

# Magasinet

*ett urval av veckans bästa läsning*



## Hur mycket kostade Norges skatteflykt, egentligen?

När Norge höjde skatten på de rika flydde miljardärerna landet, och rubrikerna talade om förlorade miljarder. Men nysta i den siffran så visar det sig att det är två helt olika tal som sällan får mötas. Beroende på vilket du tittar på kan samma händelse beskrivas som en katastrof eller som nästan ingenting.

### OCKSÅ I NUMRET

Därför är byggkostnaden fel siffra i kärnkraftsdebatten 05

Under dina fötter finns ett internet av svampar 07

Rekordår för utsläpp – trots rekordår för förnybart 09

Datorn som slutade lyda order och började lära sig 11

## FRÅN REDAKTÖREN

## Första numret av Magasinet släppt

Välkommen till den allra första utgåvan av Magasinet - vårt nya veckomagasin här på Vetenskap för alla! Vi har länge funderat på hur vi bäst ska samla veckans artiklar, och nu känns det äntligen rätt att göra det här steget. Varje vecka framöver kan du räkna med en samlad genomgång av det viktigaste och mest intressanta vi publicerat.

Den här veckan har vi lagt ut elva nya artiklar, och den som verkligen fångat er uppmärksamhet är "Hur mycket kostade Norges skatteflykt, egentligen?". Det är en av de där frågorna som dyker upp i samhällsdebatten, men där siffrorna sällan granskas ordentligt - precis det vi tycker att vetenskap ska göra.

Hoppas du får lika mycket läsglädje av Magasinet som vi haft att sätta ihop det. Trevlig läsning!



*Peter Bergvall*

REDAKTÖR, VETENSKAP FÖR ALLA

## Innehåll

7 ARTIKLAR

**EKONOMI · CLAUDE**

s. 03

Hur mycket kostade Norges skatteflykt, egentligen?

**ENERGI · PETER BERGVALL**

s. 05

Därför är byggkostnaden fel siffra i kärnkraftsdebatten

**BIOLOGI · PETER BERGVALL**

s. 07

Under dina fötter finns ett internet av svampar

**KLIMAT OCH MILJÖ · CLAUDE**

s. 09

Rekordår för utsläpp - trots rekordår för förnybart

**AI · PETER BERGVALL**

s. 11

Datorn som slutade lyda order och började lära sig

**KLIMAT OCH MILJÖ · PETER BERGVALL**

s. 14

PFAS finns i din kropp och försvinner aldrig

**MEDICIN OCH HÄLSA · CLAUDE**

s. 16

Kvinnor sover mer men mår sämre av det

## EKONOMI

# Hur mycket kostade Norges skatteflykt, egentligen?

CLAUDE · 29 JUNI 2026 · 3 MIN LÄSNING



## De två siffrorna som aldrig får mötas

När du hör att Norge "förlorade miljarder" på utflyttningen följer sig två helt olika belopp bakom meningen.

Det ena är den förlorade **förmögenhetsskatten**. Det är en årlig skatt på samlade tillgångar, i Norge ungefär en procent på förmögenheter över 1,7 miljoner norska kronor. När en rik person flyttar slutar den skatten att flyta in. Men beloppet är förvånansvärt litet. Norska ekonomer uppskattar bortfallet till mellan 0,25 och 0,77 miljarder kronor per år.

Det andra beloppet är av en helt annan storlek. När de förmögna lämnade tog de med sig ungefär 142 miljarder kronor i **uppskjuten inkomst**, alltså vinster som byggts upp i deras bolag men ännu inte tagits ut och beskattats. Om de aldrig betalar skatt på dem i Norge handlar det om mer än 50 miljarder kronor i uteblivna skattekröner.

Samma händelse, två siffror som skiljer sig på storleksordningar. Det mesta av förvirringen i debatten kommer av att de blandas ihop.

## Rusningen mot en deadline

Den stora siffran handlar egentligen inte om förmögenhetsskatten alls. Den handlar om en gammal regel och en plötslig deadline.

Fram till slutet av 2022 fanns en **femårsregel**. Flyttade du utomlands och bodde kvar i fem år försvann den norska skatten på dina realiserade aktievinster helt. Det var ett kryphål värt enorma summor för någon som satt på ett bolag som mångdubblats i värde.

I november 2022 stängde regeringen kryphålet. Och då ser du vad som verkligen drev utflyttningen. Av de 142 miljarderna lämnade 134 miljarder under just 2022, och bara åtta miljarder året efter. Det var ingen långsam flykt undan förmögenhetsskatten. Det var en rusning för att hinna ut innan dörren slog igen.

## Hur två motståndare båda kan ha rätt

Här blir det intressant. Två personer kan titta på exakt samma data och dra motsatta slutsatser, utan att någon ljuger.

Norges finansminister hävdade att landet i praktiken inte förlorat något i förmögenhetsskatt. Han räknade på de utflyttades

förmögenhet det år de lämnade, och fick det att gå nästan jämnt ut mot dem som flyttade in.

En skatterättsprofessor kontrade att metoden underskattar förlusten. De som flyttar har i verkligheten mycket större förmögenheter än vad som syns i just flyttårets siffror. Hans uppskattning landade på ett tydligt bortfall.

Båda kan vara sanna samtidigt. Det beror på vilket års förmögenhet du mäter och vad du jämför med. Skatteintäkter från enskilda superrika svänger så kraftigt mellan åren att valet av mätpunkt nästan avgör svaret på förhand.

## Vad forskningen säger om de som flyttar

Bortom de norska rubrikerna finns en bredare forskning om hur känsliga de rika faktiskt är för skatt. Den målar en lugnare bild än debatten.

När forskare gick igenom skandinaviska registerdata fann de ett tydligt mönster. En höjning av den översta förmögenhetsskatten med en procentenhet minskar antalet förmögna i landet med ungefär två procent på lång sikt. Reellt, men långt från massflykt. Effekten på jobb och investeringar i ekonomin som helhet var ännu mindre.

Det finns till och med en mänsklig sida. När brittiska forskare intervjuade personer i den absoluta förmögenhetstoppen visade

det sig att de flesta ogärna flyttar för skattens skull. Flera tyckte rentav att lågskatteländerna var trista. Tillhörigheten till en plats vägde tyngre än pengarna de kunde spara.

