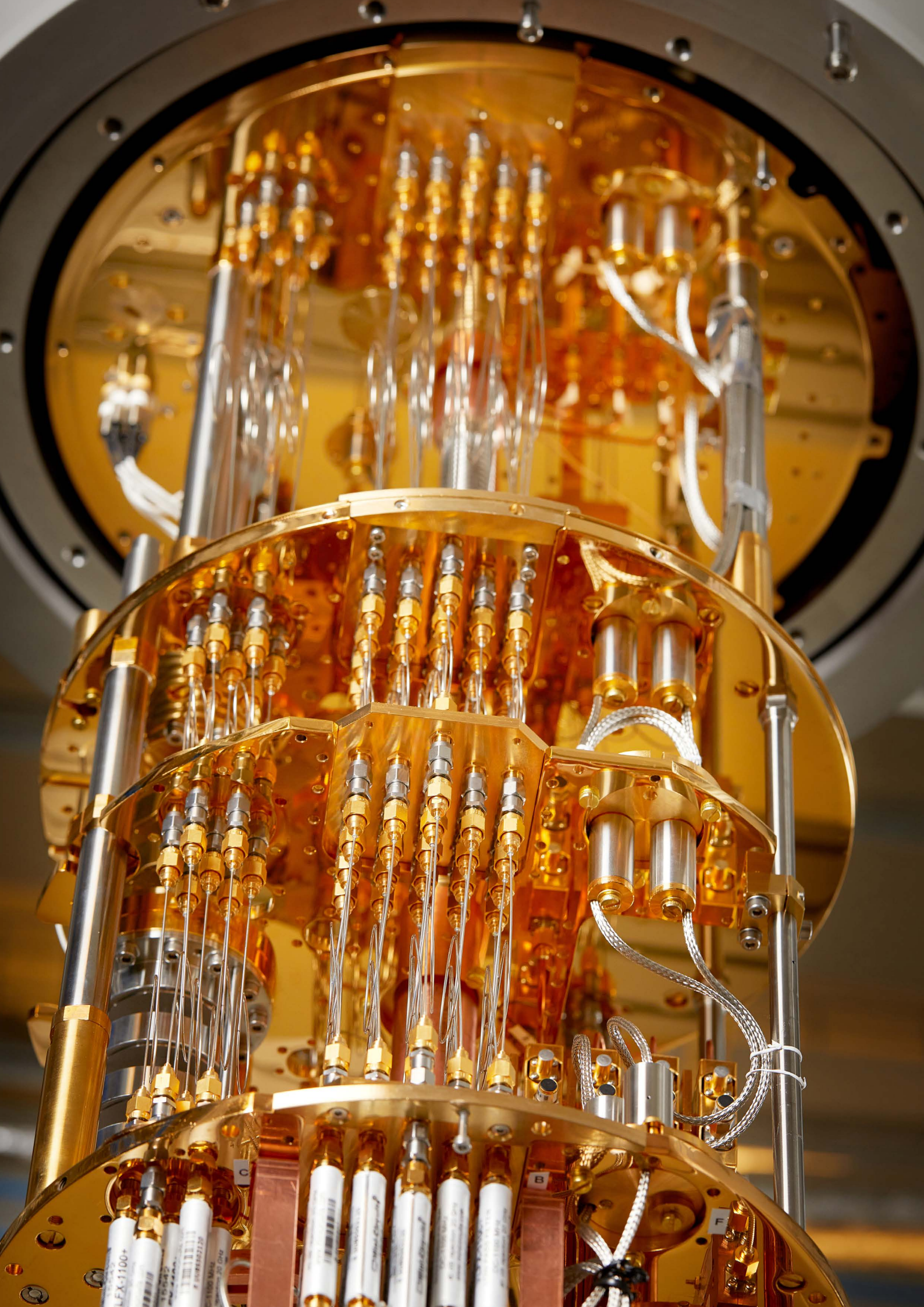
Sveriges strategi för kvantteknikområdet

Regeringskansliet



Innehåll

Förord **4**

Inledning **5**

Målen för regeringens kvantteknikpolitik **7**

Strategi för Sverige på kvantteknikområdet **8**

Stark forskning, innovationskraft och industriellt ledarskap 8

Stark och konkurrenskraftig kompetensförsörjning 11

Effektiv samordning mellan myndigheter, universitet, näringsliv och innovationsekosystem inom kvantteknik-området 12

Skydd av strategisk kvantteknik och ansvarsfull tillämpning av teknologier 14

Aktivt deltagande i internationella samarbeten 16

Uppföljning **18**

Omslagsfoto och foto på föregående sida: Chalmers tekniska högskola | Anna-Lena Lundqvist

Förord

Kvantteknik är ett område som utvecklas snabbt och som berör allt från grundforskning till nationell säkerhet. Kvantteknik förväntas få genomgripande betydelse för samhällsutvecklingen genom att möjliggöra extremt mycket snabbare beräkningar, säkrare kommunikation och mer precisa sensorer. Tekniken kan komma att stärka allt från hälso- och sjukvård till energisystem och bidra till ökad samhällsnytta genom effektivare beslutsunderlag och nya tekniska lösningar.

Kvantområdet är till sin natur tvärvetenskapligt och kräver samverkan över forskningsområden, ofta i nära samverkan med näringsliv, offentlig sektor samt privata och offentliga finansiärer och investerare. För industriellt införande och tillämpning kommer bred samverkan mellan aktörer och kompetenser att vara nödvändig. Kvantteknik har potential att stärka Sveriges innovationsförmåga, konkurrenskraft, teknologiska suveränitet och medverka till motståndskraft inom exempelvis kryptografi och cybersäkerhet – frågor som är avgörande i en orolig och osäker omvärld.

