

## Framtidens Programvarusystem

- Klassiska utsagor
- Framtida tekniker
  - € Kvantmekanik: kvantdatorn
  - € Nanometerteknik:
    - Nanoelektronik
    - Molekylär Nanoteknik
  - € Amorf beräkningsteknik
- Framtida programvarusystem
  - € Allmänt scenario
  - € Försvars- o\_ insatssystem

ILBRA, SESAM 00-10-18

1



## Klassiska utsagor (1)

”This telephone has too many shortcomings to be seriously considered as a means of communication. The device is inherently of no value to us”.

Western Union, 1876

”Heavier-than-air flying machines are impossible”

Lord Kelvin, Royal Society, 1895

”The wireless music box has no imaginable commercial value. Who would pay for a message sent to nobody in particular”

D Sarnoff's associates, 1920s

ILBRA, SESAM 00-10-18

2



## Klassiska utsagor (2)

”I think there is a world market for maybe five computers”  
T Watson, Chairman IBM, 1943

”Where a calculator on the ENIAC is equipped with 18 000 vacuum tubes and weighs 30 tons, it is possible that the computer of the future may have only 1 000 vacuum tubes and weigh only 1.5 tons”  
Popular Mechanics, 1949

## Klassiska utsagor (3)

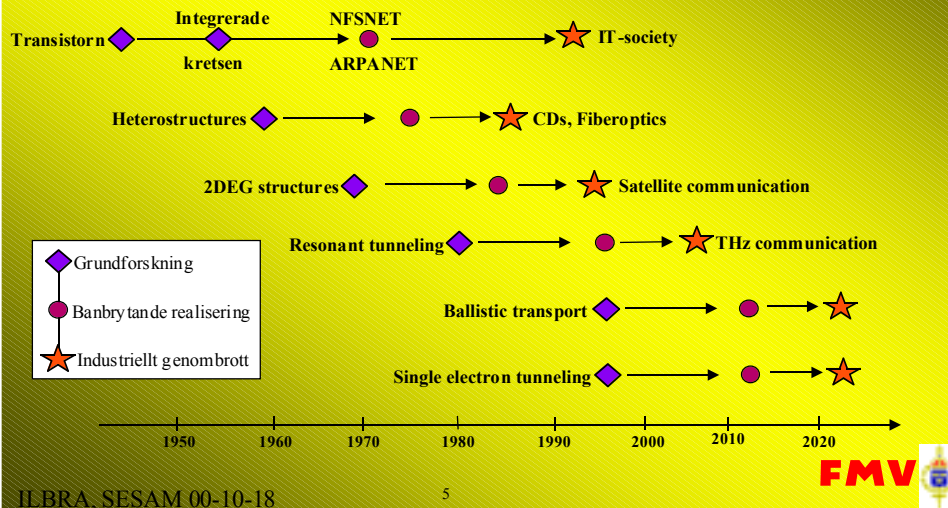
”Data processing is a fad that won't last out the year”  
Editor for Prentice Hall, 1957

”Aldrig någonsin kan en elektronisk räknemaskin ersätta Facits högkvalitativa mekaniska räknemaskiner”  
Utvecklingschef på Facit, 1967

”640 K of memory ought to be enough for anybody”  
Bill Gates, 1981

”Internet är en fluga som kanske blåser förbi”  
I Uusmann, 1996

## Strategisk betydelsefulla genombrott ur grundläggande fysik



## Framtida tekniker: Kvantdatorm (1)

### •Vad

- Representationi kvantbitar: sannolikheten att en kvantmekanisk enhet befinner sig på visst ställe.
- Överlagring av flera tillstånd samtidigt.
- Beräkningsresultat genom mätning (fixering till visst tillstånd).

### •Möjligheter

- Enorm beräkningskraft (faktor  $10^{19}$  vid 64 kvantbitar)
- Supersnabba simuleringar/beräkningar/sökningar
- Extrem miniaturisering (långt utöver nano- o halvledarteknik)

## Framtida tekniker: Kvantdatorn (2)

### •Svårigheter

- Begreppsmässigt: ett paradigmskifte.
- Störkänslighet: kvanttillstånd förstörs av oavsiktliga mätningar o växelverkan med omgivningen.
- Begränsningar i hur en kvantdator kan byggas.
- Komplexa system med
  - € enorma mängder beräkningsresultat
  - € behov av stora lagringutrymmen.
- Uppskalning: att realisera en dator med tillräckligt många bitar.
- Kostsam i konstruktion och drift.

## Framtida tekniker: Kvantdatorn (3)

### •Tillämpningar

- Brett spektrum från maskin- till programvara:  
Transistorer, lasrar, väderprognoser, bildbehandling, simuleringar ...
- Specialtillämpningar:
  - € Kryptering via kvantparallella beräkningar  
(lätt avslöja obehöriga försök att tappa av information).
  - € Dekryptering av koder dagens datorer ej klarar.
  - € Supersnabba sökningar över stora volymer

## Framtida tekniker: Kvantdatorn (4)

### •Var idag

- Kvantalgoritmer: finns för faktoriseringar, sökningar, nyckelkryptering m m.
- Kvantbit: har realiserats vid ngn 1/100-dels grad över absoluta nollpunkten ( $-273,16^\circ$ ).
- Kvantdatorer: klarar idag 100/10 logiska operationer på 2 resp 7 kvantbitar.
- Brus- & skalproblem: vid  $> 100$  kvantbitar.
- Kvantinfo-konferens: Rochester Univ, USA, 2001-06-10--16 (1:a internationella konferensen).