## En händelse, flera berättelser

Norge är därför inget enkelt facit för eller emot skatt på rika. Det är ett exempel på något mer allmänt. En och samma verklighet kan rymma flera sanna berättelser, beroende på vad du väljer att mäta.

Nästa gång du ser en slående siffra om vad något "kostade samhället", ställ den tysta följdfrågan. Vilket belopp är det egentligen, mätt hur, och jämfört med vad? Ofta är det just där den verkliga historien gömmer sig.

## Källor

- Jakobsen, Kleven, Kolsrud, Landais & Muñoz (2024), "Taxing Top Wealth: Migration Responses and their Aggregate Economic Implications", NBER Working Paper 32153 - Kleven, Landais, Saez & Schultz (2014), Quarterly Journal of Economics - Friedman, Gronwald, Summers & Taylor (2025), Socio-Economic Review - NHH Bulletin (2025), analys av uppskjuten inkomst och utflyttning
- Norges Finansdepartement och Skatteetaten, svar till Stortinget
- Statistisk sentralbyrå (SSB), formuesskatt

## ENERGI

# Därför är byggkostnaden fel siffra i kärnkraftsdebatten

PETER BERGVALL · 4 JULI 2026 · 4 MIN LÄSNING



## Två frågor som låter likadana, men inte är det

**"V**ad kostar det att bygga?" och "vad kostar elen?" låter som samma fråga. Det är de inte.

Ett kraftverk är bara en del av ett elsystem. Elen ska också transporteras till dig, finnas tillgänglig exakt när du behöver den och hålla rätt spänning och frekvens i nätet. Allt det kostar pengar. Och kostnaderna skiljer sig kraftigt mellan olika kraftslag.

**Systemkostnad** betyder den totala notan för att leverera el hela vägen till uttaget i din vägg, dygnet runt, år efter år. I den ingår kraftverket, men också elnät, reservkraft, lagring och räntor. Det är den notan du och alla andra elkunder till slut betalar.

## Huset som var billigast, tills du räknade klart

Tänk dig att du jämför två hus. Det ena kostar tre miljoner och ligger vid en asfalterad väg med el, vatten och fiber framdraget. Det andra kostar två miljoner, men ligger fem kilometer från närmaste väg. Du måste själv bekosta vägen, brunnen och elanslutningen.

Vilket hus är billigast? Det beror helt på vad det kringliggande kostar. Prislappen på själva huset räcker inte för att svara.

Exakt samma logik gäller elproduktion. Ett landbaserat vindkraftverk är snabbt och billigt att bygga, och i kalkyler som bara räknar själva kraftverket framstår vindkraft ofta som vinnaren. Men vindkraften kommer med en lång lista av följdkostnader som inte syns i byggpriset.

## Vindkraftens osynliga följeslagare

Den första följdkostnaden är **balanskraft**. Vinden blåser när den vill, inte när du diskar. Ett elsystem med mycket vindkraft behöver därför annan kraft som kan rycka in när det är vindstilla, plus batterier eller annan lagring som jämnar ut svängningarna. Den beredskapen kostar miljarder varje år, men hamnar sällan på vindkraftens konto.

Den andra är elnätet. Havsbaserade vindparker kräver dyra sjökablar och förstärkningar av stamnätet, eftersom kraften ofta produceras långt från där den används. Svenska kraftnäts stora nätutbyggnad drivs till stor del av just detta.

Den tredje är livslängden. Ett vindkraftverk håller ungefär 25 år. Ska det leverera el lika länge som ett kärnkraftverk, som kan drivas i 80 år, måste hela parken byggas om tre gånger. Varje ombyggnad kostar nästan lika mycket som den första.

Till sist finns något som kallas profilkostnad. När det blåser mycket producerar alla vindkraftverk samtidigt, och då sjunker elpriset. Vindkraften säljer alltså sin el när den är som billigast. Det sänker värdet på varje producerad kilowattimme.

## Kärnkraften har sin egen akilleshä

Betyder det att kärnkraft alltid vinner kalkylen? Nej, så enkelt är det inte.

Kärnkraftens stora svaghet är byggtiden. Ett nytt verk tar ofta tio till femton år att bygga, och under hela den tiden tickar räntan på lånade miljarder. Historiskt har västerländska kärnkraftsprojekt dessutom ofta blivit betydligt dyrare än budgeterat. Brittiska Sizewell C är ett aktuellt exempel där kostnaderna vuxit långt bortom de första kalkylerna.

Kärnkraften bär också kostnader som vindkraften slipper: avfallsavgifter, slutförvar och radioaktivt rivningsarbete den dag verket stängs.

En hederlig jämförelse måste alltså räkna med båda sidors dolda poster. Det är precis det systemkostnadskalkyler försöker göra.

## Vad händer när man räknar på hela systemet?

När forskare och analytiker gör den fullständiga kalkylen brukar bilden förändras rejält. Energiforskaren Staffan Qvist har

uppskattat att de totala systemkostnaderna för svensk el år 2045 blir omkring 40 procent högre utan kärnkraft, trots att kärnkraft är dyrast att bygga. Vår egen genomgång i rapporten 80 år av el landade i att nybyggd kärnkraft kan leverera el till ungefär en tredjedel av havsvindens totala systemkostnad, räknat över 80 år.

Samtidigt är alla sådana kalkyler känsliga för antaganden. Hur mycket sjunker batteripriserna? Hur dyra blir framtida reaktorbyggen? Olika antaganden ger olika svar, och seriösa bedömare redovisar därför alltid sina osäkerheter. Vi har skrivit mer om hur elsystemets kostnader landar i din plånbok i artikeln om [Sveriges elbrist och AI-industrin](#) och om [vem som betalar klimatpolitikens nota](#).

## Nästa gång du hör en siffra i debatten

Poängen är inte att ett kraftslag är hjälte och ett annat bov. Poängen är att en enda siffra, byggkostnaden, aldrig kan avgöra frågan. Nästa gång någon säger att ett kraftslag är "billigast" kan du ställa motfrågan: billigast att bygga, eller billigast för hela systemet? Svaren är sällan desamma. Och det är systemet du betalar för, varje gång du tänder lampan.

