaningar och lösningar för användare av molntjänster

En viktig framgångsfaktor bakom användningen av cloud-tjänster är att applikationsutvecklare i en organisation snabbt och lätt kan få tillgång till beräknings- och lagringsresurser och verktyg i en self-service-modell. Ofta har detta skett mot bakgrund av att organisationens egen IT-avdelning inte kunnat skapa motsvarande erbjudande. I ett senare skede har de befintliga applikationer som IT-avdelningen förvaltar börjat bli föremål för migration från intern infrastruktur till cloud-infrastruktur. De uppkommer blandade scenarier (s.k. ”hybrid cloud”) där befintliga applikationer behålls i intern drift, men tilläggsfunktioner, t.ex. användargränssnitt utvecklas på cloud-infrastruktur.

Generellt har användare dessa typiska utmaningar

- Regelefterlevnad när det gäller datahantering, GDPR och andra säkerhetskrav
- Kostnadskontroll
- Att hänga med i den snabba utvecklingen av cloud-tjänster, att välja mellan att utveckla själv eller använda tjänster
- Att hantera användning av flera tjänste-leverantörer (”multi-cloud”)

I de följande delarna tittar vi närmare på kategorier av organisationer i deras roll som användare av cloud-tjänster.

Tjänsteleverantörer

Exempel på aktörer i denna roll: Spotify, Klarna, (digitala tjänstedelarna av H&M, Ikea, etc)

För dessa digitala tjänster utgörs hela erbjudandet av att applikationer och data körs på någon infrastruktur. I många fall körs applikationen hos en cloud-leverantör. Exempelvis flyttade Spotify över sina applikationer och data år 2016 till Google Cloud och Klarna använder AWS. Det data som genereras i dessa tjänster är affärskritisk och delvis personliga data som ägs av tjänsteleverantören. Personliga data måste hanteras i enlighet med t.ex. GDPR.

Frågan kring kostnadsjämförelse mellan egen infrastruktur och cloud-infrastruktur är viktig; en utredning av konsekvenser för bolags marginal och värdering finns här.

Produktleverantörer

Exempel på aktörer i denna roll: Ericsson, mjukvarubolag

Kärnaffären är här en mjukvara som levereras till en kund och det är denna kund som installerar och driftssätter mjukvaran. Allt oftare väljer kunden att använda cloud-tjänster som infrastruktur när

mjukvara ska driftsättas. Det är alltså kunden som väljer bland t.ex. AWS, Azure, Google Cloud, eller europeiska cloud-leverantörer, inte mjukvaruleverantören. Följden blir att mjukvaruleverantören måste anpassa sin produkt för cloud-drift (“cloud deployment”). Eftersom cloud-leverantörernas gränssnitt är olika (se vidare avsnitt om standardisering), så måste produkt-leverantören göra flera versioner, och ofta välja en delmängd av infrastruktur som stödjs.

När det gäller data-aspekter i detta scenario, så är det ofta så att kunden äger det data som generas i användningen av mjukvaran. Kunden måste kunna fastställa att kombinationen av mjukvaran och den cloud-infrastruktur som används uppfyller GDPR och andra datasäkerhetskrav. Ofta har mjukvaruleverantören rätt att få tillgång till vissa delar av genererade data. Då uppstår ett datadelningsproblem mellan kunderna och leverantören som skapar utmaningar.

Systemintegratörer, IT-tjänstebolag

Exempel på aktörer i denna roll: Afry, TietoEvry, CapGemini

Aktörerna i denna roll har påverkats av cloud-utvecklingen. Tidigare levererades IT-lösningar genom integration och utveckling av mjukvara. Nu implementeras lösningarna med hjälp av cloud-leverantörernas tjänster. IT-integratörerna har fått viktiga roller att ge råd och rekommendationer om cloud-strategi till sina kunder, både när det gäller nya projekt och migration av existerande applikationer till en cloud-infrastruktur. IT-integratörerna kan spela en viktig roll i att stärka europeiska leverantörers position på marknaden.

Telekomoperatörer

Exempel på aktörer i denna roll: Telia, Deutsche Telekom, AT&T

Telekomsektorn kräver en separat analys eftersom telekomoperatörer kan vara både användare och leverantörer av cloud-tjänster.

Telekomoperatörer som leverantörer. Telekomoperatörer har ansetts ha goda förutsättningar att driva och leverera cloud-infrastruktur, särskilt edge-tjänster. Det finns en naturlig teknisk koppling till leverans av telekomnät-tjänster. I praktiken har operatörerna haft svårt att organiskt skapa dessa tjänster. I stället har operatörerna ingått partnerskap med de stora amerikanska cloud-leverantörerna för att erbjuda tjänster till företagskunder.

Många nya företagslösningar, särskilt inom industrisektorerna, inkluderar nätanslutning av industriell utrustning och IoT-enheter. Då uppstår frågan om man ska använda publika telekomnät, 3G, 4G, 5G-mobilnät eller privata WiFi eller IoT-lösningar. Telekomindustrin vill fånga dessa möjligheter genom privata nätlösningar baserade på telekom-standarder (”private networks”). De stora amerikanska cloud-leverantörerna har också sett denna möjlighet växa och har gjort flera förvärv och tjänstelanseringar för att fånga denna marknad.

Dessutom finns en global trend att telekomoperatörer säljer av sina fysiska anläggningstillgångar till specialiserade fastighetsbolag (se vidare avsnitt om leverantörsrollen ”Real-estate and Co-location”). Detta kan göra att operatörernas möjligheter inom edge-tjänster påverkas.