Svensk kvantforskning ska skapa förutsättningar för samarbeten som kan ta tillvara teknikens möjligheter, som går långt bortom enskilda forskningsprojekt och ger framtida samhällsnytta.

Genom en nationell strategi ges de aktörer som arbetar med kvantteknik bättre förutsättningar för nationell samverkan mot gemensamma mål, vilket kan bidra till att stärka Sveriges position i strategiska internationella samarbeten. En nationell strategi kan därför också bidra till att göra Sverige till en attraktiv miljö för internationell forskning och toppforskare samt entreprenörer, vilket kan inspirera en ny generation studenter att söka sig till de mest avancerade teknikområdena och flytta fram gränserna för svensk kvantforskning. Att fokusera på kvantteknik är därmed att investera i framtidens kompetens, i vår nationella säkerhet och i Sveriges trovärdighet som en ledande kunskapsnation.

Lotta Edholm, gymnasie-, högskole- och forskningsminister
Foto: Kristian Pohl/Regeringskansliet

Inledning

Kvantteknik är ett av vår tids mest strategiskt viktiga teknikområden. Det har potential att radikalt förändra förutsättningarna inom flera olika samhällssektorer, till exempel hälso- och sjukvård, energi, materialutveckling, cybersäkerhet, navigation, finans och försvar. Sverige behöver arbeta strategiskt för att ta vara på de möjligheter som kvantteknik kan ge för att skapa samhällsnytta.

Den snabba tekniska utvecklingen har påtagliga säkerhetspolitiska konsekvenser. Tillgång till framväxande teknik och förmågan att tillämpa den blir allt viktigare för militära och ekonomiska maktförhållanden. Samtidigt blir samhället mer och mer beroende av digitala tjänster och infrastruktur för att upprätthålla kritiska funktioner. Detta har inneburit att många länder flyttat fram sina positioner och ambitioner inom forskning och innovation. Det gäller inte minst inom kvantteknikområdet där flera av världens ledande forsknings- och innovationsnationer nu investerar kraftfullt i kvantteknisk forskning och utveckling. Kvantteknikens potential till omfattande industriell och militär utveckling understryker dess geopolitiska betydelse. Utvecklingen går snabbt, även om många praktiska tillämpningsområden fortfarande ligger några år fram i tiden. Kvantteknikens genomslag kan få betydande ekonomiska och samhälleliga konsekvenser, vilket gör det angeläget för Sverige att mobilisera och samordna nationella aktörer inom kvantteknikområdet och bidra till den internationella utvecklingen. Digitaliseringens förutsättningar och möjligheter förutses också få betydande påverkan på kvantteknisk utveckling.

Sverige är en ledande forskningsnation med excellenta forskningsmiljöer, vilket inom kvantteknikområdet etablerat Sverige som en internationellt erkänd aktör. Sverige är också ett av världens främsta innovationsländer med såväl startupföretag som en framstående högteknologisk industri med stor potential att omsätta kvantteknik i kommersiell tillämpning. Samtidigt behövs en bättre samordning mellan offentliga och privata aktörer, forsknings- och innovationsmiljöer och finansiärer inom kvantteknikområdet, i syfte att till fullo kunna utnyttja denna potential.

Den forsknings- och innovationspolitiska propositionen för åren 2025–2028 (prop. 2024/25:60) innebar den största svenska forskningssatsningen någonsin. Bland satsningarna ingår till exempel ett nytt strategiskt forskningsområde (SFO) på kvantteknikområdet. Vidare har Vetenskapsrådet och Verket för innovationssystem (Vinnova) fått i uppdrag att utlysa medel för så kallade excellenskluster för banbrytande teknik. Excellensklustren ska bidra till att utveckla framtidens teknikområden och strategiska teknikområden som kan stärka svenskt näringsliv och på sikt Sveriges konkurrenskraft. Till excellensklustren ska nationella forskarskolor för bland annat banbrytande teknik och STEM-områdena (naturvetenskap, teknik, ingenjörsvetenskap och matematik) kopplas för att möta behovet av kompetensförsörjning. När Vinnova 2024 fick i uppdrag av regeringen att identifiera strategiska teknikområden för att stärka Sveriges konkurrenskraft och säkerhet blev kvantteknik ett av sex utvalda områden. Detta följdes upp 2025 med ett regeringsuppdrag att genomföra insatser för strategisk teknik, däribland kvantteknik, som en del i satsningen på excellenskluster.

Den svenska nationella strategin för kvantteknikområdet syftar sammanfattningsvis till att Sverige som ledande forskningsnation kan ta steget till ett koordinerat och långsiktigt nationellt arbete på kvantteknikområdet.

Strategin bygger på underlag från Vetenskapsrådet (dnr 3.1-2024-06047, oktober 2024), som på regeringens uppdrag togs fram i samråd med Vinnova och genom konsultationer med forskarsamhället, näringsliv, myndigheter och internationella partners.

Vad är kvantteknik?

Kvantteknik bygger på förmågan att manipulera materians minsta beståndsdelar, exempelvis atomer och fotoner, och på den nivån hantera andra fysikaliska fenomen än de vi känner igen i vår vardag och på så sätt använda dem till vår fördel. Två viktiga grundkoncept inom kvantteknologi är superposition och dekoherens. Superposition betyder att ett kvantsystem kan befinna sig i flera möjliga tillstånd samtidigt. Dekoherens betyder att ett kvantsystem inte längre kan uppträda i flera möjliga tillstånd samtidigt utan tvingas välja ett specifikt utfall när det växelverkar med omgivningen, till exempel vid en mätning eller störning (ungefär som när man råkar nudda en såpbubbla och den spricker).

Schematiskt brukar området delas upp i fyra tillämpningsdelar: kvantdatorer eller kvantberäkningar, kvantsimulering, kvantsensorer samt kvantkommunikation.