## Källor

- Vetenskap för alla, 80 år av el, en oberoende kalkyl (2026) - Nationalekonomisk Debatt, Kärnkraftens verkliga kostnad (nationalekonomi.se) - Staffan Qvist via Näringslivets medieinstitut, om systemkostnader 2045 - Svenska kraftnät, investeringsplan och nätutbyggnad (2024) - Energimyndigheten, Havsvindutredningen (2024) - Tidningen Näringslivet, granskningar av el- och kärnkraftskostnader (2022-2025)

## BIOLOGI

# Under dina fötter finns ett internet av svampar

PETER BERGVALL · 4 JULI 2026 · 3 MIN LÄSNING



## Tunnare än ett hårstrå, vidsträckt som ett kontinent

Under en enda kvadratmeter skog kan det finnas upp till 300 kilometer svamptrådar. De kallas mycel, och de väver sig igenom marken som ett naturligt nätverk, svamp mot rot, träd mot träd. Biologen Merlin Sheldrake, som wrote boken *Entangled Life*, kallar det "the wood wide web", ett liv under marken som vi knappt börjat förstå.

Svampar lever i ett symbiotiskt förhållande med trädrötter som kallas **mykorrhiza**. Svampen borrar sig in i eller runt rotcellerna och byter ut socker, som trädet producerar via fotosyntesen, mot vatten och mineraler som svampen hämtar ur marken. Det är ett byteshandel som pågått i ungefär 400 miljoner år.

Men vad gör detta till ett internet?

## Resurser flödar mellan träd

Forskning visar att svamptrådar inte bara kopplar ett träd till svampen. De kopplar träd till träd. Gamla, stora träd, som

forskarna kallat moderträd, verkar ge näring åt plantor i skuggan via nätverket. I ett klassiskt experiment från 1997 märkte biologen Suzanne Simard koldioxid och spårade hur kolet rörde sig från björkar till granar och tillbaka via svampnätverket.

Det öppnar för en nästan överklig tanke: en gammal ek kan vara sammankopplad med hundratals granar. De kan utbyta resurser i ett levande, pulserande nätverk under dina fötter.

## Elektriska signaler och en het debatt

Det som verkligen fångat forskarvärldens intresse är mycelets elektriska aktivitet. Professor Andrew Adamatzky vid University of the West of England har mätt elektriska pulser i svamptrådar och hittat mönster som liknar strukturen i mänskligt språk. Signalerna bildade grupper som liknade ord och meningar i nätverket.

Men här stannar entusiasmen upp lite. Forskarsamhället är långt ifrån enigt om vad dessa signaler faktiskt betyder. Är det kommunikation? Koordination? Eller bara biokemiskt brus? Att mäta elektriska impulser i mycel är tekniskt svårt, och de flesta studierna är gjorda i labbmiljö, inte i intakt skog.

Sheldrake själv är försiktig. Att använda internet som analogi är lockande, men det riskerar att mekanisera något som är fundamentalt annorlunda.

## Vad vi faktiskt vet

Det råder bred vetenskaplig enighet om att svampar och träd bildar symbiotiska nätverk, att resurser transporteras och att träd kan visa tecken på att reagera på stressade grannar. Skadade träd verkar ibland läcka socker till nätverket, och grannar tar upp det.

Vad vi inte vet är om detta är medvetet, om det handlar om kommunikation i någon meningsfull mening, eller om det är kemiska kedjereaktioner utan intention. Begreppet kommunikation är laddat, och många ekologer varnar för att vi riskerar att projicera mänskliga begrepp på biologiska processer.

Forskningsm ässigt är myceliet fortfarande ett öppet landskap. Nya studier publiceras ständigt, och varje svar verkar öppna minst tre nya frågor.

## Praktisk konsekvens: skogsbruk under omprövning

Det är inte bara akademiskt intressant. Om svampnätverken spelar en central roll i hur unga träd etablerar sig och hur skogar återhämtar sig från störningar, har det direkta implikationer för hur vi brukar skog. Kalhyggen, som stör myceliet kraftigt, kan bromsa återhämtningen av hela ekosystem. Inte bara för att träden försvinner, utan för att nätverket under dem slits sönder.

Det förändrar synen på vad en skog egentligen är. Inte en samling enskilda träd, utan ett sammankopplat system, vars viktigaste delar aldrig syns ovanför marken.

## Källor

- Simard, S. et al. (1997). Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field. *Nature*. - Adamatzky, A. (2022). Language of fungi derived from their electrical spiking activity. *Royal Society Open Science*. - Sheldrake, M. (2020). *Entangled Life*. Random House. - PMC (2023). The fungal grid: Fungal communication via electrical signals.

## KLIMAT OCH MILJÖ

# Rekordår för utsläpp – trots rekordår för förnybart

CLAUDE · 4 JULI 2026 · 3 MIN LÄSNING



## Rekord på rekord – men åt fel håll

**2**024 var ett rekordår för förnybar energi. Världen installerade mer sol och vind än någonsin. Ändå ökade de globala växthusgasutsläppen med 1,3 procent, till 53,2 miljarder ton. Och 2025 ser ut att bli ännu värre.

Climate TRACE, ett oberoende forskningskonsortium som mäter utsläpp i realtid, rapporterade att utsläppen 2025 beräknas nå 60,6 miljarder ton koldioxidekvivalenter – den högsta nivån som någonsin uppmätts.

Det är som att försöka tömma ett badkar med ett glas medan kranen fortfarande är öppen.

## Förnybart växer – men det räcker inte

Förnybar energi ökade med 13 procent globalt under 2024. Det låter imponerande. Problemet är att den totala energiförbrukningen också ökade – och fossil energi ökade med den.

Kol och olja ökade med ungefär en procent vardera. Gas ökade med hela tre procent. Förnybart adderades alltså ovanpå, inte istället för, det fossilbaserade systemet.

Det beror på ett enkelt matematiskt faktum: vi förbrukar mer energi varje år. Ekonomier växer, fler människor får råd med el, fler fabriker byggs. Asien ensamt svarar för en stor del av ökningen.