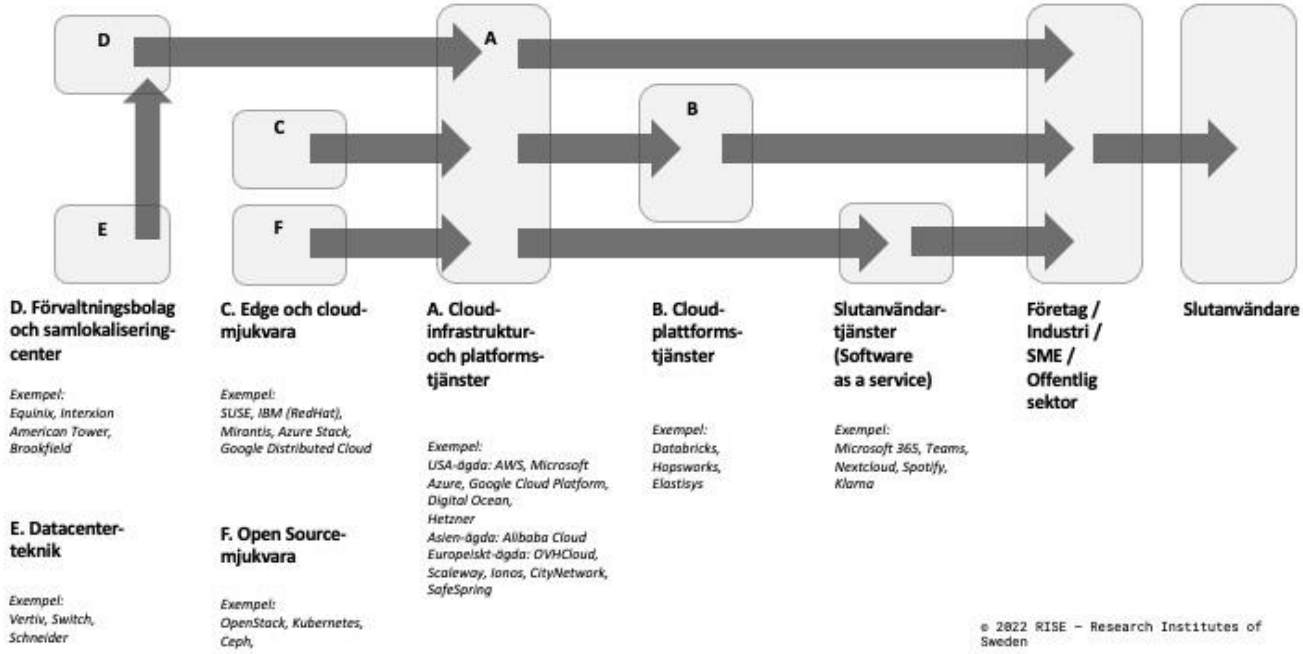
Telekomoperatörer som användare. Telekomsystemen utgörs alltmer av mjukvara som kan driftsättas på cloud-infrastruktur, och då kan operatörerna välja att använda de stora amerikanska cloud-leverantörerna. Detta skapar ett viktigt strategiskt beroende för en samhällskritisk funktion. Det innebär också att datasäkerheten för telekomnät blir föremål för samma utmaningar som annan datahantering, t.ex. regelefterlevnad av GDPR.

Offentlig sektor

Offentlig sektor är en stor och viktig användare av molntjänster men problemställningarna finns beskrivna under kapitel 4.3.

5. Leverantörsekosystemen för data, edge och cloud

Här beskriver vi de huvudsakliga rollerna i leverantörsvärdekedjan samt trender och utmaningar för dessa, se vidare figur.



Figur: Värdekedjan för cloud och edgetjänster

A. Cloud-infrastruktur och plattformstjänster

Exempel på aktörer i denna roll: De stora amerikanska aktörerna (AWS, Microsoft Azure, Google Cloud Platform), stora europeiska aktörer (OVHCloud, Scaleway, Ionos, Deutsche Telekom och andra telekomoperatörer), aktörer baserade i Sverige (CityNetwork, SafeSpring).

Aktörerna i denna roll driver och tillhandahåller de grundläggande lagrings- och beräkningsresurser som kunderna använder för att hantera data och köra applikationer. Det finns tre typiska leveransmodeller, med olika ansvarsfördelning mellan kund och leverantör:

- Delad utrustning som förvaltas i leverantörens datacenter (”public cloud”)
- Kund-specifik utrustning som förvaltas i leverantörens datacenter (”private cloud” eller ”dedicated cloud”)
- ”Managerad” drift av kund-specifik utrustning i kundens datacenter (“managed operations” eller också kallad ”private cloud”)

Det finns en flytande gräns mellan infrastruktur- och plattforms-tjänster. Ofta tar leverantörerna betalt för infrastrukturen medan plattformen är gratis men kopplad till infrastrukturen.

För infrastrukturtjänster finns betydande skalfördelar för stora aktörer. Drift och underhåll av datorsystem i stora datacenter kan automatiseras i stor utsträckning, så att personalkostnader kan slås ut över en stor produktionskapacitet. Kompetensprofilen för denna personal är högst specialiserad och en trång sektor. Dessutom kan de stora aktörerna tillverka egen server- och nätverksutrustning för att skapa ytterligare kostnadsfördelar. För edge-infrastruktur-tjänster är skalfördelarna annorlunda, antalet servrar i varje datacenter är mindre, men det finns fördelar att kunna hantera många datacenter, se vidare rollen ”Real-estate and Co-location” nedan.

Det finns viktiga trender och skeenden i detta segment:

- De amerikanska leverantörerna erbjuder sin mjukvara som fristående lösningar som andra driftsbolag kan använda för att erbjuda tjänster som är kompatibla med leverantörens tjänster, se vidare kapitel om Juridiken.
- De amerikanska leverantörerna har skapat erbjudanden inom nätverksområdet, som kan användas för att bygga privata telekomnätverk och delar av publika telekomnätverk. T.ex. har Microsoft Azure byggt sådana erbjudande med hjälp av företagsköp (Affirmed Networks och Metaswitch).

Det skapar stor ineffektivitet att ha en fragmenterad marknad av infrastruktur-leverantörer. Det krävs avancerad kompetens inom mjukvara, datorsystem och säkerhet för att leverera ett komplett cloud-erbjudande. Denna kompetens är en bristvara på global nivå. En europeisk strategi bör vara att stimulera efterfrågan och stödja tillväxt hos de etablerade kommersiella spelarna. Speciellt kan ett scenario där offentlig sektor försöker etablera egen drift i konkurrens med de etablerade leverantörerna skapa ytterligare utspädning av kompetens.

B. Cloud-plattformstjänster

Exempel på aktörer i denna roll: Databricks, Logical Clocks/Hopsworks, Elastisys, Peltarion

Dessa cloud-tjänsteleverantörer tillhandahåller högre lagers funktioner, t.ex. databehandling, AI/ML-funktionalitet, applikationshantering, och säkerhet, uppe på någon annans infrastruktur.

Det finns två olika leveransmodeller, antingen inkluderas infrastrukturen (och kostnader för denna) i plattforms-erbjudandet, eller så används kundens cloud-infrastruktur. Det är ofta så att inte alla infrastrukturer stöds.

I dessa olika underleverantörs-kedjor ökar svårigheterna för användare att kontrollera hur data hanteras och att säkerställa regelefterlevnad.

C. Edge- och cloudmjukvara

Exempel på aktörer i denna roll: RedHat (uppköpta av IBM), Canonical, Mirantis, Rancher (uppköpta av SUSE), OpenNebula Systems.

Dessa aktörer tillhandahåller mjukvaruprodukter, ofta baserat på open source-projekt, inklusive kommersiell support. Dessa mjukvaruprodukter används av organisationer som vill tillhandahålla infrastruktur och plattformar internt i egen regi.