Kvantdatorer/Kvantberäkning

I dagens konventionella datorer lagras data i minnen som ettor (1) eller nollor (0) – så kallade bitar. En kvantdator bygger, i kontrast till detta, på kvantbitar i superposition av 1 och 0, där operationer på kvantbitarna påverkar alla minnestillstånden samtidigt, vilket ger exponentiellt snabbare beräkningar. Minnesstorleken ökar därmed exponentiellt med antalet kvantbitar i kvantdatorn. Exakt vilka problem som är bäst lämpade för kvantdatorer är dock fortfarande ett mycket aktivt forskningsområde, då kvantdatorer inte nödvändigtvis är snabbare än vanliga datorer på alla typer av beräkningar.

Kvantsimulering

Kvantsimulering innebär att man i ett kontrollerat kvantsystem återskapar dynamiken för ett annat kvantsystem som man vill förstå, till exempel ett material, en molekyl eller en kemisk reaktion. Typiska användningsområden för kvantsimulering inkluderar modellering av kemiska och biologiska system och materialfysik, men även logistikoptimering, precisionsmedicin och finansiella system.

Kvantsensorer

Kvantsensorer använder tillståndet hos kvantsystem för att med extrem känslighet upptäcka förändringar i exempelvis elektromagnetiska fält och för gravitation. Detta är bland annat viktigt för att kunna navigera utan att behöva lita på satellitnavigeringssystem, men kan också användas exempelvis för mycket precis medicinsk avbildning. Kvantsensorer är det tillämpningsområde som ligger närmast kommersiell användning.

Kvantkommunikation

Kvantkommunikation innebär att man i kommunikationssystem använder kvantmekaniska tillstånd för att skicka krypteringsnycklar och andra meddelanden som i teorin inte kan avlyssnas. Detta ska kunna möjliggöra en säker delning av data. Det finns i dag en utmaning i att möjliggöra kvantkommunikation över tillräckligt stora avstånd, jämte andra utmaningar, exempelvis kring autentisering. I det längre perspektivet diskuteras ett nytt kvantinternet, byggt för kvantinformation. Ett relaterat och högaktuellt område är kvantkryptologi, som berörs senare i strategin.

Målen för regeringens kvantteknikpolitik

Sverige ska vara ett av världens främsta forsknings- och innovationsländer och en ledande kunskapsnation. I den forsknings- och innovationspolitiska propositionen Forskning och innovation för framtid, nyfikenhet och nytta (prop. 2024/25:60) bedömde regeringen att den svenska forskningen kring framväxande tekniker behöver expandera ytterligare.

Kvantteknik ska användas och utvecklas för att driva excellent forskning, innovation, konkurrenskraft, hållbar utveckling och samhällsnytta. Sverige ska dra nytta av kvanttekniska lösningar för olika samhällsområden och minska riskerna för strategiska beroenden. Sverige ska inom kvanttekniken utgöra en betrodd och eftertraktad partner inom ramen för internationella samarbeten och investeringar.

Sveriges forskning, teknik- och policyutveckling inom kvantteknikområdet ska vara bred och involvera alla delar i innovationssystemet. Genom att främja synergier och etablera samarbeten mellan olika aktörer i systemet, både nationellt och internationellt, ska svensk forskning stärkas och skapa affärsmöjligheter för en kommersiell kvantteknikindustri.

Regeringen presenterar i denna strategi följande mål för kvantteknik i Sverige fram till 2036:

- Stark forskning, innovationskraft och industriellt ledarskap
- Stark och konkurrenskraftig kompetensförsörjning
- Effektiv samordning mellan myndigheter, universitet, näringsliv och innovationsekosystem inom kvantteknikområdet
- Skydd av strategisk kvantteknik och ansvarsfull tillämpning av teknologier
- Aktivt deltagande i internationella samarbeten

I kapitel 3 beskrivs vart och ett av dessa mål närmare, tillsammans med mer konkreta delmål.

Strategi för Sverige på kvantteknikområdet

Stark forskning, innovationskraft och industriellt ledarskap

Sverige ska vara ett av världens främsta forsknings- och innovationsländer och en ledande kunskapsnation. Detta ska gälla även inom kvantteknik, från forskning till teknisk utveckling, innovation, kommersialisering och tillämpning. Sverige ska fortsätta att aktivt delta i forsknings- och innovationssamarbeten som utvecklar och använder världsledande forskningsinfrastrukturer inom kvantteknikområdet.

För att Sverige fortsatt ska ha en stark position inom kvantteknik finns det behov av att möjliggöra forskning, innovation och utveckling på området. Banbrytande tekniker som kvantteknik har potential att ge stora positiva effekter på konkurrenskraft, samhällsutveckling och välstånd. Antalet svenska vetenskapliga publikationer inom området kvantberäkning har ökat kraftigt de senaste fem åren och analyser indikerar att Sverige har hög vetenskaplig genomslagskraft inom området. Samtidigt är den samlade volymen forskningsresultat inom detta område lägre än i flera jämförbara länder. Forskningsmiljöerna ska, för att förbättra detta, samla kompletterande kompetenser och möjliggöra verksamhet för hela innovationsvärdekedjan, från grundforskning till tillämpad forskning, teknikutveckling och innovation.

Ytterligare en viktig aspekt för att kunna upprätthålla hög vetenskaplig kvalitet är avancerad forskningsinfrastruktur, där tillgången i vissa avseenden är begränsad i Sverige. Ett svenskt styrkeområde är kvantberäkning, där forskning till exempel bedrivs inom Wallenberg Centre for Quantum Technology (WACQT), som utvecklar en kvantdator. Fortsatt utveckling inom området förutsätter att forskare och företag ges tillgång till forskningsinfrastrukturer i internationell framkant. Detta kan omfatta både deltagande och medlemskap i relevanta internationella infrastrukturer, men också nationell infrastruktur, till exempel tillgång till så kallade renrumslaboratorier för tillverkning och utveckling. Andra forskningsinfrastrukturer i Sverige, som röntgenljusanläggningen MAX IV och den europeiska neutronspallationskällan ESS, kan också bidra med viktiga resurser för kvantteknikutvecklingen genom den grundläggande materialforskning som dessa anläggningar möjliggör.