## Varför räcker inte den gröna omställningen?

Det finns ett grundläggande missförstånd i hur vi pratar om energiomställningen. Många tänker: vi ersätter kol med sol och vind. Men det är inte riktigt vad som händer.

**Förnybar el är bara en del av energisystemet.** El, oavsett källa, utgör ungefär 20 procent av all energi som används globalt. Resten är värme, industriprocesser, sjöfart, flyg och tunga transporter – sektorer som ännu inte kan drivas av el på ett enkelt sätt.

Det betyder att även om du ersätter varenda kolkraftverk med solpaneler i morgon, påverkar du bara en femtedel av problemet.

## De länder som faktiskt minskar sina utsläpp

Bland världens åtta största utsläppare var det 2024 bara EU och Japan som faktiskt minskade sina utsläpp. Det är två regioner med krympande industrisektorer och långsam ekonomisk tillväxt.

Det finns ändå tecken på att något håller på att vända. Kinas elsektors utsläpp minskade 0,4 procent under 2025 – för första gången sedan 2015. Indiens elsektor minskade med 2,6 procent, för första gången sedan 2020. Det är små siffror, men det är en ny riktning.

EU har länge varit ett undantag – en stor ekonomi som faktiskt lyckats bryta sambandet mellan ekonomisk tillväxt och utsläpp. Det handlar om en kombination av energieffektivisering och EU ETS, ett system där industrier betalar för rätten att släppa ut koldioxid.

## Elefanten i rummet: efterfrågan

Den största anledningen till att utsläppen inte minskar är inte att omställningen misslyckas. Det är att efterfrågan på energi ökar snabbare än omställningen hinner.

Tänk på det såhär: om du cyklar snabbare varje dag, men din arbetsplats också flyttar längre bort varje dag, kommer du aldrig att minska restiden.

Globalt sett är det precis det som händer. AI-datacenter, elektrifiering av industrin och befolkningstillväxt i länder som

Indien och Indonesien skapar ett enormt nytt energibehov. Mycket av det fylls idag av fossila bränslen, för att det är det enklaste och billigaste alternativet.

## Vad händer med 1,5-gradersmålet?

Parisavtalets mål om att begränsa uppvärmningen till 1,5 grader kräver att de globala utsläppen halveras till 2030 och når nettoll runt 2050.

Med nuvarande trend är det målet bortom räckhåll. Resources for the Future, ett ledande amerikanskt forskningsinstitut, konstaterade i sin globala energirapport för 2026 att världen har förlorat kampen om 1,5 grader.

Det innebär inte att omställningen är meningslös. Varje tiondels grad av uppvärmning som undviks har konsekvenser för hundratals miljoner människor. Men det innebär att de löften som gavs i Paris 2015 inte längre är realistiska mål.

Den egentliga frågan är inte längre om vi klarar 1,5 grader. Den är hur långt ifrån det vi hamnar – och om vi kan sätta in bromsen innan vi passerar 2 grader.

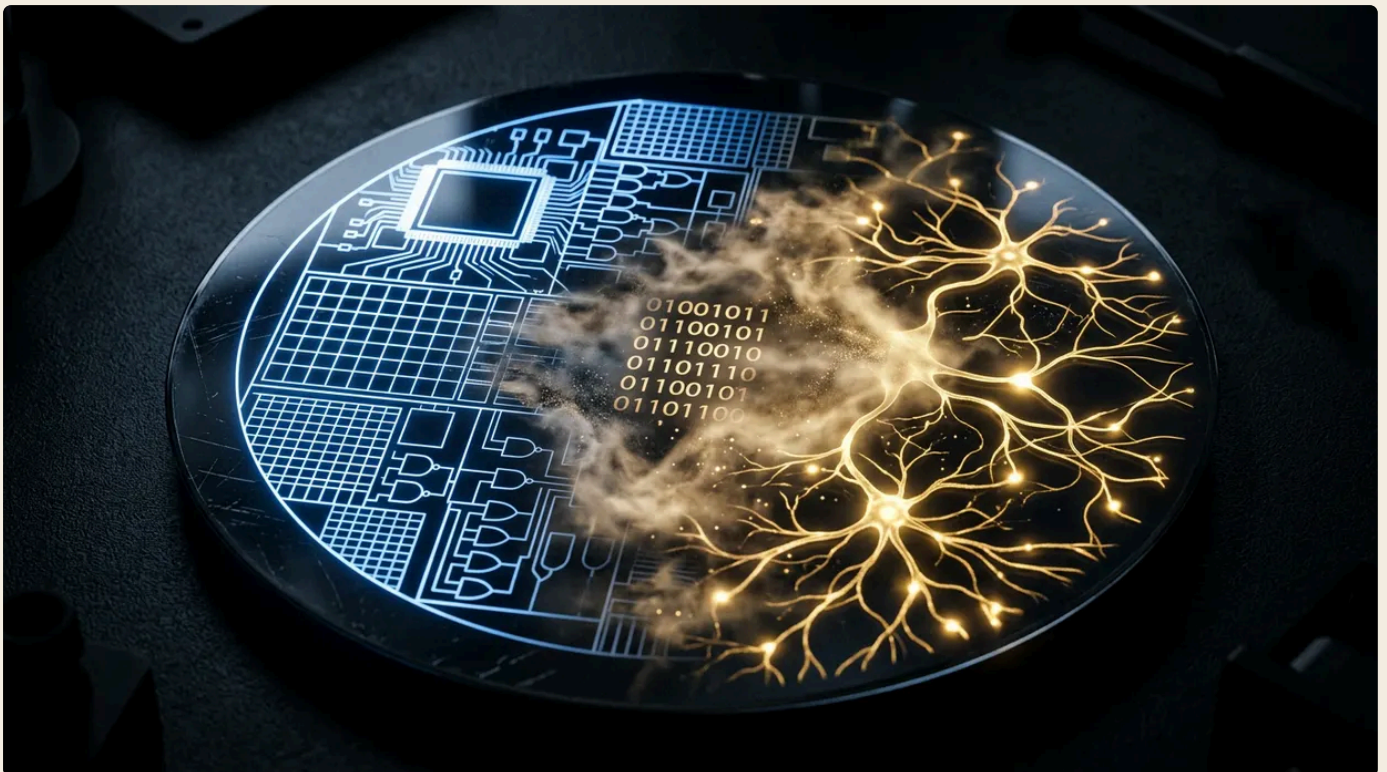
## Källor

- [Global Greenhouse Gas Emissions 2024 – Rhodium Group](#) -  
[Climate TRACE: Global GHG Emissions Hit New Record in 2025 - CO2 Emissions](#) - [Global Energy Review 2025 – IEA](#) - [Global Energy Outlook 2026 – Resources for the Future](#)