Exempel i det europeiska landskapet är: den Tysklandsbaserade SUSE (som ägs av EQT) och OpenNebula Systems. De adresserar även edge-cloud-scenarier.

I detta segment, speciellt för edge-cloud-scenarier, går de stora amerikanska molnleverantörerna in med t.ex. Google Distributed Cloud (som är baserat på Google Anthos men utan anslutning till Googles centrala drifts-struktur) och Azure Stack (Azure Stack Hub beskrivs som att den inte behöver anslutning till Microsofts centrala drifts-struktur).

D. Samlokaliseringscenter (Co-location) och Fastighetsförvaltning

Exempel på aktörer i denna roll: Co-location: Equinix, Interxion. Real-estate: Brookfield, American Tower.

Aktörer i denna roll erbjuder golvyta i datacenter och ofta även konnektivitetstjänster. Rollen är speciellt viktigt för edge-tjänster, eftersom utrustning måste driftsättas och förvaltas på ett stort antal platser.

Telekomoperatörer har ofta ansetts ha en fördel inom edge-tjänster, eftersom det i telenäten finns byggnader och anläggningar som kan användas för utrustning i edge-tjänster. Dock finns ett skeende sedan länge att telekom-operatörer (i USA liksom i Sverige och övriga delar av världen) säljer sina anläggningstillgångar till förvaltningsbolag, som specialiserar sig denna typ av anläggningar. Dessa förvaltningsbolag är internationella och drar skalfördelar av att kunna erbjuda golvyta på många platser i flera länder. Detta öppnar upp för stora (tex amerikanska) cloud-leverantörer att rulla ut edge-tjänster på ett stort antal platser i ett internationellt perspektiv.

E. Datacenterteknikleverantörer

Exempel på aktörer i denna roll: Vertiv, Switch, Schneider

När leverantörer av cloud-infrastruktur och samlokaliseringscenter ska bygga nya datacenter, så används specialiserade lösningar för elkraftförsörjning, kylning, installation, logistik, etc. Sådana lösningar levereras av datacenterteknikleverantörer.

Placeringen av nya datacenter påverkas till stor del av kostnader och tillgång till energi, kyla, och markyta. Olika delar av Sverige har lyckats attrahera etablering av datacenter. Detta har skapat intresse och möjligheter kring att skapa ledarskap inom datacenterteknik, som exempelvis RISE ICE i Luleå.

Edge-datacenter är en ytterligare utveckling inom detta område, där energi- och plats-effektivitet blir allt viktigare då antalet datacenter blir större och storleken mindre vilket gör att overhead-kostnader per datacenter blir svårare att fördela.

F. Open Source-mjukvara

I stor utsträckning använder cloud-leverantörer open source-mjukvara för att producera sina tjänster. Exempel är OpenStack, Kubernetes, Knative, Apache Spark, ElasticSearch och olika sorters databaser. I många fall bidrar cloud-leverantörerna till open source-projekten. Men i några uppmärksammade fall har open source-projekt signalerat att de upplevt sig orättvist utnyttjade och därför ändrat licens-villkoren för användande av mjukvaran. Detta har i sin tur lett till en diskussion kring hur användare av cloud-tjänster ska kunna lita långsiktigt på tjänster som baseras på fristående open source-projekt. Det finns exempel där cloud-leverantörer skapat separata versioner (”forks”) av open source-projekt, vilket skapat mycket uppmärksamhet och upprördhet, t.ex. AWS version av ElasticSearch.

Det ska noteras att många cloud-tjänster också är baserade på helt proprietär, sluten, mjukvara, som har unika egenskaper, t.ex. Google Spanner och Azure Cosmos Db.

Användning av open source-mjukvara lyfts ofta fram som en lösning på portabilitet och interoperabilitet inom cloud-tjänster. Dock utgör detta bara en del av lösningen; cloud-tjänster har ofta olika SLAer och tilläggsparametrar som skiljer sig mellan olika leverantörer. Dessutom bör det finnas möjlighet till multipla oberoende implementationer, inte bara enstaka fristående open source-projekt.

Exempel på europeiska open source-projekt: OpenNebula och Sovereign Cloud Stack (SCS).

6. EU landskapet och EU-satsningar

6.1 EU:s datastrategi

EU:s datastrategi från 2020 sätter ramverket för aktiviteter (europeisk lagstiftning och europeiska investeringar i program) med övergripande syfte att säkerställa att EU går i spetsen för ett datadrivet näringsliv och samhälle. Initiativ med förankring i EU:s datastrategi ska främja EU:s inre marknad för data - med utökat dataflöde (bortsett från personuppgifter) mellan aktörer i EU:s medlemsländer.

Kommissionen föreslog, november 2020, nya regler för datahantering genom förordning om dataförvaltning (*European data governance act*) som ska generera ökat förtroende för datadelning, ökad tillgång till data och minska tekniska hinder för dataåteranvändning. Kommissionens förslag till förordningen har hanterats av Europaparlamentet och rådet som nått en informell överenskommelse, därmed väntas det formella antagandet av förordningen ske inom kort (2022).

Kompletterande till förordningen om dataförvaltning är kommissionens förslag till EU:s datalag (vidare; *data act*) från februari 2022, som föreslår harmoniserad lagstiftning gällande tillgång och användning av data. *Data act* syftar till att klargöra vilka som kan få åtkomst till data som genereras i EU samt vilket regelverk som bör gälla för hanteringen.

"While the Data Governance Act, presented in November 2020 and agreed by co-legislators in November 2021, creates the processes and structures to facilitate data sharing by companies, individuals and the public sector, the Data Act clarifies who can create value from data and under which conditions" (European Commission, Data ACT Q&A 2022)

EU:s datastrategi, och förslagen till nya/uppdaterade dataförordningar, bygger i sin tur vidare på redan etablerade policys som bl.a. GDPR, förordning om en ram för det fria flödet av andra data än personuppgifter, EU:s databasdirektiv, Öppna datadirektivet som på olika sätt berör regelverket för europeisk datahantering. Dessutom verkar "data" inom tematiska fält med egna riktlinjer och policys, vilket gör att olika sektorer har olika behov och verkar med olika sekretesspolicys.