Kvantteknik väntas få mycket stor framtida kommersiell betydelse och kan påverka eller revolutionera en rad branscher, däribland läkemedel, material, energi, finans, industri och försvar. Tidiga kommersiella tillämpningar finns redan, men potentialen är långt ifrån fullt utnyttjad. Med högkvalitativ forskning och ett framväxande industriellt ekosystem har Sverige goda förutsättningar att ta en position på den globala marknad som nu är under utveckling.

Flera startupföretag inom kvantområdet – verksamma inom bland annat kryogen elektronik, kvantprocessorer, fotonik och kvantalgoritmer – har grun-

dats som avknoppningar från svenska lärosäten och forskningsprogram. Kvantteknikens strategiska betydelse återspeglas även genom att området i allt högre grad lyfts fram i storföretagens forsknings- och utvecklingsarbete. Företag inom exempelvis försvars-, rymd-, telekommunikations-, fordons- och life science-sektorerna utforskar kvantteknis-ka tillämpningar för framtida användning. Innova-tionsplattformar som Quantum Sweden Innovation Platform (QSIP) och testbädden vid Chalmers tek-niska högskola och Chalmers Next Labs är exem-pel på initiativ för att överbrygga avståndet mellan forskning och industriell tillämpning.

Forskningsbaserade startup-företag, så kallade deeptech-företag, möter ofta utmaningar i samband med uppskalning. Med affärsmodeller som byg-ger på avancerad forskningsintensiv teknik, långa utvecklingshorisonter och stora kapitalbehov kan finansieringsmöjligheterna vara begränsade. Den svenska riskkapitalmarknaden har i vissa avseenden svårighet att tillgodose dessa företags investerings-behov. Sverige har samtidigt ett diversifierat och kunskapsintensivt näringsliv som ger goda förut-sättningar att dra nytta av kvantteknik. Näringslivet behöver involveras i ett tidigt skede och ges tillgång till kompetens, infrastruktur och riskkapital för att undvika att kunskapen stannar inom universitet och högskolor.

För att omhänderta kvantteknikens möjligheter be-hövs stark grundforskning som kan ligga till grund för tekniksprång inom olika tillämpningar som den nya tekniken förväntas ge upphov till. Kvantdato-rer kan processa mycket större mängder informa-tion än traditionella datorer, vilket i kombination med exempelvis AI-teknologi kan komma att leda till förändrade behov av säkra, tillförlitliga och ro-busta digitala kommunikationssystem. Den tekniska utvecklingen behöver också alltmer ses i ett säker-hetspolitiskt ljus, vilket bland annat ställer nya krav på skyddet av teknisk spetskompetens.

Delmål:

- Samverkan i form av sektoröverskridan-de forsknings- och innovationsmiljöer med olika teman inom kvantteknikområ-det ska uppmuntras för att snabbt skapa en kritisk massa av aktörer från univer-sitet och högskolor, forskningsinstitut, näringsliv och offentliga aktörer som framgångsrikt kan samarbeta, utveckla och bredda forskning och tillämpning över hela värdekedjan.

- Användningen av forsknings- och teknikinfrastrukturer ska öka inom kvantteknik, såväl nationellt som in-ternationellt. Detta gäller både grund-forskningsorienterade och mer tillämp-ningsorienterade infrastrukturer och ska exempelvis ske genom bättre infor-mation om möjligheterna för potentiella användare.

- Det ska finnas möjligheter att etablera fler testbäddar så att universitet och högskolor, forskningsinstitut, näringsliv och offentliga aktörer kan testa lösning-ar, utveckla kvanttekniska tillämpningar och ta avgörande steg mot kommersiali-sering.

- Fler svenska företag, innovatörer och forskningsaktörer ska medverka till investeringar inom kvantteknikområdet, och mobilisering av privat kapital ska öka för att stimulera etableringar och joint-ventures.

Foto: KTH

Stark och konkurrenskraftig kompetensförsörjning

Sverige ska fortsatt vara en internationellt konkurrenskraftig kunskapsnation. Satsningar på spetsforskning bidrar till landets förmåga att locka framstående forskare och utveckla excellenta forskningsmiljöer, samtidigt som de bidrar till det svenska näringslivets möjligheter att konkurrera om, attrahera och behålla nyckelkompetens. Med en stark forskningsbas och ett utbildningssystem av hög kvalitet har Sverige goda förutsättningar att möta detta behov genom insatser i hela utbildningskedjan, från grundnivå och avancerad nivå till forskarutbildning. En långsiktigt hållbar kompetensförsörjning kräver också internationell rekrytering.

Den internationella konkurrensen om kvalificerad arbetskraft inom kvantteknikområdet är hård. För att möta den behövs ett brett och långsiktigt arbete med att utveckla en sammanhållen struktur av kompletterande kompetenser, inom ämnen som materialvetenskap, programvaruutveckling eller teori och systemintegration. Detta gäller från forskning och teknisk utveckling till tillämpning, innovation och industriell uppskalning.

Ett sätt att stärka tillgången till forskare inom kvantteknikområdet i Sverige är genom forskarskolor, postdoktorprogram och möjligheter för industridoktorander som utvecklas i nära anslutning till ledande forskningsmiljöer. Rekrytering av både nationella och internationella unga forskare är avgörande för att stärka forskningsmiljöernas kvalitet och bredd. Här är satsningar likt Vetenskapsrådets utlysningar för internationell rekrytering, forskarrörlighet och biträdande lektorer viktiga.