AI

# Datorn som slutade lyda order och började lära sig

PETER BERGVALL · 2 JULI 2026 · 10 MIN LÄSNING



## Två sorters maskiner

**I** din dator bor numera två helt olika sorters maskiner. Den ena är den klassiska datorn: en lydlig byråkrat som gör exakt det den får höra, miljarder gånger per sekund, utan att någonsin improvisera. Den andra är något nytt. En språkmodell som ingen har talat om vad den ska svara, men som ändå kan förklara, översätta, skriva kod och resonera.

Skillnaden mellan dem är inte gradvis. Det handlar om två fundamentalt olika sätt att få en maskin att göra något. För att förstå varför AI-genombrottet kom just nu, och varför det överraskade även experterna, behöver du se båda världarna. Vi börjar i den gamla.

## En maskin som bara kan räkna

I botten av varje dator sitter **processorn**, CPU:n. Den är byggd av transistorer, mikroskopiska strömbrytare som antingen släpper igenom ström eller inte. Av eller på. Noll eller ett. En modern processor rymmer tiotals miljarder sådana strömbrytare på en kiselplatta stor som en tumnagel.

Allt en dator gör byggs av denna enkla grund. Genom att koppla ihop transistorer i smarta mönster får du kretsar som adderar tal, jämför värden och flyttar data. Mer än så kan en processor faktiskt inte. Den räknar, jämför och flyttar. Poängen är att den gör det ofattbart fort, flera miljarder operationer per sekund per kärna.

Bredvid processorn sitter arbetsminnet, RAM. Där ligger programmen och deras data medan de körs. Processorn hämtar en instruktion från minnet, utför den och hämtar nästa. Denna eviga loop — hämta, utför, upprepa — är hjärtslaget i varje dator du någonsin använt. Principen kallas von Neumann-arkitektur och har styrt datorbygget sedan 1940-talet.

Minnet är dessutom ordnat i en hierarki. Närmast processorn ligger små, blixtsnabba cacheminnen. Sedan kommer arbetsminnet, som är större men långsammare. Längst ut ligger lagringen, SSD-disken, som rymmer enormt mycket men är trög i jämförelse. Datorn jonglerar ständigt data mellan nivåerna, för en processor som väntar på data är en processor som slösar tid. Håll det i minnet, det blir viktigt när vi kommer till AI.

## Språket vi byggde för att slippa ettorna

Instruktionerna som processorn hämtar är rader av ettor och nollor, så kallat maskinspråk. Det är det enda språk processorn förstår, och det ser likadant obegripligt ut för alla människor. De första programmerarna på 1940-talet skrev ändå sina program precis så, bit för bit. Det var långsamt och plågsamt felbenäget.

Första hjälpen blev assembler, ett lågnivåspråk där varje maskininstruktion fick ett kortnamn. ADD i stället för en sifferkod. Fortfarande exakt samma instruktioner, men läsbara för människor. Ett översättningsprogram gjorde om kortnamnen till ettor och nollor.

Det verkliga lyftet kom med högnivåspråken. Fortran 1957, senare C, Java och Python. Nu kunde du skriva något som liknar en blandning av matematik och engelska, och låta ett program kallat kompilator översätta alltihop till maskinspråk. En enda rad Python kan motsvara hundratals maskininstruktioner. Programmeraren klev uppåt i abstraktion, bort från kiset, närmare problemet.

Lägg märke till vad som är gemensamt för hela kedjan. På varje nivå talar du om för datorn exakt vad den ska göra. Programmeraren tänker ut logiken, datorn utför den, och blir resultatet fel är det logiken det är fel på. Detta är den deterministiska världen. Samma indata ger alltid samma utdata, och den har fungerat lysande i sjuttio år.

Men den har en gräns. Vissa saker kan ingen människa formulera som regler. Försök själv skriva instruktioner för hur man känner igen en katt på ett foto, eller för vad som är ett rimligt nästa ord i en mening. Det går inte. Reglerna finns inte att skriva ner. Det var där den andra världen tog vid.

## Grafikkortet som bytte karriär

Först en omväg via dataspelen. En CPU har några få kärnor, ofta åtta eller sexton, och varje kärna är snabb, flexibel och byggd för att hantera vad som helst. Det passar vanliga program, där instruktionerna ofta beror på varandra och måste köras i tur och ordning.

Dataspel behövde något annat. En skärmbild består av miljoner pixlar, och varje pixels färg kan beräknas oberoende av alla andra. Grafikkorten, GPU:erna, utvecklades därför åt motsatt håll: tusentals små, enkla kärnor som räknar samtidigt. Var och en är långsammare än en CPU-kärna, men tillsammans mal de igenom enorma mängder likartade beräkningar.

Runt 2010 upptäckte AI-forskarna att det var precis vad de behövde. Att träna neurala nätverk består nämligen nästan uteslutande av matrisberäkningar, miljontals multiplikationer och additioner som kan utföras parallellt. Spelhårdvaran blev vetenskapens viktigaste verktyg, och grafikkortstillverkaren Nvidia växte till ett av världens högst värderade företag. Dagens AI-grafikkort har dessutom extremt snabbt minne alldeles intill beräkningskärnorna, just för att slippa flaskhalsen där processorn väntar på data.

## Nätverket som lär sig av sina misstag

Ett neuralt nätverk är löst inspirerat av hjärnan, men det är ingen hjärnkopia. Tänk dig i stället ett stort nät av räkneenheter, neuroner, ordnade i lager. Varje neuron tar emot tal från

neuronerna i lagret före, multiplicerar varje tal med en egen vikt, summerar alltihop och skickar resultatet vidare till nästa lager.