Summan av den europeiska policyutvecklingen inom dataområdet ska leda till datastrategins syfte; **att främja EU som global ledare i ett datadrivet samhälle,** och till skillnad från andra europeiskt prioriterade industriområden där "strategisk autonomi" är ett ledord så spelar europeiska lagstiftning en mycket stor roll för den europeiska kritiska massans förmåga att generera tillväxt, i detta fall databaserad tillväxt. Detta eftersom dataområdet inom Europa behöver en modern och harmoniserad lagstiftning som möjliggör dataflöden och värdeskapande. Behovet av harmoniserad datapolicys i Europa kan i sin tur förklara varför EU:s industriallians för data, moln och edge har ett stort fokus på att verka som en konsultationsplattform för europeisk policyutveckling

6.2 EU:s industriallians för data, moln och edge

Under 2021 lanserades EU:s industriallians för industriell data, moln & edge med det övergripande syftet att främja utvecklingen av nästa generations moln- och edge kapacitet/teknik i Europa. Alliansen är en av många europeiska digitaliseringsinitiativ och bygger på EU:s datastrategi från 2020 samt rådets "deklaration för europeisk molnteknik" som undertecknades av samtliga medlemsländer i oktober 2020. Alliansen är tillika ett initiativ som speglar EU:s nya industripolitik där termen "strategisk autonomi" har blivit ett centralt begrepp. Strategisk autonomi i en industriell EU-kontext innebär visionen om att EU i större utsträckning ska bli självförsörjande av känsliga varor/tjänster. Samtliga industriallianser bör avläsas som en integrerad del av EU:s industri-, närings- forsknings- och innovationspolitik och alliansen för data, moln & edge är som nämnt även en integrerad del av EU:s digitala policys. Med anda ord verkar alliansen i ett överlappande europeiskt policy- och finansieringslandskap; svåröverskådligt men potentiellt synergivänligt.

Vilka områden täcks av EU:s industriallianser? Industriallianser finns eller planeras inom följande områden: råvaror, batterier, aktiva substanser för läkemedel, vätgas, halvledare samt moln- och edgeteknik. I skrivande stund undersöker kommissionen även en allians för bärraketer och en allians för nollutsläppsflygplan. Att de områdena har valts ut är en kombination av kommissionens egna beräkningar kring Europas kapacitet (eller brist på självförsörjning) samt påtryckningar från organisationer och medlemsländer.

Vad är industrialliansernas funktion? Allianserna ska utgöra en europeisk samlingspunkt för aktörer, från offentlig och privat sektor, för gemensam utveckling av nya affärspartnerskap och investeringar inom alliansens område. Varje allians sätter upp sina egna branschspecifika målsättningar med tillhörande färdplan för hur målen om ökad europeisk självförsörjning ska uppnås.

Varför behövs en industriallians för data, edge and cloud? Den geopolitiska kontexten, eller behovet av europeisk strategisk autonomi för data, moln och edgeteknik, har dualt fokus och utgår både ifrån ett säkerhetsperspektiv och tillväxtperspektiv. Data har trendmässigt vuxit i betydelse för företag i och med att tillgångar digitaliserats. Från att i genomsnitt ha utgjort drygt 20 procent av ett företags värde 1970 så uppskattas idag data representera i storleksordningen 85 procent av de samlade tillgångarna.

Europa (det europeiska näringslivet och den europeiska medborgaren) använder till stor del digital molninfrastruktur och tech-giganters mjukvarutjänster från framför allt USA. Detta innebär att molntjänster är specificerade av dominerande aktörer utanför europeisk jurisdiktion vilket medför att data från Europa till stor del hanteras och extraheras utanför EU. Att europeiska data koncentreras till icke-europeiska *hot spots* (ex. *Silicon Valley*) innebär att dessa noder (inkl. big tech) har ett teknik- och innovationsövertag mot konkurrenter på den europeiska marknaden. Bland annat eftersom mängden data utgör en kritisk massa för t.ex. algoritmutveckling och att kompetens tenderar att centreras till redan etablerade geografiska tech-noder. Europa har inte lyckats komma i kapp den teknologiska och affärsmässiga övertag som USA har haft sedan 1990 talets digitala utveckling. Kina har å andra sidan etablerat sig som en tech-nation med stark digital (koncentrerad) infrastrukturkapacitet och flera stora globala företag som konkurrerar med amerikansk *tech* på den globala marknaden.

Mot denna bakgrund vill kommissionen främja den europeiska kapaciteten och investeringar inom data/moln/edge. Alliansen kan därmed ses som ett av flera initiativ för att säkerställa att inte den europeiska digitala marknaden halkar efter den utveckling som sker globalt.

Alliansens uppgifter
Kommissionen har beskrivit följande tre huvuduppgifter för alliansen;

- Alliansens medlemmar ska tillsammans **identifiera investeringsmöjligheter** i det europeiska finansieringslandskapet och utföra kartläggningar, marknadsanalyser och föreslå färdplaner för aktiviteter som möjliggör att industriaktörer/medlemsländers data både utvecklas och kan stanna inom Europa.
- Alliansens medlemmar ska tillsammans **erbjuda en plattform för sammankoppling till gemensamma datautrymme i Europa** bl.a genom att samla teknologiska möjligheter för att säkerställa säkra dataflöden.
- Alliansen ska fungera som en **konsultationsplattform,** i synnerhet kopplat till EU:s kommande *”EU Cloud Rulebook”* där alliansen och dess medlemmar förväntas bidra med inspel gällande gemensamma standards. Alliansen ska även fungera som en koordineringsplattform mellan kommissionen och medlemsländerna (medlemsländernas myndigheter) särskilt gällande frågor som berör offentliga upphandlingar och säkerhet av känsligt offentligt data.

Alliansens teknikutmaningar
I samklang med EU:s datastrategi och industristrategi ska alliansen även främja EU:s teknologiska utveckling. Därför har alliansen även pekat ut 9 områden med särskilda teknikutmaningar och behov av investeringar för att främja den europeiska tekniska spetsen;

- *Edge and fog technologies*
- *European sovereign cloud stack*
- *Multi-cloud management services*
- *Swarm computing (empowering edge)*
- *Computing continuum technology*
- *New edge and swarm computing scenarios*
- *Innovative cloud and edge security*
- *Solutions for national public sector cloud*
- *Climate-neutral and energy efficient tech and edge solution for data storage and processing*



De 9 teknikutmaningarna speglar innehållet i rapporten ”European Industrial Technology Roadmap for next generation cloud-edge offering” från maj 2021 som författades av 27 ledande europeiska industriaktörer (bl.a. Ericsson, Nokia, Airbus, Orange). De industriföretag som författat rapporten utgör även basen av medlemmar i alliansen för data, moln och edge. Rapporten ger därmed en samlad bild av de teknikområden som industriföretagen anser kräver strategiska investeringar för att möjliggöra utveckling och implementering av konkurrenskraftiga, säkra och klimatneutrala moln- och edgetjänster på den europeiska marknaden.