Tillgången till ingenjörer med kompetens inom kvantteknik är också central för innovation och teknisk utveckling. Regeringens STEM-strategi för Sverige (U2025/00563), som lanserades i februari 2025, innehåller flera åtgärder för att stärka kompetensförsörjningen inom naturvetenskap och teknik, vilket även gynnar kvantteknikområdet. Strategin innefattar exempelvis insatser för att stärka kunskaperna i STEM-ämnen i grund- och gymnasieskolan, öka genomströmningen i STEM-utbildningar i högskolan samt för att stärka forskning och forskarutbildning. Strategin inbegriper även satsningar avsedda att öka intresset för att välja en STEM-utbildning, däribland insatser särskilt riktade till kvinnor.

Jämställdhet ska generellt främjas inom området för att bredda rekryteringsbasen och bättre tillvarata tillgänglig kompetens.

God kompetensförsörjning är centralt för en framgångsrik utveckling av testbäddar och infrastruktur inom kvantteknik. Detta kräver också erfarna ingenjörer och specialutbildade tekniker (till exempel så kallade staff scientists) som kan underhålla utrustningen, utveckla processer och tillhandahålla användarstöd. För att rekrytera och behålla sådan kompetens inom lärosäten, forskningsinstitut och näringsliv behövs, i likhet med andra forskningsfält, tydliga karriärvägar utanför universitets och högskolors meriteringssystem.

Det är även väsentligt med en bred kunskaps- och informationsspridning till beslutsfattare inom både offentlig förvaltning och näringsliv, samt till olika samhällsfunktioner för att skapa en mottagarkapacitet för kvanttekniska tillämpningar i framtiden.

Delmål:

- Det ska finnas fler forskarskolor i anslutning till specifika forskarmiljöer inom kvantteknikområdet.
- Antalet nationella och internationella industridoktorander, postdoktorer och forskare till forsknings- och innovationsmiljöer ska öka, för att garantera bredd inom kvantteknikområdet.
- Den nationella kompetensbasen ska breddas genom att attrahera fler kvinnor till att söka sig till kvantteknikområdet.
- Fler studenter som påbörjar tekniska utbildningar ska fullfölja sina studier.
- Fortsatt arbete ska göras med kunskaps- och informationsspridning inom kvantteknikområdet till beslutsfattare, olika samhällsfunktioner och till allmänheten för att skapa en förståelse för kvantteknik och dess värde i samhället.

Effektiv samordning mellan myndigheter, universitet, näringsliv och innovationsekosystem inom kvantteknikområdet

Sverige ska ha en nationell samverkan inom kvantteknikområdet, där relevanta aktörer agerar koordinerat på nationell och internationell nivå.

Denna strategi är ett sätt att stärka den nationella samordningen. Ökad samordning kan bidra till att åstadkomma synergier, möjliggöra tekniksprång och skapa förutsättningar för effektiv tillämpning och kommersialisering, till exempel genom regeringens satsning på excellenskluster. Det gäller inom de traditionellt indelade fyra kvanttekniska tillämpningsområdena (kvantdatorer eller kvantberäkningar, kvantsimulering, kvantsensorer samt kvantkommunikation) men även inom relaterade fält som exempelvis materialvetenskap och AI. Sverige har i dagsläget särskilda styrkor inom kvantberäkning och bra tillgång till superdatorer, forskning och allmän god kompetens inom sensorer och kommunikation. Det finns även god innovationsförmåga och mottaglighet för ny teknik i landet. Det är viktigt att bibehålla svenskt ledarskap inom dessa områden.

Internationellt har kvantteknik vuxit fram gradvis som ett resultat av stora grundforsknings- och innovationssatsningar. I dag är många miljöer och aktörer fortfarande relativt isolerade från varandra och de olika typerna av kvantteknik befinner sig i olika mognadsstadier, från tidig forskning till tillämpning och kommersialisering. Flera delar är ännu inte fullt utvecklade och särskilt mindre företag med lovande innovationer möter utmaningar kopplade till finansiering och marknadsintroduktion. Ett dynamiskt ekosystem ska kunna accelerera lösningar från grundforskning till tillämpning, kommersialisering och industrialisering.

Delmål:

- Samordning och samverkan inom det svenska kvantekosystemet ska ökas för att bidra till att stärka svensk forskning, innovation, investeringar och kommersialisering av tekniker inom kvantområdet.

Kvantdatorer och kryptologi

När utvecklingen kommit längre kan kvantdatorer utgöra ett hot mot våra vanligaste kryptologiska funktioner. Följden av en sådan utveckling kan bli att skyddat material då blir oskyddat. Utvecklingen av kvantsäkrad kryptologi behöver därför ske redan nu, eftersom data krypterat med dagens metoder skulle kunna samlas in i dag, för att i framtiden dekrypteras genom kvantbaserad kryptoanalys. Kvantsäkra krypteringsmekanismer avser till exempel kryptering genom att kvantmekaniska tillstånd används för att skapa säker kommunikation (skydd av sekretess). Det avser även exempelvis kryptografiska metoder som används för autentisering och kvantmekaniska system för distribution av kryptonycklar.

Det finns flera olika metoder för att motverka hotet från framtida dekryptering med kvantdatorer. Ett sätt är så kallad kvantnyckeldistribution (Quantum Key Distribution, QKD), en form av kvantkommunikation för att åstadkomma säkra förbindelser genom avlyssningssäker överföring av krypteringsnycklar, baserat på kvantmekaniska effekter. Det finns i dag kommersiella leverantörer av utrustning för QKD, men utvecklingen av tekniken är ännu på ett mycket tidigt stadium och bedöms i dagsläget inte vara tillämpbar i en bredare omfattning. QKD som framväxande teknologi kräver därför ytterligare forskning och utveckling.