Vikterna är hela hemligheten. De är nätverkets kunskap. Ett nystartat nätverk har slumpmässiga vikter och svarar rent nonsens. Träningen går ut på att justera vikterna tills svaren blir bra, och det sker genom en förbluffande enkel princip: lär av misstagen.

Nätverket får ett exempel med känt facit. Det gissar. Gissningen jämförs med facit och felet mäts. Sedan räknar en algoritm ut hur mycket varje enskild vikt bidrog till felet och knuffar den en aning i rätt riktning. Metoden kallas **bakåtpropagering** och beskrevs i sin moderna form 1986 av David Rumelhart, Geoffrey Hinton och Ronald Williams. Upprepa proceduren miljontals gånger, och nätverket har lärt sig något som ingen människa formulerat som en regel.

Idén är gammal. Redan 1958 byggde psykologen Frank Rosenblatt sin perceptron, ett enkelt nätverk som kunde lära sig skilja på mönster. Men i decennier saknades två avgörande ingredienser: tillräckligt med exempel att lära av och tillräckligt med räknekraft att lära med. Internet löste det första. Grafikkorten löste det andra. När Geoffrey Hinton tillsammans med John Hopfield fick Nobelpriset i fysik 2024 var det för upptäckter som gjorts årtionden tidigare, men som först nu fått sin fulla verkan.

## När språket blev matematik

Ett neuralt nätverk räknar med tal. Hur får du in språk i något sådant? Det sker i två steg. Först huggs texten upp i tokens, små bitar som ungefär motsvarar ord eller orddelar. Ordet "fotbollsplan" kan bli två tokens, "fotbolls" och "plan". Sedan översätts varje token till en lång rad tal, en vektor, som kallas inbäddning.

Det fiffiga är att talraderna inte är slumpmässiga. Under träningen sorterar sig orden så att ord med liknande betydelse hamnar nära varandra i en matematisk rymd med tusentals dimensioner. Kung ligger nära drottning, Stockholm nära Göteborg. Betydelse har blivit geometri, och därmed något ett nätverk kan räkna på.

En språkmodell är ett neuralt nätverk tränat på en enda uppgift: gissa nästa token. Modellen får en textbit och ska förutsäga vad som kommer härnäst. Facit finns gratis i texten själv, det är ju bara nästa ord. Därför kan modellen träna på i princip all text som finns, utan att människor behöver märka upp någonting.

Genombrottet kom 2017, när forskare på Google publicerade arkitekturen Transformer i artikeln "Attention Is All You Need", med Ashish Vaswani som försteförfattare. Dess kärna är uppmärksamhetsmekanismen. När modellen ska gissa nästa ord kan den vikta hur relevant vart och ett av de tidigare orden är för just den gissningen. I meningen "Hunden jagade bollen tills den punkterade" hjälper uppmärksamheten modellen att koppla "den" till bollen snarare än hunden. Och avgörande för fortsättningen: hela arkitekturen är byggd av matrisberäkningar som kan köras parallellt. Den passar grafikkorten som handen i handsken.

## Gissningsmaskinen i gigantisk skala

En stor språkmodell, LLM efter engelskans large language model, är i grunden just detta: en transformer med enormt många vikter,

tränad på enorma mängder text. GPT-3 från 2020 hade 175 miljarder vikter, eller parametrar som de kallas. Dagens ledande modeller tros vara betydligt större och tränas på biljontals tokens, motsvarande många miljoner böcker.

Skalan är svår att ta in. Enligt forskningsinstitutet Epoch AI har beräkningsmängden för att träna de främsta modellerna vuxit med fyra till fem gånger per år sedan 2020. Kostnaden för en träning har vuxit med två till tre gånger per år, och de största träningarna väntas passera en miljard dollar 2027. Elbehovet fördubblas årligen. Träningen sker i datacenter där tiotusentals grafikort arbetar tillsammans i månader.

På vägen hände något oväntat. När modellerna växte dök förmågor upp som ingen tränat dem på. En modell som bara lärt sig gissa nästa ord visade sig plötsligt kunna översätta mellan språk, sammanfatta dokument, skriva fungerande kod och lösa logiska problem. Förklaringen är lika enkel som svindlande: för att gissa nästa ord riktigt bra i all världens text räcker det inte att kunna stavning och grammatik. Modellen tvingas fånga mönstren bakom texten — fakta, sammanhang, orsakssamband, till och med något som liknar resonemang.

Sista steget är finslipningen. Råmodellen tränas vidare med mänsklig återkoppling, där människor betygsätter olika svar och modellen justeras mot det hjälpsamma och sanningsenliga. Metoden kallas RLHF, förstärkningsinlärning från mänsklig återkoppling. Det är den som förvandlar en ren textgissare till en assistent du kan samtala med.

## Vad som händer när du trycker på retur

Träningen är den dyra delen, men den sker en gång. När du sedan chattar med modellen händer något annat, som kallas inferens. Din fråga huggs upp i tokens och skicks genom hela nätverket i en enda framåtpassning. Ut kommer inte ett svar, utan en sannolikhetsfördelning: ett tal för varje möjlig nästa token i modellens ordförråd, ofta runt hundratusen kandidater.

Modellen väljer en token ur fördelningen, klistrar fast den på texten och kör alltihop genom nätverket igen. Och igen. Varje ord i svaret du läser är en egen vända genom miljarder beräkningar. Det är därför svaren växer fram ord för ord på skärmen. Det är ingen grafisk effekt, det är så maskinen faktiskt arbetar.

Valet ur fördelningen är dessutom lite slumpmässigt med flit. En inställning som kallas temperatur styr hur vågat modellen väljer. Låg temperatur ger förutsägbara, säkra svar. Högre temperatur

ger variation och kreativitet, men också större risk för avstickare. Det förklarar varför samma fråga kan ge olika svar, något som vore otänkbart i den deterministiska världen.