Alliansens teknikutmaningar, och förmågan att mobilisera investeringar för att uppnå den övergripande målsättningen om nästa generations cloud- och edgeteknik i EU, innebär att det europeiska finansieringslandskapet blir en viktig komponent för alliansens bärkraft. Att identifiera investeringsmöjligheter är dessutom en huvudprioritering för alliansen, och tittar vi på befintliga europeiska programstrukturer så finns det flera programdelar som kan användas för att främja den europeiska moln- och edge tekniken

Europeiska finansieringslandskapet
Horisont Europa; EU:s ramprogram för forskning och innovation innehåller flertal programdelar som kan länkas till teknikutveckling för data/moln/edge, däribland Ai Data Robotics Partnership som är ett europeiskt partnerskap (Horisont Europa) med övergripande syfte att främja nyttan av AI, data och robotteknik på den europeiska marknaden. Europeiska partnerskap (Horisont) sammanför aktörer från privat sektor med kommissionen och medlemsländer. Signifikativt för partnerskap mellan kommissionen och industriparter *(s.k. public private partnerships)* är fokuset på industriell forskning och förmågan att överföra forskning till marknaden. Kommissionen förväntas investera 1,3 miljarder € i partnerskapet, vilket matchas med 2,6 miljarder € från industripartners fram till 2030. ADRA (Ai, Data, Robotics Association) kan beskrivas som den privata delen av partnerskapet och är en kraftsamling som initierades av BDVA/DAIRO, Claire, Ellis, EurAI och euRobotics.

Digitala Europa; EU:s nya sektorsprogram till programperioden 2021 – 2027, Digitala Europa, och dess första arbetsprogram har ett starkt fokus på artificiell intelligens (AI), moln- och datautrymmen, infrastruktur för kvantkommunikation samt digital kompetens som föranleder bred användning av

digital teknik i det europeiska samhället. Etablering av test- och experimentanläggning (TEF) för Edge AI är ett av ämnena i detta arbetsprogram.

Fonden för ett sammanlänkat Europa (CEF 2) är andra generationens europeiska program för att utveckla och modernisera de transeuropeiska digitala näten; genom stöd till t.ex. 5G, HPC-anslutningen och molninfrastruktur. CEF2 beviljar huvudsakligen två typer av projekt; de som främjar utbyggnad och användning av 5G-nät och de som säkerställer gränsöverskridande europeisk datainfrastruktur.

Europeiska försvarsfonden (EDF) är kommissionens program för att främja en innovativ och konkurrenskraftig försvarsindustri och stöttar bl.a. forskning- och utvecklingsprojekt för säkra digitala system.

Faciliteten för återhämtning och resiliens (RRF) möjliggör reformer och investeringar som ska stimulera den europeiska ekonomins återhämtning från Coivd19. Kommissionen förutsätter att medlemsländers nationella återhämtningsplaner ska länkas till samhällets gröna och digitala omställning, därmed kan medel nyttjas till digitaliseringsåtgärder.
Ovan listade program har olika strukturer och förvaltningsprocesser; och en av alliansen huvuduppgifter är att vidare kartlägga och föreslå möjliga synergier (mellan EU:s program och hur de kan länka till nationella initiativ). Ett av de mest kraftfulla investeringsverktygen för alliansens målsättningar är dock EU:s initiativ för projekt av gemensamt europeiskt intresse (IPCEI)

IPCEI för nästa generations molninfrastruktur och tjänster (IPCEI-CIS) IPCEI, Important Projects of Common European Interest, finns inom en handfull områden där molninfrastruktur är ett *(IPCEI on Next Generation Cloud Infrastructure and Services – IPCEI-CIS).* IPCEI är ett instrument som gör det möjligt för medlemsstater att stötta uppbyggnad av infrastruktur eller göra andra investeringar som bedöms som nödvändiga för att uppnå målsättningar om utökad europeisk kapacitet inom området. IPCEI möjliggör statsstöd till områden som EU anser vara viktiga för EU:s strategiska autonomi, vilket kan anses som kontroversiellt i näringslivet eftersom det skulle kunna snedvrida konkurrensen och ge fördelar för företag som får stöd genom IPCEI.

Deltagande medlemsländer i IPCEI-CIS är för tillfället Belgien, Tjeckien, Frankrike, Tyskland, Italien, Lettland, Luxemburg, Ungern, Nederländerna, Polen, Slovenien och Spanien. Dessa 12 länder har under 2021 drivit planeringsprocessen för IPCEI-CIS, tillsammans med kommissionen, och under 2022 (Q4) förväntas de första IPCEI-CIS projekten påbörjas.



Källa: BMWi

De tolv medlemsländerna menar att IPCEI-CIS kommer att tillföra teknisk innovation, tjänster och processer som kommer gynna slutanvändaren inom många sektorer och delar av samhället; t.ex. inom tillverkningsindustrin, energi, mobilitet och sjukvården.

Alliansens medlemmar och styrningsstruktur
46 industriaktörer är medlemmar i alliansen (29/3 22). Bland medlemmarna finns stora industriella tillverkare som Dassault Aviation, Airbus och Siemens. Från telekomoperatörer är bl.a. Orange, Deutsche Telekom och Telecom Italia medlemmar och från ICT deltar bl.a. Ericsson och Nokia. Se fullständiga medlemslista här. Utöver industrideltagande har kommissionen och medlemsländerna även en viktig roll för samordningen av aktiviteter inom alliansen.

Alliansen har en **generalförsamling** (*General Assembly*) som består av högnivårepresentanter från varje alliansmedlem och där även representanter från medlemsländerna kan bjudas in. Alliansens har

en **styrgrupp** och **arbetsgrupper** med olika fokus. Utöver dessa forum avser kommissionen att etablera ett **alliansforum**; en öppen plattform för att säkerställa kommunikation mellan alliansens medlemmar, kommissionen och andra aktörer med intresse att följa alliansens arbete.

Alliansens roll och betydelse i Europa

EU:s industriallians kilar in sig i ett överlappande europeiskt policy- och finanseringslandskap, vilket gör att området är svåröverskådligt. Utökad data/moln/edge kapacitet i Europa kräver en robust digital infrastruktur och därmed har medlemsländerna en betydande roll i alliansen vid sidan av industriaktörer. Det delade ansvaret (mellan olika politiska nivåer och industriaktörer) för implementering av alliansens åtgärder, och hur väl samarbetet fungerar, är troligen avgörande för alliansens bärkraft. Vilket förklarar alliansen fokus på att utgöra en koordineringsyta mellan politiska nivåer och industriaktörer.

Gaia-X

Gaia-X är ett samarbetsprojekt som ursprungligen initierades av tyska industriföretag med syftet att främja nästa generations europeiska molninfrastruktur. Gaia-X stöds nämnvärt från den tyska och franska regeringen och samlar europeiska aktörer för att främja europeisk digital suveränitet. Gaia-X projektmål ska uppnås genom att sammanlänka befintlig central och decentraliserad infrastruktur

Alliansens uppgift att sammanföra europeiska aktörer och utveckla nästa generations datainfrastruktur (cloud- och edgekapacitet) i Europa är nästintill identisk med samarbetsprojekts Gaia-X vision. Hur alliansens kopplingar till Gaia-X (tillika EU:s och medlemsländernas relation till Gaia-X) kommer att vara är svårt att svara på i dagsläget, men två parallella europeiska sammanslutningar för data, moln och edge kommer troligtvis behöva synka för att europeiska investeringar ska generera bästa utfall.

