

*Komet kommenterar 2020:17, publicerad 2020-09-01*

**Kort om kvantdatorer – för beslutsfattare och andra som är nyfikna på hur aktuell teknik påverkar samhället**

## Kommenterad rapport

Iyer, A. **Quantum Computing**. *Tech factsheets for policy-makers*. Spring 2020 Series. Ed. Rosenfeld E, Lukin M, Oliver W, Jayanti A. Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School<sup>1</sup>

## Komet:s kommentarer

- Sverige ligger långt framme inom forskning som rör kvantdatorer. Professor Per Delsing vid Chalmers Tekniska högskola leder en stor satsning med medel från såväl forskningsfinansiärer och universitet som från industrin.<sup>2</sup> I likhet med de amerikanska satsningar som beskrivs i faktabladet bygger Sverige upp kunskap, system och kompetens inom området.
- Även på EU-nivå görs en storsatsning på kvantdatorer, Quantum Flagship.<sup>3</sup> Det är en av Europas största investeringar inom forskning och innovation och den omfattar i storleksordningen tio miljarder kronor. Sverige deltar tillsammans med många andra europeiska länder.
- Strävan efter att dra fördel av kvanttekniken är global. Redan i augusti 2016 sände Kina upp världens första satellit, Micius, som nyttjar tekniken för kommunikation.<sup>4</sup> Här har kvantteknik använts för att skapa kodnycklar som ger mycket säker informationsöverföring.
- Den amerikanska Nobelpristagaren i fysik Frank Wilczek är professor vid Massachusetts Institute of Technology (MIT) och vid Stockholms Universitet. Vid en presentation om bland annat kvantdatorer vid Forskningspolitiska dagen 2019 avrundade han med följande framtidsspaning (i översättning): "Utrymmet för kreativitet är enormt. Vi bör tänka såväl brett som långsiktigt".
- Även om det finns en stark utveckling inom området befinner sig dagens forskning ännu på grundforskningsnivå och att det dröjer innan mer praktiska tillämpningarna blir relevanta.

### *Korta faktablad om aktuell teknik*

*Belfer Center vid Harvard University ger ut en serie faktablad om aktuella teknikområden. Serien är riktad till politiska beslutsfattare i USA i syfte att ge överblick och förståelse av ny teknik. Komet Kommenterar gör en svensk uppföljning av serien.*

*Belfer Center for Science and International Affairs är del av Harvard Kennedy School of Government. Belfer arbetar bland annat med hur ny teknik kan komma till nytta i samhället.*

### Länkar

1. [www.belfercenter.org/sites/default/files/files/publication/QC\\_2.pdf](http://www.belfercenter.org/sites/default/files/files/publication/QC_2.pdf)
2. [www.chalmers.se/sv/nyheter/Sidor/Nu-startar-bygget-av-en-svensk-kvantdator.aspx](http://www.chalmers.se/sv/nyheter/Sidor/Nu-startar-bygget-av-en-svensk-kvantdator.aspx)
3. <https://qt.eu/>
4. [www.aerospace-technology.com/projects/micius-quantum-communication-satellite/](http://www.aerospace-technology.com/projects/micius-quantum-communication-satellite/)

## Sammanfattning av originalrapporten

En kvantdator kan lösa komplexa problem mycket snabbare än en vanlig dator. En beräkning som skulle ta flera år kan istället göras på några sekunder. Genom att utnyttja förmågan för delar i datorn att existera i flera och sammankopplade tillstånd på samma gång öppnas nya möjligheter för parallell informationsbehandling. Det finns förhoppningar om att kvantdatorer i framtiden kan användas för att lösa problem inom till exempel kryptografi, kemi, medicin, materialvetenskap och maskininlärning. Kvantdatorer tros vara särskilt lämpande för problem som har att göra med optimering.

Även om området är i en tidig utvecklingsfas så har det redan lockat till sig intresse från såväl forskare som nystartade och väl-etablerade företag som Google, IBM och Microsoft. Flera länder har investerat i teknikutvecklingen. Det finansiella stödet och intresset för området har snabbat på utvecklingen. Kompletta system för kvantberäkningar, särskilt sådana som är kommersiellt hållbara, ligger dock troligtvis decennier bort.

Några av områdets utmaningar är att skala upp systemen (eftersom man vill att qubits ska vara hoptvinnade blir de allt svårare att hantera när antalet ökar), att utveckla kontrollsystem, att få stabila system och att undvika störningar från omgivningen (som vibrationer, temperaturvariationer och elektromagnetiska vågor), att rätta upp fel på kort sikt men samtidigt undvika att korrigeringen medför fel på lång sikt, att skapa metoder för effektiv transformering av stora mängder data i "klassiskt format" till kvanttillstånd, design av algoritmer samt utveckling av mjukvara för kvantdatorer.

För närvarande fokuserar USA på att bygga upp teknisk kunskap, system för forskningssamarbete samt kompetens hos de som arbetar inom området. Kvantberäkning kan i framtiden påverka områden såsom digital säkerhet, hälso- och sjukvård och artificiell intelligens. Därför menar författarna att beslutsfattarna bör ha förståelse för hur tekniken kan komma att utvecklas. Författarna menar också att beslutsfattarna måste överväga hur kvantdatorer kan komma till nytta i samhället, samtidigt som risker för integritet och säkerhet måste hanteras.

### *Kort om tekniken*

*En vanlig dator arbetar med de binära talen 0 och 1 (eng. "bits"). En kvantdator använder istället kvantbitar (eng. quantum bits, "qubits") för att lagra och hantera information. Det är stor skillnad mellan bits och qubits. Bits kan liknas vid av-och-på-knappar som har två lägen. Qubits kan istället jämföras med en dimmer, som kan ha oändligt många lägen mellan av och på.*

*Kvantdatorer drar särskilt nytta av två egenskaper hos qubits. Det första är **överlagring**, vilket innebär att en qubit samtidigt kan vara "0" och "1". Eftersom den kan existera i båda tillstånden på samma gång så kan den utföra flera beräkningar samtidigt.*

*Det andra är **hoptvinning**, att flera qubits tvinnas ihop och fungerar som en grupp som hänger ihop. Detta gör att qubits kan dela information inom sin hoptvinnade grupp. Överlagring och hoptvinning gör att beräkningshastigheten är väsentligt mycket högre, ibland exponentiellt, jämfört med en vanlig dator.*

*Ett sätt att beskriva skillnaden är tankeexperimentet att datorn ska hitta vägen genom en labyrint. En vanlig dator skulle i tur och ordning prova alla tänkbara stigar tills den hittar den korrekta lösningen. Men en kvantdator skulle testa alla stigar på samma gång och därför snabbare ta sig ut ur labyrinten.*

### **Om Komet Kommenterar**

Komet kommenterar aktuella internationella rapporter som rör regelverk, teknikutveckling och innovation. Syftet är att ge ett svenskt perspektiv, sätta information i ett sammanhang och göra underlaget lätt tillgängligt.