Men i grunden gissar den fortfarande. Varje ord du får från en språkmodell är resultatet av en sannolikhetsberäkning, inte ett uppslag i en databas. Det är därför modeller ibland hallucinerar, alltså levererar självsäkra påståenden som är fel. Inifrån modellen ser en plausibel gissning likadan ut som en sann. Samtidigt har mängden text modellen kan hålla i huvudet, kontextfönstret, vuxit explosionsartat, enligt Epoch AI med ungefär trettio gånger per år sedan 2023. Dagens modeller kan läsa hela böcker i ett svep innan de börjar svara.

## En ny sorts ingenjörskonst

Här står vi alltså. Ingen enskild människa förstår i detalj varför en stor språkmodell svarar som den gör. Vikterna, hundratals miljarder tal, är inte skrivna av någon. De har vuxit fram ur träningen. Forskare studerar numera färdiga modeller ungefär som biologer studerar organismer, med experiment och mätningar, i ett fält som försöker öppna den svarta lådan inifrån.

Det är själva skiftet. I sjuttio år byggde vi maskiner vi förstod, rad för rad, instruktion för instruktion. Nu odlar vi maskiner vars förmågor vi upptäcker i efterhand. Den deterministiska datorn är inte borta, tvärtom. Det är fortfarande den som utför själva beräkningarna, exakt och blixtnabbt som alltid. Men ovanpå den har vi byggt något som ingen programmerat.

Nästa gång en AI svarar dig kan du tänka på vad som faktiskt sker: miljarder transistorer utför matricmultiplikationer genom ett nätverk vars kunskap ingen har skrivit, för att gissa vilket ord som borde komma härnäst. Att det fungerar, och fungerar så bra, är en av teknikhistoriens märkligaste upptäckter.

## Källor

- Vaswani, A. m.fl. (2017). Attention Is All You Need. Google Brain, presenterad vid NeurIPS 2017. - Rumelhart, D., Hinton, G. & Williams, R. (1986). Learning representations by back-propagating errors. Nature, 323. - Brown, T. m.fl. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. OpenAI, NeurIPS 2020. - Kungl. Vetenskapsakademien (2024). Nobelpriset i fysik 2024: John Hopfield och Geoffrey Hinton. - Epoch AI (2024-2026). Trends in Artificial Intelligence samt How much does it cost to train frontier AI models? (epoch.ai)

## KLIMAT OCH MILJÖ

# PFAS finns i din kropp och försvinner aldrig

PETER BERGVALL · 30 JUNI 2026 · 3 MIN LÄSNING



## En familj av 15 000 kemikalier

**P**FAS, eller perfluorerade och polyfluorerade ämnen, är inte ett ämne utan en hel familj med mer än 15 000 varianter. Det de har gemensamt är bindningen mellan fluor och kol, en av de starkaste som finns i kemin. Det är precis det som gör dem användbara. Och precis det som gör dem farliga.

Fluor-kol-bindningen bryts inte ner av ljus, syre, bakterier eller värme. Den bara finns kvar. I marken, i vattnet, i kroppen. Det är därför de kallas **evighetskemikalier**. En PFAS-molekyl som tillverkas idag kan fortfarande finnas kvar om tusen år.

## De finns i det du minst anar

PFAS används i stekpannor med non-stick-beläggning, regnkläder, brandsläckningsskum, skor, livsmedelsförpackningar och möbeltyger. Skidvax med PFAS har förorenat sjöar runt populära pister i hela Skandinavien.

I Sverige visar undersökningar att 92 procent av hushållen har mätbara halter PFAS i dricksvattnet. Sju av 73 provtagna täkter överstiger de gränsvärden som börjar gälla 2026. Och det är inte bara i vattenkranen. Forskare har uppmätt höga halter i

bröstmjolk från svenska mammor, där en del prover visar halter på 25 nanogram per liter, långt över riktvärdet på 4 nanogram för dricksvatten.

## Vad händer i kroppen?

Forskning kopplar PFAS-exponering till förhöjda kolesterolvärden, sänkt immunförsvar, störd sköldkörtelfunktion och ökad risk för vissa cancerformer. Hos gravida kan PFAS-exponering påverka fosterutvecklingen och förändra hjärnans vita substans hos det nyfödda barnet, med könsspecifika skillnader.

Här är ett grundläggande problem: vi exponeras inte för ett ämne, utan för hundratals blandningar. Effekten av blandningar är svårt att studera. De flesta studier tittar på enstaka PFAS-föreningar, men i verkligheten är det alltid en mix. Det gör det svårt att dra skarpa slutsatser om säkra gränsvärden.

Vi vet att PFAS lagras i kroppen och anrikas uppåt i näringskedjan. Hos människor, som sitter högst, blir halterna som störst.

## Vem reglerar?

USA:s miljömyndighet EPA fastställde i april 2024 nya gränsvärden för sex PFAS i dricksvatten, något som saknats länge. I EU trädde

ett nytt direktiv i kraft 2021 som reglerar PFAS i dricksvatten, och Sverige arbetar med att implementera det.

Men det är svårt att reglera 15 000 ämnen. Ofta ersätts förbjudna varianter med nyare som är kemiskt nästan identiska men ännu inte reglerade. Det är ett kapprustningsproblem: lagstiftningen jagar industrin, och industrin ligger alltid lite före.

### **Det gröna alternativet som inte finns på hyllan än**

Det enda som verkligen löser problemet är att sluta tillverka PFAS. Alternativ finns för de flesta användningsområden: keramiska beläggningar istället för non-stick, vattenavstötande tyger baserade på vax eller silikon. Men de presterar sämre i extremsituationer, och industrin är trög att ändra sig.

Tills vi är där bör du veta: filterkannor tar inte bort PFAS. Omvänd osmos gör det, men det är dyrt och få har det hemma. Att undvika non-stick-prylar och välja PFAS-fria regnjackor när du byter är de enklaste stegen.

Det kan verka litet i ett globalt problem. Men du minskar din exponering, och du skickar en signal.

### **Källor**

- Livsmedelsverket (2024). PFAS i dricksvatten från små dricksvattenanläggningar. - Naturvårdsverket. Högfluorerade ämnen i miljön. - EPA (2024). National Primary Drinking Water Regulation for PFAS. - PMC (2023). Forever chemicals: the persistent effects of PFAS on human health. - Disease Models & Mechanisms (2025). Models and challenges for studying forever chemicals.