Sedan lanseringen av Gaia-X (2019) har kommissionen vacklat i sättet de förhåller sig till Gaia-X. Kommissionen har å ena sidan uttryckt att de inte är formellt ansluten till Gaia-X och saknar inflytande över besluts- och arbetsprocesser, å andra sidan har kommissionär Breton uttalat sig om att kommissionen delar Gaia-X målsättningar och ska söka synergier.

Industriföretagen som författat ”European Industrial Technology Roadmap for next generation cloud-edge offering, som även utgör basen av alliansens medlemmar, beskriver att synergier med befintliga privata och offentliga initiativ (särskilt Gaia-X) är av yttersta vikt för den kommande utvecklingen av EU:s molninfrastruktur. Standards och regler som för närvarande utvecklas inom Gaia-X behöver återspeglas i den kommande alliansen. Detta för att undvika att två initiativ med identisk vision löper parallellt p.g.a. olika regler och styrningsprocesser.

Ett enkelt sätt att särskilja Gaia-X med industrialliansen är att betrakta Gaia-X som ett initiativ i Europa medan alliansen är ett europeiskt initiativ. Det innebär att alliansen (europeiskt initiativ) är direkt kopplat till EU:s policyutveckling. Kritiken mot Gaia-X, bl.a. att utomeuropeiska aktörer är medlemmar och har möjlighet att influera EU:s molninfrastruktur, kanske har bidragit till att Kommissionen inte har kunnat ta en central roll i projektet. Alliansen är i stället ett forum där kommissionen kan övervaka och initiera till dialog och åtgärder på egna premisser.

Det är inte nödvändigt för aktörer att bli medlem i industrialliansen för att tillgå europeisk finansiering för forskning och utvecklingsprojekt inom området. De europeiska programmen och finansiella verktyget IPCEI-CIS följer sina egna programmerings- och fördelningsprocesser. Däremot kan medlemskap i alliansen bidra till inflytande över kommande nationella och europeiska investeringar eftersom alliansens medlemmar tillsammans ska identifiera investeringsmöjligheter och föreslå färdplaner.

7. Roll och målbild för Sverige i det internationella data, edge och cloud ekosystemet

Sverige har en god och utvecklingsbar position inom området Data, edge och cloud. Vi har ett näringsliv som är sofistikerade utvecklare och användare av tekniken, både stora industribolag som Ericsson, Scania och Volvo, samt digitala tjänsteföretag som t.ex. Spotify, Klarna och spelindustrin. Dessutom finns god utbildning och forskning inom data och systemvetenskap på universiteten. Det finns en stark historik med innovativ mjukvaru-utveckling, t.ex. inom databaser och programspråk, som kan utnyttjas mer. Det finns en stark position inom internationellt standardiserings- och policyarbete, främst inom telekom, men som kan utvecklas till detta område. Hittills är det framför allt de stora amerikanska bolagen som används för infrastruktur och drift. Sverige har signifikanta fördelar för infrastruktur och drift – bra kommunikationsinfrastruktur, billig och utsläppsfri el samt hög kompetens – idag är det främst de amerikanska jättarna som utnyttjar det genom att bygga datacenter – här finns en möjlighet för europeiska leverantörer. Området utvecklas oerhört snabbt – inte bara tekniken i sig med nya ramverk, hårdvara, API:er, m.m. utan även lagar och regelverk kring data och AI vilket gör det svårt att hänga med – både för den enskilde individen men även för organisationer och företag. Här finns ett stort behov av ekosystem kring life-long-learning och ett ”piggt” utbildningssystem.

SWOT:en nedan beskriver Sveriges förutsättningar inom data, cloud and edge.

Styrkor	Svagheter
• Starka slutanvändarindustrier för data och cloud (digitala tjänster, spelindustri, fordon, telekom, industri) • Bra förståelse kring edge-cloud i telekom nätverk – Ericsson • Bra innovationskultur och innovationsekosystem • Starka forskningsprogram, stark ingenjörskultur, bred mjukvaruutvecklingskompetens • Deltar i open-source cloud och big-data-utveckling	• Europa och Sverige saknar stora leverantörer inom edge och cloud - tillväxtutmaningar • Kompetens mestadels hos användare • Brist på upphandlingskompetents vid val av drift och plattformar (mjukvarustack) • Brist på långsiktigt riskkapital för startups i Sverige • Bristande politisk intresse och insikt • Nationell strategi behöver fördjupas
Möjligheter	**Hot**
• Exploatera samverkan med internationella leverantörer med storskaliga datacenter (Microsoft, Amazon, Facebook, Google) • Europeiska satsningar på data, cloud samt edge • Öka deltagande i öppen-källkods plattformar och ekosystem • Driva standardiseringsinitiativ • Portabilitet mellan plattformar • 5G/6G och privata nät ger nya edge-lösningar	• Mycket stort beroende av ett antal Amerikanska leverantörer • Juridiken utanför svensk och europeisk kontroll. • Kinas stora program får genomslag • Kompetent personal försvinner utomlands • Attraktionen på utbildningarna är låg • Livslång lärande etableras inte

Nedan beskrivs roller och intressen i det svenska ekosystemet inom Data, Edge och Cloud.

Aktörer	**Roller**	**Intressen/styrkor**
Företag / Användare (Spotify, Volvo, Ericsson, Husqvarna, m.fl.)	Leverantör av produkter och tjänster ofta med digitala egenskaper (uppkopplade bilar och gräsklippare). Levererar ofta direkt till konsument (Husqvarna, Spotify, m.fl.). Några få aktörer levererar helt digitala tjänster (Spotify, Klarna, m.fl).	Tillgång till kompetens kring användande av cloud och edge tjänster och hur man bygger tillämpningar ovanpå dessa tjänster. Viss förståelse kring GDPR och andra regelverk för känsliga data.
Företag / Leverantör	Levererar avancerade data, cloud och/eller edgetjänster. Driver ofta	Tillgång till avancerad kompetens kring grundläggande cloud och edge

