



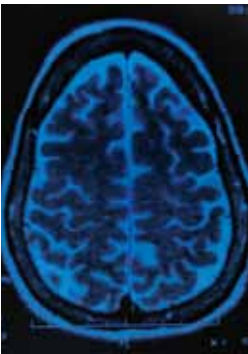
$$x \pm \beta \cos \frac{1}{2}(\alpha \pm \beta)$$

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (1+x)^n =$$

$$+ \beta \cos \frac{1}{2}(\alpha - \beta) \quad a^2 +$$

$$\frac{1}{1!}x + \frac{n(n-1)x^2}{2!} + \dots \quad E = mc^2$$

$$-\frac{\pi d^4}{32} \quad x =$$

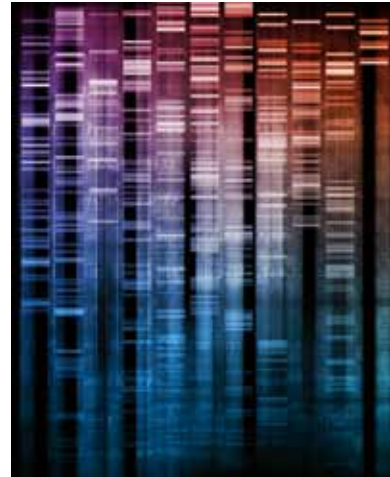
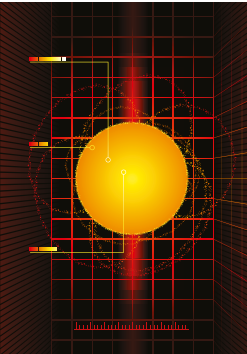


MATEMATIK finns i allt

```

</script>
form method="post"
input type="hidden"
select name="user"
script language="php"
$query = "SELECT
$result = mysql_
if(mysql_num_
// we have at least
while($row = mysql_
print"</pre>

```



Matematik finns i allt

© 2010. Utarbetad av Kungl. Vetenskapsakademiens klass för matematik i samarbete med Svenska Matematikersamfundet och Svenska Statistikfrämjandet.

Redaktionskommitté: Anders Björner, Siv Engelmark Cederborg, Johan Håstad och Holger Rootzén.

Kontakt: Kungl. Vetenskapsakademien
Tel: 08-622 05 60, e-post: info@mittag-leffler.se

Fotografier: J-O Yxell/Chalmers, John T. Consoli/University of Maryland, Eddie Dahlin, Denny Lorentzen, Petter Quick/CMIV, Shutterstock

Grafisk form: Pelle Isaksson
Tryck: Edita Västra Aros

Matematik finns i allt

Matematik finns i mobiltelefoner, bilar och oljetankers. Internet byggs med matematik. Statistik och matematik förbättrar världens produktion av mat och gör att industrin kan tillverka och distribuera produkter mer effektivt. De hjälper oss att förstå och styra vår ekonomi och vårt samhälle. Ny matematik och statistik bidrar till utvecklingen inom kemi och fysik, och den är nödvändig för att vi ska förstå modern biologi och klimatvetenskap.

Att kartlägga det första mänskliga genomet tog tolv år. Idag kan vi kartlägga hundratals mänskliga genom i veckan. Befintlig matematik räcker inte för att vi ska kunna använda sådana enorma datamängder, vi behöver utveckla ny matematik. Då kan vi lättare förstå sambanden mellan gener och sjukdomar, eller hur klimatförändringar påverkar riskerna för översvämningar, stormar, värmeböljor och torkperioder.

Forskning inom matematikområdet, i Sverige och internationellt, är mycket intensiv. Ny matematik efterfrågas från allt fler användningsområden och skapas hela tiden. Dels som resultat av kunskapsökande inom matematiken, dels i samspel med tillämpningarna. Dessa två aspekter är svåra att separera. Många av de tillämpningar ni kan läsa om på de följande sidorna har sin grund i matematik som ursprungligen forskades fram utan tanke på eventuell användbarhet.

Matematiken är ett av den mänskliga kulturens storverk. Den har många andra viktiga aspekter än de som framhävs här. I denna lilla skrift vill vi enbart påvisa att matematiken har en mångfacetterad och fundamental betydelse för vårt moderna samhälle. Matematiken genomsyrar vår vardag. Den finns i allt.



Rita Colwell

är professor vid universitetet i Maryland och vid Johns Hopkins universitetet. Hon var National Science Foundations elfte chef och har haft uppdrag som rådgivare åt USAs regering, i vetenskapliga organisationer, privata stiftelser och det internationella forskarsamhället. Hon är ledamot av Kungl. Vetenskapsakademien.