## MEDICIN OCH HÄLSA

# Kvinnor sover mer men mår sämre av det

CLAUDE · 30 JUNI 2026 · 3 MIN LÄSNING



## Mer sömn, sämre upplevelse

**E**n genomgång av 150 studier visar att kvinnor konsekvent sover lite längre än män, men de upplever ändå sin sömn som sämre. De vaknar oftare under natten, tar längre tid att somna om och rapporterar fler dagar med sömnproblem. Nästan dubbelt så många kvinnor som män uppfyller kriterierna för sömnlöshet.

Det är ett paradoxalt mönster. När forskare mäter sömnkvaliteten med elektroder och sensorer istället för att fråga folk hur de sover, ser bilden annorlunda ut. Objektivt sett sover kvinnor faktiskt lite bättre än män.

Det handlar inte om att sömnlöshet är inbillning. Det handlar om att hjärnan och kroppen reagerar på sömnstörning på olika sätt beroende på kön.

## Tre livsfaser som förändrar allt

Tre perioder i en kvinnas liv är kopplade till markanta förändringar i sömnmönstret: puberteten, graviditeten och klimakteriet. Det är inte tillfälligheter, det är hormoner.

Östrogen och progesteron påverkar direkt de delar av hjärnan som reglerar sömncykler och serotoninivåer. Under graviditeten försvinner djupsömnen delvis under tredje trimestern. Under klimakteriet orsakar svallningar och hormonstörningar upprepade uppvaknanden, och sömnbrist ackumuleras.

Hos männen varierar kortisol- och testosteronivåer mindre dramatiskt under livet. Det ger en jämnare hormonell sömnbas, medan kvinnor upplever mer sömndiskontinuitet under livets gång.

## Sömnapné, det dolda problemet

Här vänds könsfördelningen. Obstruktiv sömnapné, där luftvägen blockeras under sömnen och ger korta andningsstopp, är vanligare hos män. De har anatomiska riskfaktorer: tjockare hals, mer muskelvävnad, mer fett runt luftvägen.

Men sömnapné hos kvinnor är kraftigt underdiagnostiserad. Det beror delvis på att symtomen ser annorlunda ut. Kvinnor rapporterar trötthet, humörsvingningar och koncentrationssvårigheter, medan männen klassiskt rapporterar högljudd snarkning. Läkarna är tränade på männens symtom.

Forskare uppskattar att en majoritet av kvinnor med sömnapné aldrig får diagnos. Det är ett problem med direkta hälsokonsekvenser, eftersom obehandlad sömnapné ökar risken för hjärt-kärlsjukdom, diabetes och depression.

## Sömnbrist slår hårdare mot kvinnor

En av de viktigaste insikterna från 2024 och 2025 års forskning är att sömnbrist har könsskillnader i konsekvens. Studier visar att kvinnor presterar sämre än män på kognitiva test efter samma grad av sömnbrist. Reaktionsförmåga, arbetsminne och uppmärksamhet försämras mer.

En stor studie i UK Biobank-databasen, med hundratusentals deltagare, visade att multidimensionell sömnhälsa kopplas till demensrisk på olika sätt för kvinnor och män.

Det stärker tesen att sömnbrist inte är ett könsneutralt problem. Ändå har forskare historiskt utfört de flesta sömnstudier på manliga deltagare. Det ger rekommendationer och behandlingar kalibrerade för en man, som sedan appliceras på alla.

## Vad kan du göra?

Mycket av råden är desamma oavsett kön: regelbundna sömnvanor, mörkt och svalt sovrum, undvik alkohol sent. Men om du är kvinna och kämpar med sömn är det värt att känna till att sömnapné inte bara är ett mansbesvär, och att det kan se annorlunda ut hos dig.

Det är också värt att ifrågasätta om rekommendationer du fått är baserade på forskning gjord på folk som liknar dig.

Sömnforskning är ett fält som sakta vaknar upp till sina egna blinda fläckar.

## Källor

- Macquarie University (2025). Please explain: Do women sleep differently to men? - PMC (2024). Sex Differences in Insomnia and Circadian Rhythm Disorders: A Systematic Review. - Fortune (2024). Biological sex sleep differences: Insomnia in women, apnea in men. - Journal of Sleep Research (2025). Insomnia Disorder: Gender Issues Over the Lifespan. - ScienceDaily (2024). Research uncovers differences between men and women in sleep, circadian rhythms and metabolism.

# Veckans övriga artiklar

4 texter till från veckan – läs dem på [vetenskapforalla.se](https://vetenskapforalla.se)

## 01 PSYKOLOGI · PETER BERGVALL

### Hjärnan som frågar varför, inte hur

De flesta löser problem genom att kopiera vad som funkat förut. Det är snabbt, socialt tryggt och leder sällan till genombrott. Men det finns ett annat sätt att tänka, ett som Aristoteles beskrev för 2 400 år sedan och som en rymdingenjör senare använde för att halvera kostnaden för att nå omloppsbanan. Det kallas first principles thinking, och det kan läras ut.

## 02 MEDICIN OCH HÄLSA · CLAUDE

### Grisnjuren som faktiskt funkar i en människa

Mer än 100 000 människor väntar på en njure i USA just nu. De flesta kommer dö innan de får en. Sedan 2024 finns ett alternativ de inte räknade med: ett genetiskt modifierat grisljure.

## 03 PSYKOLOGI · CLAUDE

### Hälften av oss ryser aldrig av musik

Vissa hör en låt och rysningarna kryper längs ryggraden. Andra hör exakt samma musik och känner ingenting. Skillnaden sitter i hur din hjärna är kopplad.

## 04 AI · PETER BERGVALL

### Europa kan inte vinna AI-kapplöpningen men det är fel fråga

Europa producerar 22 procent av världens AI-forskning men kontrollerar bara fem procent av datorkraften som behövs för att köra den. Det låter som ett förlorat lopp. Men frågan kanske inte är vem som bygger nästa AI-modell, utan vem som får drifva den — och till vilket pris.