	egna datacenter med tjänster. Småskaligt jmf med de stora aktörerna (AWS, Azure, etc) men lokala och under europeisk / Svensk lagstiftning vilket ibland är nödvändigt.	teknik men även kompetens kring juridik (GDPR, Schrems-II, AI-Act, m.m.).
SMF	Ofta Innovativa aktörer som levererar nischade digitala tjänster. Behöver stöd från större aktörer kring innovationsfinansiering, legala aspekter, teknik, etc.	Låg kostnad, säker drift, portabilitet.
Offentlig sektor	Stor användare cloud och edge tjänster – med komplext behov av avancerade digitala tjänster som stöder EU-regelverk (GDPR, m.m.). Levererar digitala tjänster till svenska företag och individer – stora datamängder med känslig data.	Intresserade av effektiv drift av såväl interna som externa system. Behov av kompetens både inom data, cloud och edge för att leverera digitala tjänster men även stort behov av förståelse av legala ramverk.
Universitet / Akademin	Grundforskning och innovation på lägre TRL. Driver stora forskningsinfrastrukturer. Industriell och akademisk utbildning.	Akademisk excellens, global talangattraktion, lösandet av samhälleliga utmaningar.
Institut	Tillämpad forskning och innovation på högre TRL. Driver testbäddar och demomiljöer (teknologi-infrastrukturer). Länk mellan universitet och industri.	Industriell tillväxt, tillgång till kompetens, lösandet av samhälleliga utmaningar i samverkan med industrin.

8. Strategi, analys och rekommendationer

Följande slutsatser kan dras:

- Strategi för agerande inom leverantörsekosystemet: Sverige har i grunden en mycket hög teknisk kompetens i områdena mjukvaru-utveckling, datorsystem, programspråk, som har lett till t.ex. Spotify, CityNetwork, och marknadsledande databasmjukvara. Detta kan vara grunden för att Sverige tar en aktiv roll inom Europa. Ericsson har en stark roll inom standardisering och policy.
- Det krävs avancerad kompetens inom mjukvara, datorsystem och säkerhet för att leverera ett komplett cloud-erbjudande. Denna kompetens är en bristvara på global nivå. Speciellt kan ett scenario där offentlig sektor försöker etablera egen drift i konkurrens med de etablerade leverantörerna skapa ytterligare fragmentering.
- Det behövs en djupare analys av IT-integratörernas/konsulternas roll och betydelse. De har ofta en rådgivande roll gentemot medelstora, stora bolag och offentlig sektor när det gäller strategier och leverantörsval inom cloud- och data-områdena.
- En europeisk strategi bör vara att stimulera efterfrågan och stödja tillväxt hos de etablerade europeiska kommersiella spelarna. Det skapar stor ineffektivitet att ha en fragmenterad marknad av infrastruktur-leverantörer.
- Det är viktigt att utvecklarperspektivet beaktas och tas med i investeringar och strategier. Det är inte IT-avdelningarna som driver användningen av cloud-tjänster, utan applikationsutvecklare i organisationer.
- En djupare analys av edge-tjänste-marknaden kvarstår, bland annat hur fastighetsägare, lokala tjänsteleverantörer, privata telekomnät och användning av de amerikanska mjukvarulösningarna kan samverka för att skapa edge-tjänster som är proprietära men ändå globala.

Rekommendationer:
Den grundläggande utgångspunkten för denna rapport är det dilemma som företag och offentlig sektor för närvarande upplever kring användandet av molntjänster. Att använda tjänster från de stora amerikanska leverantörerna kan innebära brott mot de lagar inom EU som reglerar datasäkerhet och integritet. Att i stället nyttja de europeiska alternativen ger inte samma utbud av tjänster, och därtill kommer flyttkostnaden för aktörer som idag använder amerikanska tjänster. Att utveckla egna lösningar kan bli kostsamt såväl initialt som i längden då dessa kräver underhåll och uppdateringar. Öppen programvara kan ta bort en del av problemen. Egna lösningar förutsätter därtill kompetens som ofta inte finns inom företagen eller myndigheten. Någon enkel lösning finns inte såvitt vi ser - frågan är således hur företag och offentlig sektor bör agera.

- För att lösa utmaningarna på lång sikt bör myndigheter, institut och akademi gemensamt driva möjlighet till portabilitet genom globalt standardiseringsarbete. Detta arbete behöver göras både nationellt och internationellt.

- På kortare sikt bör en europeisk strategi gå ut på att stimulera efterfrågan från de etablerade europeiska kommersiella aktörerna, och stödja deras tillväxt så att de kan uppnå skalfördelar, något som är speciellt viktigt på infrastrukturnivå.

- Det finns behov av investering i en testbed för interoperabilitet och portabilitet. Målsättningen är att hjälpa användare och fristående plattformsleverantörer att driftsätta lösningar hos regionala/lokala infrastrukturleverantörer, inklusive edge-datacenter. Även att hjälpa användare testa och utvärdera nya verktyg och möjliggöra att byta/flytta driftsättning och leverantörer.

- En generell rekommendation är att svenska företag och svenska staten bör delta mer och mer aktivt i det europeiska arbetet kring cloud, edge och data. Med rätt ledning och interaktion kan sådant arbete medföra tydliga förbättringar för svenska företag och svensk offentlig sektor. Detta gäller juridiska frågor likaväl som tekniska.
  GAIA-X och den nybildade industrialliansen för data, edge och cloud är två exempel på europeiska projekt där Sverige kan stärka sin europeiska närvaro. GAIA-X har potential att bli stort och Sverige behöver engagera sig på flera fronter både genom att svenska företag erbjuder tjänster och att kopplingarna till dataspaces exploateras.

- Inom industrialliansen bör såväl svenska staten som svenska företag engagera sig tidigt, inte minst för att motverka de tecken till protektionism som redan börjat synas. Det så kallade IPCEI-instrumentet – Important Project of Common European Interest - bör användas med stor urskiljning och med betoning på Common.

- Svensk offentlig sektor behöver använda drivkraften i de stora satsningarna som sker i storbolagen men göra det på sina villkor. Att acceptera tekniskt undermåliga lösningar enbart i syfte att uppfylla lagen är inget långsiktigt gångbart alternativ. En bättre väg framåt, menar vi, är att arbeta för att lösa de juridiska tvistemålen genom exempelvis hantering av äganderätt av data.

- Sverige har en lång tradition av att bejaka företagsamhet och fri handel, något som enligt vår uppfattning tjänat oss väl. Dock ger de nuvarande politiska spänningarna i världen anledning att sträva efter visst strategiskt oberoende, något som gäller såväl EU som Sverige.
  Detta strategiska oberoende ser olika ut beroende på om man är på slutanvändarnivå, plattformsnivå eller infrastrukturnivå (IT-drift). På slutanvändarnivå är utmaningen för europeiska företag att konkurrera med funktionstillväxt och kvalitet inom exempelvis

videomöten och samarbetsverktyg (t.ex. Teams versus NextCloud). På infrastrukturnivå handlar det om stordriftsfördelar, automation, API:er och verktyg för utvecklare.
Dessa nivåer kräver olika kompetens, men de har gemensamt att vi i Europa och Sverige bör stimulera efterfrågan på de europeiska/svenska kommersiella lösningar som redan finns, för att hjälpa dem konkurrera globalt. Ett viktigt delmål här är att sträva mot och arbeta för att etablera öppna standarder, mer interoperabilitet och portabilitet.