Matematik gör forskningen mer effektiv

Forskningsrådet i USA dubblerade satsningarna

Matematik gör att forskningen inom många områden blir mycket effektivare och det är exceptionellt viktigt, säger den framstående amerikanska forskaren Rita Colwell. När hon blev chef för det amerikanska forskningsrådet National Science Foundation, stod därför ökade anslag till matematik högt på agendan.

– Ett av mina mål var att dubbla budgeten för forskning i matematik och jag är glad att jag lyckades med det. Matematik är ett kraftfullt verktyg både för att skapa förståelse och för att analysera stora mängder information, säger Rita Colwell som var chef för National Science Foundation mellan åren 1998 och 2004.

Hennes egen forskning handlar om infektionssjukdomar. Det var hon som på 60-talet

upptäckte att kolerabakterien kan gå i dvala för att under mer gynnsamma förhållanden bli smittsam igen. Rita Colwell var också den första att undersöka hur klimatförändringar påverkar spridningen av infektionssjukdomar. År 2010 fick hon Stockholm Water Prize för sina banbrytande insatser för att förebygga kolera.

Rita Colwell har själv haft stor nytta av matematik i sina arbeten.

– Jag har använt matematiska modeller för att se korrelationen mellan sjukdomar och faktorer i miljön som temperatur, salthalt, tungmetaller, näringsämnen med mera, och statistik för att designa experiment och analysera resultaten. Matematik är det mest tvärvetenskapliga området av alla och ett gemensamt språk för all vetenskap och teknik, säger hon.

Grunden för hela utvecklingen är matematik

Volvo lastvagnar gör virtuella försök

Ljud, luftströmmar, emissioner och hyttkonstruktion. Det är många processer som simuleras när forsknings- och utvecklingsavdelningen vid Volvo lastvagnar utvecklar lastbilar. Det minskar kostnaderna och höjer kvalitén.

– Förr byggde man prototyper för att testa idéer. Idag har en tuff konkurrens gjort ledtiderna mycket kortare och vi måste göra simuleringar av hur olika typer av teknik ska fungera innan vi bygger prototyperna, säger Anders Ydergård som är företagets forsknings- och utvecklingschef.

Utvecklingsavdelningen simulerar bland annat ljudet runt lastbilen för att se att det inte är för högt. De simulerar luftströmmar runt bil och motor för att optimera kylning och minska luftmotstånd och bränsleför-

brukning. Via simuleringar kan de också få detaljinformation som är näst intill omöjlig att förutse på annat sätt.

– Att bygga en lastbilshytt är till exempel ett komplicerat pussel med ett stort antal tredimensionella plåtbitar som ska passa ihop. Ett mängd detaljer påverkar den geometriska kvalitén på den färdiga hytten, som var svetspunkter sitter, i vilken ordning de sätts dit eller från vilken ände man börjar svetsa, berättar Anders Ydergård.

Den bästa lösningen får de fram genom olika virtuella experiment. Basen är matematiska algoritmer som beskriver processerna de vill studera.

– Matematik är grunden för hela utvecklingen. Den kommer in hela tiden. Det finns ett oerhört stort antal områden att räkna på, säger han.



Anders Ydergård

är forsknings- och utvecklingschef vid Volvo lastvagnar.

Virtuella experiment

Dyra och tidskrävande prototypförsök kan ersättas med snabba och billigare datorsimuleringar. Inte minst är effektivt utnyttjande av datorberäkningar en överlevnadsfråga för bilindustrin. Många olika sorters matematik spelar en central roll för detta, ofta sådan som Sverige är bra på.

Forskningen får oväntade tillämpningar

Mycket av den matematik som idag har stor betydelse inom många olika områden forskades ursprungligen fram utan tanke på några tillämpningar. Den är ett resultat av forskares nyfikenhet och upptäckarglädje. Sannolikt kommer även en stor del av dagens matematikforskning att få nya och oväntade användningsområden i framtiden, men vilka resultat som kommer att bli betydelsefulla kan vi inte veta redan nu. Ett exempel på forskningens oväntade tillämpningar är datorsimuleringar som används i fordonsindustrin, som ni kunde läsa om på föregående sida. Här är några fler exempel:



Sorterar information

På Internet finns oöverskådliga mängder ostrukturerad information. Tack vare sökmotorer som sorterar fram rätt information, är det ändå inget problem att hitta den mest relevanta. Bakom kulisserna agerar en listig tillämpning av teorin för egenvärden till positiva matriser.

För över...