Ett mer omedelbart tillämpbart sätt att skydda information är så kallad kvantteknologiskt säker kryptering (Post Quantum Cryptography, eller PQC). PQC syftar till att byta ut dagens kryptografiska algoritmer mot algoritmer som bedöms vara kvantdatorsäkra. Kvantdatorsäkra metoder för både nyckelutbyte, digitala signaturer och datakryptering är redan i dag standardiserade och tillgängliga och kan kombineras för att säkert utbyta nycklar och data. Arbete med utveckling av befintlig standard för PQC pågår.

Skydd av strategisk kvantteknik och ansvarsfull tillämpning av teknologier

Cyber-, forsknings- och informationssäkerhet är områden som blivit alltmer aktuella för att skydda strategiskt viktiga och skyddsvärda tekniker. Detta gäller inte minst inom kvantteknikområdet. Skyddsvärd teknik behöver identifieras och ett fortsatt arbete behövs för att motverka forskningsstöld, industrispionage samt oavsiktlig exponering av känsliga uppgifter som rör sådan teknik, samtidigt som största möjliga öppenhet upprätthålls när så är lämpligt.

Forskningssäkerhet och ansvarsfull tillämpning av teknologier

Den strategiska betydelsen av framväxande och banbrytande tekniker som kvantteknik har ökat som ett resultat av den rådande geopolitiska utvecklingen. Teknologisk utveckling och globalt teknikledarskap utgör i dag centrala delar av internationell maktkonkurrens. Detta innebär att alltmer av den konkurrensen sker i skärningspunkten mellan teknik, innovation, handel och säkerhet. Internationell samverkan ska präglas av öppenhet. Samtidigt finns ökande behov av att skydda strategisk teknik och kompetens samt nationella, akademiska och kommersiella värden.

Eftersom kvantteknik är ett högteknologiskt område under stark utveckling, med en tydlig geopolitisk betydelse och därmed höga skyddsvärden, kan området omfattas av krav på såväl säkerhetsskydd som exportkontroll liksom investeringsgranskning och specifika krav på informationssäkerhet. Detta påverkar möjligheterna till samarbeten, talangattraktion och investeringar. En miljö för internationella samarbeten och investeringar bygger på ömsesidigt förtroende och delat ansvar för säkerhet. Sverige ska utgöra en betrodd och aktiv partner inom ramen för internationella samarbeten för att främja säkerhet för kvantteknik och forskning. Kunskapsnivån om berörda regelverk, skyddsvärden och sårbarheter ska vara god hos alla som berörs av området.

Universitets- och högskolerådet, Vetenskapsrådet och Vinnova fick 2023 i uppdrag att föreslå hur arbetet med ansvarsfull internationalisering inom högre utbildning, forskning och innovation som bedrivs på universitet och högskolor, hos statliga forskningsfinansiärer och andra myndigheter skulle kunna främjas (U2023/02127). Detta har följts av andra uppdrag till Vetenskapsrådet (U2026/01032) och Vinnova (KN2026/01184), som lett till att en stödfunktion och riktlinjer tagits fram för ansvarsfull internationalisering, för säkra innovationsprocesser och för att utveckla cybersäkerhetsverktyg.

Kvantteknikens roll för cybersäkerhet

På grund av förväntningen att framtida utveckling av kvantdatorer kommer göra det möjligt att forcera dagens krypteringsmetoder är det redan nu viktigt att utveckla och tillämpa kvantdatorsäker kryptologi på dagens kommunikation. Det finns i dag flera olika metoder som kan motverka den sårbarhet i dagens kryptografiska lösningar som framtida kvantdatorer kan utnyttja. Valet av metod ska ske i enlighet med standarder som utvecklats och vidareutvecklas. Sverige behöver samla och utveckla kompetens kring de hot som finns och hur de bör bemötas inom olika samhällssektorer. Ett exempel på ett verktyg som kan användas är de rekommendationer för övergången till kvantsäker kryptografi som utarbetats av nationellt cybersäkerhetscenter (NCSC).

För att säkerställa cybersäkerhet och rådighet i en osäker omvärld behövs kompetens att utveckla, använda och hantera såväl klassiska som kvantsäkra krypteringsmetoder. Dessa komplementära metoder ger på sikt möjligheter att möta både kända och okända hot. En annan aspekt som framgår i den nationella strategin för cybersäkerhet (skr. 2024/25:121) är vikten av en god förmåga att både skydda säkerhetsskyddsklassificerade uppgifter och att kvantsäkra information som inte är säkerhetsskyddsklassificerad.

Delmål:

- Relevanta svenska aktörer ska delta i och vara aktiva och betrodda partners i relevanta internationella samarbeten och initiativ inom forsknings- och kvantsäkerhet.
- Sverige ska utveckla koordineringen och informationsspridningen mellan olika samhällsaktörer som är berörda av kvantteknik med både civil och militär användning.