- Ett sätt att uppnå visst strategiskt oberoende är att sträva efter att mjukvara hanteras som produkt och inte som tjänst. Om mjukvaran säljs som en produkt som köparen själv driftsätter – i sitt eget moln - så får köparen kontroll över till exempel datalagringsfrågorna. Förvisso finns också nackdelar – köparen måste lösa driften och interoperabiliteten med andra lösningar, och har dessutom en risk att bli inlåst i leverantörens villkor (oavsett om mjukvaran är kommersiell eller open source).
  Tjänstemodellen – dagens cloudlösningar – är överlägsen vad gäller lättanvändbarhet. Dock finns en överhängande risk att leverantörer av de proprietära lösningar som uppnår global dominans inte betonar kundönskemål om exempelvis interoperabilitet, varvid kunden även i en tjänstemodell löper risk att bli inlåst. En framkomlig väg här är multipla, interoperabla oberoende implementationer, levererade i en cloudmodell. Sådana exempel finns på marknaden.

- En iakttagelse är att Sverige trots ett flertal etableringar av stora utländska datacenter och etablerandet av en branschförening, ännu inte sett mer än ett fåtal spin-off-effekter inom mjukvaruinnovation. Innovationer har kommit fram, men fokus har legat på energi, kylning och byggteknik. Ska fler mjukvaruinnovationer tas fram krävs än fler djupa tekniska samarbeten och partnerskap, något som också torde gynna de svenska och europeiska infrastrukturleverantörerna. Den kompetens som byggts upp genom dessa etableringar, och nätverken som etablerats genom branschföreningen, kan dock ha stort värde för en framväxande svensk industrin inom cloud och edge. Ska det ske på bästa sätt bör Sverige helst ta fram en egen färdplan och strategi för edge, såsom exempelvis Tyskland redan gjort.

9. Metod för projektet

Projektet har bedrivits och finansierats gemensamt av RISE och Teknikföretagen.
Projektet har genomförts av en projektgrupp som gjort intervjuer av personer inom industrin, offentlig sektor och akademin. Dessutom har rapporter tjänat som underlag men även egna erfarenheter och kunskaper har arbetats in i rapporten. Projektgruppen har därefter sammanställt en rapport som tillställts styrgruppen och andra sakkunniga för återkoppling varefter den slutgiltiga rapporten sammanställts. Totalt gjordes ett 30-tal intervjuer, ett 50-tal rapporter studerades och åtskilliga diskussioner fördes kring analysen. Projektet har tillämpat RISE projektmodell.

Projektgruppen har bestått av följande personer:
Per-Olof Sjöberg – RISE – projektledare och editor
Adam Edström – RISE – analytiker och co-editor
Adam Andersson – RISE – EU-frågor
Ann-Christin Uusitalo Eriksson – RISE - domänkompetens
Joakim Eriksson – RISE – domänkompetens
Martin Körling – RISE – domänkompetens
Patrik Sandgren – Teknikföretagen

Styrgruppen har bestått av följande personer:
Peter Johansson (Ordförande), Patrik Sandgren - Teknikföretagen
Charlotte Karlsson (Ordförande), Monica Ringvik - RISE

10. Källförteckning

1. Marknadsanalyser, February 2022
   https://techcrunch.com/2022/02/04/cloud-infrastructure-market-soared-to-178b-in-2021-growing-49b-in-one-year/
   https://www.fiercetelecom.com/platforms/european-cloud-providers-take-hit-from-aws-google-azure-says-synergy
2. The Cost of Cloud, a Trillion Dollar Paradox, A16Z report
   https://a16z.com/2021/05/27/cost-of-cloud-paradox-market-cap-cloud-lifecycle-scale-growth-repatriation-optimization/
3. European industrial technology roadmap for the next generation cloud-edge offering,
   https://ec.europa.eu/newsroom/repository/document/2021-18/European_CloudEdge_Technology_Investment_Roadmap_for_publication_pMdz85DSw6nqPppq8hE9S9RbB8_76223.pdf
4. Declaration of the European Alliance for Industrial Data, Edge and Cloud,
   https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/78362
5. Elastisys Tech blog
   https://elastisys.com/moving-to-eu-clouds/
   https://elastisys.com/the-gdpr-storyline/
6. EDPS, Microsoft contract investigation
   https://edps.europa.eu/sites/edp/files/publication/20-07-02_edps_euis_microsoft_contract_investigation_en.html
7. Microsoft, EU Data Boundary for the Microsoft Cloud: A progress report
   https://blogs.microsoft.com/eupolicy/2021/12/16/eu-data-boundary-for-the-microsoft-cloud-a-progress-report/
8. Bleu
   https://www.datacenterdynamics.com/en/news/orange-and-capgemini-launch-french-cloud-company-bleu-will-sell-microsoft-services-from-local-data-centers/
9. T-Systems och Google Cloud
   https://www.fiercetelecom.com/tech/germany-getting-a-sovereign-cloud
10. GAIA-X Architecture Document
    https://www.gaia-x.eu/sites/default/files/2021-06/Gaia-X_Architecture_Document_2106.pdf
11. IPCEI-CIS
    https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Downloads/I/ipcei-cis-value-chain-description.pdf?__blob=publicationFile&v=3
12. Google Cloud investering i Tyskland
    https://apnews.com/article/technology-europe-business-environment-and-nature-germany-773b8878df257a6673784078c8b04222
13. Microsoft företagsköp inom nätverksteknik
    https://www.lightreading.com/cloud-native-nfv/with-affirmed-networks-purchase-microsoft-looks-to-plug-5g-into-azure/d/d-id/758497
14. Standardisering, definition av interoperabilitet och portabilitet,
    NIST Cloud Computing Standards Roadmap,
    https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.500-291r2.pdf
    ISO/IEC 19941:2017 Cloud computing — Interoperability and portability,
    https://www.iso.org/standard/66639.html#:~:text=ISO%2FIEC%2019941%3A2017%20specifies,particularly%20relating%20to%20cloud%20services
    https://joinup.ec.europa.eu/collection/rolling-plan-ict-standardisation/cloud-and-edge-computing
15. Euclidia, utbrytning från GAIA-X, om riskerna kring mjukvarulicenser
    https://www.euclidia.eu/publications/EUCLIDIA-Press.Release.Euclidia.Calls.For.Moratorium.On.Fragmented.National.Cloud.Strategies