Med hjälp av fiberkabelteknik kan man överföra ofantligt stora datamängder. Men det skulle inte gå att använda moderna fiberkablar utan kunskap om vissa speciella lösningar till icke-linjära differentialekvationer, så kallade solitoner.

...och komprimerar data

Stora datamängder kan effektivt överföras och lagras om de komprimeras. En metod för datakompression möjliggörs av teorin för wavelets, som används i allt från trådlös kommunikation till jpg-filer. Svensk forskning bidrar framgångsrikt till utvecklingen.

Rättar fel

Vid kommunikation uppkommer ofta fel på grund av störningar, som repor i en cd-skiva eller intergalaktiskt brus i signaler från rymdsonder. Felrättande koder återskapar förlorad information närmast mirakulöst. De finns i allt från dvd-spelare till kommunikationssatelliter och bygger på smarta tillämpningar av teorier för ekvationslösning.

Skapar 3D- bilder

Magnetröntgenkameror och datortomografi, som används bland annat för att skapa bilder av människans inre, skulle vara otänkbara utan den matematiska teorin för vad som kallas radontransformen. Tredimensionella bilder återskapas från viss begränsad täthetsinformation.

Gör det optimalt

Hur fördelas frekvenser för mobiltelefoni? Hur schemaläggs på ett optimalt sätt logistiken inom flyget? Hur skall ett mikrochip med tusentals processorer designas? Lösningarna till mängder av sådana optimeringsproblem har sin grund inom algebra, grafteori och kombinatorik. De har stor betydelse för svensk industri och förvaltning.

Tolkar genetiska koden

Matematik är viktig för forskning inom medicin och mikrobiologi. Det gäller till exempel tolkning av den genetiska koden och av cellsignaler. Matematik krävs också för förståelse inom systemfysiologi, infektion och immunitet, utvecklingsbiologi, spridning av sjukdomar och ekologi.



Kerstin Lindblad-Toh

är chef för Uppsaladelen av svenska Science for Life Laboratory och för avdelningen för däggdjurens genomik vid Broad Institute vid Harvard och MIT i Boston.

Biovetenskap

Matematiker är alltmer involverade i forskningen inom medicin och molekylärbiologi. Det gäller till exempel för att tolka den genetiska koden och cellsignaler. Ny matematik behövs för att planera gigantiska försök och analysera resultaten av dem. Möjligheterna är enorma.

Gigantiska genstudier förklaras med matematik

Forskare jämför 30 arters gener

Snabbare analyser och ökade kunskaper driver på utvecklingen inom genteknikområdet. Möjligheterna att göra storskaliga försök ökar, men också datamängderna. Matematiken är viktig för att analysera den information som samlas in.

I ett pågående jätteprojekt med forskare från över tio länder jämförs generna hos 29 olika däggdjur med människans. Arbetet kräver gigantiska försök.

– Vi tittar på en miljard ställen samtidigt. Då krävs matematik som kan räkna ut om de likheter vi hittar bara är slumpmässiga eller om de har en biologisk betydelse, säger professor Kerstin Lindblad-Toh som leder studien.

Hittar man sekvenser som ser likadana ut, kan man vara säker på att de styr viktiga

processer i cellerna. Annars hade de inte bevarats genom hela evolutionen. Forskarna tror därför att de bland dessa kan hitta flera av de sekvenser som reglerar geners aktivitet i människor.

Kerstin Lindblad-Toh har lett arbetet med kartläggningen av de 29 däggdjurens genom. När forskarna analyserade hästens och hundens gener tittade de också på sambanden mellan gener och sjukdomar. Resultaten kan användas för att leta efter motsvarande samband hos människa. Det finns stora likheter mellan människans och hundens, liksom människans och hästens arvs massa.

– För att hitta sjukdomsgenerna genererar man profiler av arvs massan hos friska och sjuka individer. Sedan utvärderar man statistiskt var dessa profiler mest skiljer sig åt, säger hon.

Kryptering kräver avancerad matematik

Ericsson gör kommunikationen säker

Mobiltelefonen måste vara säker och det är tack vare matematiken som den inte kan avlyssnas. Kommunikationen krypteras med hjälp av matematiska metoder som i praktiken gör det omöjligt för utomstående att komma åt den.

Det är inte bara kommunikationen som ska vara säker. Även alla tjänster vi använder i telefonen ska vara det. Vi måste också kunna lita på att telefonen och den bärbara datorn gör det vi vill att de ska göra.

– Matematiken är fundamental för att uppnå denna säkerhet. Kommunikationen krypteras och för att kunna göra det krävs att man kan avancerad matematik eftersom de som knäcker koder också är kunniga, säger Mats Näslund.