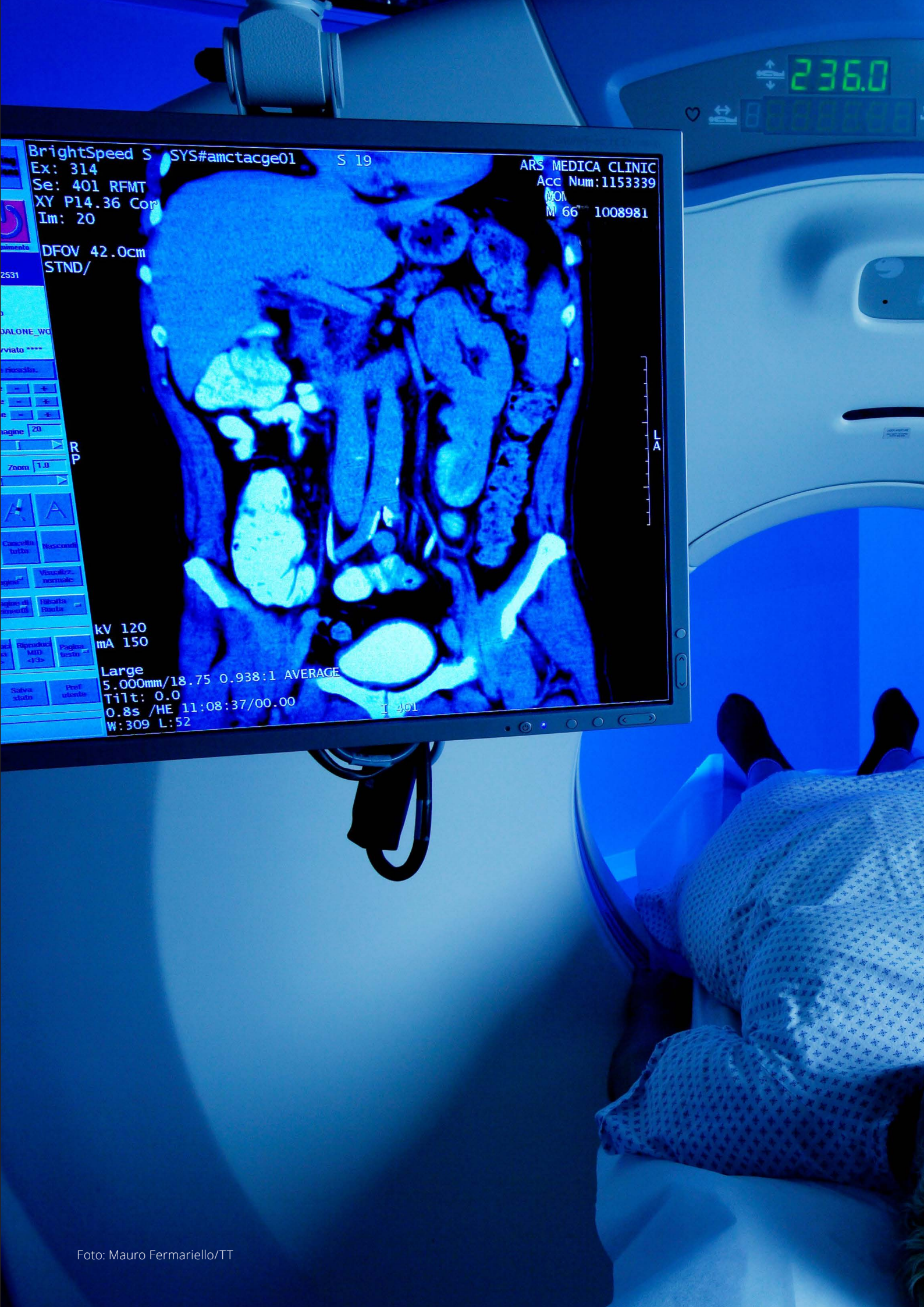


Foto: Mauro Fermariello/TT

Aktivt deltagande i internationella samarbeten

Den internationella utvecklingen kommer ha stor betydelse för Sveriges möjligheter att utvecklas på och dra nytta av kvantteknikområdet. Det är därför viktigt att aktivt främja svenska intressen. I strategin för Sveriges utrikeshandel, investeringar och globala konkurrenskraft (UD2023/01758) är ett av delmålen att Sveriges ställning som prioriterad partner för grön och digital omställning globalt ska stärkas. Därtill är internationalisering ett prioriterat område i regeringens forsknings- och innovationspolitiska proposition för åren 2025–2028 (prop. 2024/25:60). Sverige ska därför aktivt delta i ledande internationella forskningsmiljöer och organisationer inom kvantområdet. Sådana samarbeten ska bedrivas i linje med riktlinjerna för ansvarsfull internationalisering. Förmåga på kvantområdet är även viktigt för Sveriges bredare relevans som säkerhetspolitisk partner. Det internationella engagemanget ska omfatta såväl forsknings- och tekniksamarbeten som kvantteknikens ekonomiska och säkerhetspolitiska aspekter.

Sverige ska aktivt delta i det internationella samarbetet på det kvanttekniska området på såväl nordisk och europeisk som global nivå. Deltagandet har betydelse för att främja svenska företags möjligheter att exportera och samarbeta liksom svenska aktörers tillgång till information, teknik och samarbetspartners. Det svenska deltagandet i det internationella samarbetet med kvantteknikfrågor ska bland annat syfta till att forma internationella principer, riktlinjer och standarder, stärka svenska aktörers tillgång till information, teknik och samarbetspartners samt främja svenska företags möjligheter att exportera och samarbeta. Sverige ska tillsammans med likasinnade verka för öppenhet, interoperabilitet och säkerhet i värdekedjorna för kvantteknologier.

De nordiska länderna har starka forskningstraditioner inom kvantteknik och kan tillsammans utgöra en stark internationell aktör. För närvarande finns flera nordiska nätverk inom området. Inom ramen för Nordiska ministerrådet inrättades exempelvis i maj 2026 en arbetsgrupp för kvantteknik där Sverige medverkar. Andra exempel på nordiska nätverk är Nordic Quantum, NordiQuEst, och Nordic Quantum Life Science. Sverige ska också verka för att öka samarbetet med de baltiska staterna.