## Framtida tekniker: Kvantdatorn (5)

### •När användbar

- Antal bitar fördubblas per 1-4 år.
- 10 bitars dator för specialtillämpning: 2 år  
generella ... : 10 år
- 100 bitars dator om 10-100 år
- Faktorisering möjlig av tal  $< 10^{999}$ :  $>20-30$  år

## Framtida tekniker: Kvantdatorn (6)

### •Konsekvenser för programvarusystem

*Ny revolutionerande grundteknik* ➔

- Personal: Kompetensutveckling: helt nya tankebanor
- Process: Extremt höga krav Q-styrn/-säkr (av verktyg).  
Autom. kodgenerering, resultatutvärdering  
ProgramUtvMetodik ➔ Genereringsteknik
- Produktions-  
miljö: Ny typ av stödverktyg
- Produkt: Bemästra nya problem (störn av kvant//, indeterm)  
Nya språk, primitiver, abstraktioner.  
Nya Lösningstrategier o -algoritmer.  
Proaktiva system snarare än reaktiva

## Framtida tekniker: Nanometerteknik (1)

### •Vad

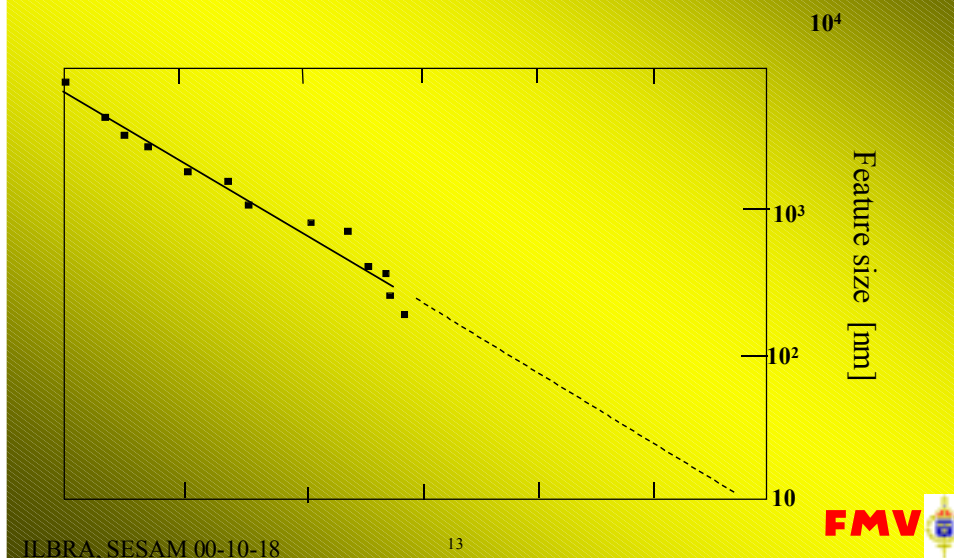
- Sammanfattande begrepp för tekniker, som möjliggör hantering av enheter ned på nanometer nivå (1-100 nm).

### •Möjligheter

- Effektiv bit-sättning (ström: > elektron, där dagens:  $10^4$ - $10^7$ )
- Inga kylbehov ( -''- )
- Inget läckage till grannledning
- Ökad beräkningskraft
- Miniatyriseringar utöver mikroteknikens möjligheter

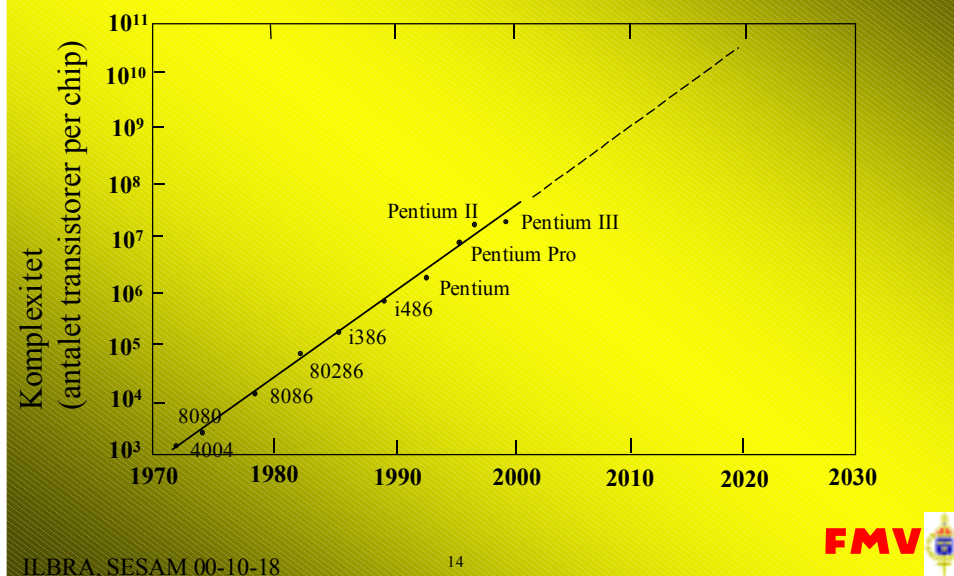
# Framtida tekniker: Nanoelektronik (1)