Han är Senior Specialist inom kryptografi på Ericssons forskningsavdelning och jobbar med

att säkra såväl kommunikationen som nätverket som den skickas genom.

Bärbara telefoner gör det enklare för oss att kommunicera med andra. Men de är också lättare att avlyssna än meddelanden som skickas via kabel som i fasta telefoner. Därför finns idag ett konsortium av mobiloperatörer och tillverkare som bestämmer hur krypteringsalgoritmerna i mobilnäten ska se ut. Nu är en del av utmaningen att näten blir allt snabbare.

– Krypteringsalgoritmer baseras på matematiska operationer. Okrypterad klartext omvandlas via kryptering med hjälp av en nyckel. Det gäller att hitta matematiska operationer som trots sin komplexitet hänger med i överföringshastigheten. Den får inte stoppa upp dataflödet. Min uppgift är att förstå, analysera och hitta effektiva sätt att implementera algoritmerna, säger Mats Näslund.



Mats Näslund

är Senior Specialist i kryptografi på Ericssons forskningsavdelning.

Kryptografi

Systemen för säker kommunikation bygger på vissa delar av de hela talens teori. Helt avgörande är kunskap om så kallad primtalsfaktorisering av sammansatta tal, något som matematiker funderat över sedan antiken. Sverige har duktiga forskare inom området.

Matematiken behövs för framtidens utmaningar

Kongressbiblioteket i Washington DC, Library of Congress, är världens största bibliotek. De mer än 96 miljoner böckerna och manuskripten innehåller 100 terabyte data. I år kommer minst en miljon gånger mer data än så att skapas. Om tio år hundra gånger mer. Datamängderna inom vetenskap, i industrin och i samhället blir alltmer omfattande och ökar i en takt som är svår att förstå. Det ger oss nya utmaningar, men också möjligheter. För forskare i matematik och statistik gäller det att utveckla metoder för att klara problemen och använda de möjligheter som skapas. Det kan handla om hur man bäst planerar gigantiska försök, finner mönster och strukturer i enorma datamängder eller hittar de guldkorn som finns gömda i berg av siffror. Utmaningarna finns inom många områden. Här är åtta exempel:

Modellera biologin

En ny svensk simuleringsmodell använder två miljoner differentialekvationer för att beskriva hur ett hjärta fungerar. Men ännu mera detaljerad, realistisk och flexibel modellering kommer att behövas för att utveckla framtidens nya individanpassade läkemedel och behandlingar.

Göra fartyg säkrare

För att uppskatta risker för utmattningsbrott utrustas fartyg med elektronisk utrustning som mäter belastningen på många ställen och som ger massiva datamängder. Förutsägelser av framtida belastningar och risker baseras på detaljerade matematiska modeller för vindar och vågor på hela världshavet och under hela fartygets livslängd.

Reda ut näten

Internet, Facebook och proteininteraktion. En ny gren av matematiken som sysslar med modellering, informationsextraktion och förståelse av tekniska, sociala och biologiska nätverk växer fram. Den är ännu i sin linda och ny matematik kommer att behövas.

Filma i detalj

Långa filmer som följer mikroskopiska förlopp är viktigt för forskning inom många områden. Bildmängdernas komplexitet och storlek ställer extrema krav på modellering och analys. Resultaten är viktiga för materialvetenskap, samt för läkemedels- och livsmedelsindustrin.

Hantera finanser

Varje dag läggs data om många hundra miljoner finansiella transaktioner ut på nätet. Dessa kan användas för att förbättra resultat och minska risker i finansiella institutioner, och matematiska metoder utvecklas snabbt. Att inte delta i denna utveckling skulle utsätta svensk ekonomi för stora risker.

Optimera strålning

Ny teknik gör det möjligt att individanpassa strålbehandling för maximal effekt och minimala biverkningar. Optimering av behandlingen kräver extremt dataintensiva beräkningar. Nya behandlingar, som lättjonstrålning, innebär nya utmaningar för matematiken.

Spara fibrer

Detaljerad matematisk och statistisk modellering av dynamiken i miljontals fibrer i en pappersbana kommer att ge papper med bättre egenskaper och med mindre materialåtgång. Detta är av centralt intresse för Sverige.

Tolka klimatdata

En enda klimatsimulering genererar många gigabyte data. Mängderna som varje dag samlas in via satelliter och väderstationer är ännu större. Nya matematiska och statistiska metoder behövs för att med hjälp av dessa data förstå effekterna av klimatförändringar.