EU har i sin ekonomiska säkerhetsstrategi pekat ut kvantteknik som en strategisk teknologi för medlemsländernas ekonomiska säkerhet. I samband med det har det lämnats ett antal förslag som rör teknologier med dubbla användningsområden, däribland

Foto: SciLifeLab

ökad samordning av exportkontroll, förbättrat stöd till relevant forskning och vägledning avseende forskningssäkerhet. Kvanttekniken berörs även i flera lagförslag och initiativ på EU-nivå, däribland Chips Act1[1] och Euro HPC2[2] . Vidare finns EuroQCI (European Quantum Communication Infrastructure) som är ett initiativ för att bygga ett säkert kvantkommunikationsnätverk som spänner över hela EU samt inte minst den kommande Quantum Act som är ett planerat lagstiftningsinitiativ för att göra Europa till en ledande aktör inom kvantteknologi.

Gemensamma standarder och ramverk underlättar och effektiviserar gemensam teknikutveckling och tillämpning, bland annat genom interoperabilitet och kompatibilitet. Fastställda standarder är därför också främjande för kommersialisering, skalbarhet och industriproduktion och för konkurrenskraft. Sverige ska vara en aktiv deltagare inom bland annat internationella standardiseringsforum i syfte att verka för öppna, interoperabla och säkra standarder inom området.

I samarbeten med länder utanför EU-programmen kan bilaterala avtal vid behov etableras och utvecklas. För att möjliggöra smidiga samarbeten och teknikutbyten kan dessa avtal innehålla överenskommelser om exempelvis samverkansformer och immaterialrätt.

Sverige har nyligen tecknat ett bilateralt avtal med USA om tekniksamarbete (Technology Prosperity Deal), där kvantteknik är ett av flera samarbetsområden. Avtalet öppnar nya möjligheter för svenska forskare och näringslivet att knyta kontakter och inleda både kommersiella och forskningsinriktade samarbeten med amerikanska aktörer.

Sverige medverkar i de multilaterala initiativen Multilateral Dialogue on Quantum med ett forskningspolitiskt fokus och Quantum Development Group med säkerhetspolitiskt fokus. Inom ramen för det senare samarbetet finns ett flertal gemensamma åtaganden. Det innefattar bland annat att stödja skapandet av ett betrott kvantekosystem genom utvecklad forskningssäkerhet, investeringssäkerhet och resiliens i leveranskedjor. Därtill ska en mer stödjande investeringsmiljö främjas för att skala upp och kommersialisera kvantföretag, samt för att samarbeta kring utveckling av internationella kvantstandarder med fokus på industriell användning, interoperabilitet och utvecklingen av öppna globala marknader.

Även Sveriges inträde i Nato ger nya möjligheter för svenska myndigheter och företag att delta i samarbeten för att förbättra svensk säkerhet kopplat till kvantteknik. Nato har både policydokument och strategier kring strategiska teknologier och dubbla användningsområden, däribland en särskild strategi kring kvantteknologi. Kvantteknik är enligt strategin ett prioriterat område, och fokus ligger på utveckling och innovation för en säker, resilient och konkurrenskraftig användning. Som en följd av strategin initierades Transatlantic Quantum Community, som Sverige deltar i. Sverige ska fortsätta att delta inom det och de många andra forskarsamarbeten och initiativ som pågår inom alliansen.

Delmål:

- Sverige ska aktivt bedriva arbete för öppna och säkra standarder inom ramen för internationellt standardiseringsarbete.
- Svenska aktörers förutsättningar för att delta i internationella samarbeten ska öka.
- Samordningen inom kvantteknikområdet i Norden, Baltikum och på EU-nivå ska stärkas.
- Bilaterala och multilaterala samarbeten ska etableras med nationer utanför EU inom kvantteknikområdet, särskilt inom områden där Sverige strävar efter att vara ledande.
- Internationella samarbeten ska användas för att utbilda, attrahera och behålla talanger med kompetens inom kvantteknikområdet.
- Internationella samarbeten och samarbetsavtal ska användas för att skapa tillgång till internationell teknik, forskningsanläggningar och miljöer där olika forskningsaktörer möts.

1 Europaparlamentets och Rådets förordning 2023/1781 av den 13 september 2023 om en ram med åtgärder för att stärka Europas halvledarekosystem och om ändring av förordning (EU) 2021/694 (förordning om halvledare).

2 Rådets förordning (EU) 2021/1173 av den 13 juli 2021 om bildande av det gemensamma företaget för ett europeiskt högpresterande datorsystem och om upphävande av förordning (EU) 2018/1488.

Uppföljning

Långsiktighet är avgörande för framsteg och utveckling inom kvantforskning samt tillämpningar i innovation och industriell tillämpning. Den snabba tekniska utvecklingen inom området kommer radikalt att transformera teknikområdet och horisonten för vidare forskning liksom möjligheterna till utveckling av tillämpningar inom industri, försvar och samhälle. En strategi måste därför hållas aktuell för att utgöra ett användbart instrument för långsiktig planering och utveckling. Kvantteknikens mycket snabba utveckling och dess potentiellt stora betydelse för ekonomi, innovation och säkerhet gör att denna strategi regelbundet bör följas upp, utvärderas och utvecklas för att måluppfyllelsen ska kunna justeras utifrån utvecklingen och förändrade förutsättningar. En del i Vinnovas uppdrag om excellenskluster (KN2025/01161) är att ta fram kunskapsunderlag och färdplaner inom kvantteknik, då dessa är viktiga bidrag till regeringens regelbundna uppföljning. På så sätt skapas förutsättningar för att strategin fortsättningsvis ska kunna vara ett relevant och ändamålsenligt styrdokument för att möta utvecklingen inom kvantteknikområdet. De åtgärder som anges inom de olika strategiska områdena i strategin avser regeringen genomföra genom exempelvis myndighetsuppdrag.

Regeringskansliet
Växel: 08-405 10 00
www.regeringen.se