## Miniatyrisering - var går gränsen?



## Moore's första lag

Antalet transistorer/chip dubblas var 18:e månad



## Framtida tekniker: Molekylär Nanoteknik (1)

### •Vad

- Teknik på lägsta materialnivå (atomer o molekyler) baserad på kemi, mol.biologi, fysik, mekanik, datorteknik för konstruktion och styrning av:
- System av molekylära maskiner o robotar.

### •Möjligheter

- Konstruktion från materiens mest fundamentala byggstenar (till lägre kostnad än traditionell tillverkning).
- Ökad beräkningskraft (en faktor  $10^3$ - $10^5$ ).
- Simuleringar/beräkningar långt snabbare än realtid ?
- Miniatyriseringar utöver dagens halvledarteknik.

## Framtida tekniker: Mol. Nanoteknik (2)

### •Svårigheter

- Exakt positionering ➔ Molekylära robotar.  
av atom o molekul.
- Termiska störningar ➔ Kylning, styva material (?)
- Höga tillverknings- ➔ Självkopierande systemdelar,  
kostnader. ➔ Systemsäkerhetsregler.
- Komplexa system

### •Tillämpningar

- Ett brett spektrum:  
Medicin, rymdteknik, miljö, materialvetenskap,  
datorteknik.



## Framtida tekniker: Mol. Nanoteknik (3)

- **Var idag** Exempel:
  - Molekylära maskiner: differentialväxel, switch, enkel pump (6K atomer), styranordning (2,6K atomer).

- **När användbar**
  - Beror på tillämpning
  - 20 år (t ex cancerbehandling)

## Framtida tekniker: Mol. Nanoteknik (4)

### • **Konsekvenser för programvarusystem**

*Förfinad grundteknik* →

- Personal: Kompetensutveckling: auktorisation
- Process: Mer automatgenerering-färre manuella inslag
- Produk- Fler verktyg bl a för
  - tions- specifiering, modellering,
  - miljö: kodgenerering.
- Produkt: Bemästra nya problem (från ingående grundtekniker)
  - Nya specifikationspråk
  - Specialiserade realiseringspråk
  - Nya arkitekturer, primitiver, abstraktioner
  - Större urval lösningsstrategier o algoritmer.

## Framtida tekniker: Amorfa och Cellulära beräkningstekniker (1)

### • Vad

–A: Beräkningar utförda lokalt i otaliga, oregelbundet lokaliserade, asynkront kommunicerande och likvärdiga element.



C: Amorfa beräkningar, där logiska kretsar o digital teknik realiserats mha -och i- levande celler.

## Framtida tekniker: Amorfa och Cellulära beräkningstekniker (2)

### • Möjligheter

–Ny typ av system baserade på den samlade effekten från en ofantlig mängd interagerande element, var o en med egen instans av ett gemensamt program.

–Billiga system ur massproducerade, informations-, beräknings- o kommunikationselement.

–Stor beräkningskraft i o m massiv parallell bearbetning

–A: Simuleringar/beräkningar snabbare än realtid

C: (Cellulär teknik långsammare).

## Framtida tekniker: Amorfa och Cellulära beräkningstekniker (3)

### • Svårigheter

- Ny typ av system: stora, komplexa, agentbaserade utan direkt mänsklig interaktion.
- Nya arkitekturer o programmeringsmetoder för styrning av amorfa system.
- Hur acceptabla resultat ur otillförlitligt underlag?
- Kunskap både i datorteknik o cellbiologi för realisering av digitala celler.
- Variationer i invärden: Brusmarginaler nödvändiga.
- Beräkningskraft vid cellulär teknik?

## Framtida tekniker: Amorfa och Cellulära beräkningstekniker (4)

### Tillämpningar

- Integrerade informations- beräknings- o kommunikationspartiklar sprinklade över ytor/inbakade i material
- Biologiska celler anpassade att fungera som sensorer och ställdon.
- Programmerbara transportörer av läkemedel.
- Kemiska fabriker för sammansättning av strukturer på nanometernivå.

## Framtida tekniker: Amorfa och Cellulära beräkningstekniker (5)

### • **Var idag**

- I nivå med elektronikens barndom under 1900-talet.
- Enkla amorfa system baserade på regler o modeller för evolutionär utveckling.
- Enkla specificeringspråk för komplexa mönster.
- Simulator för verifiering av genetiska digitala kretsar.

### • **När användbar**

- 20 år

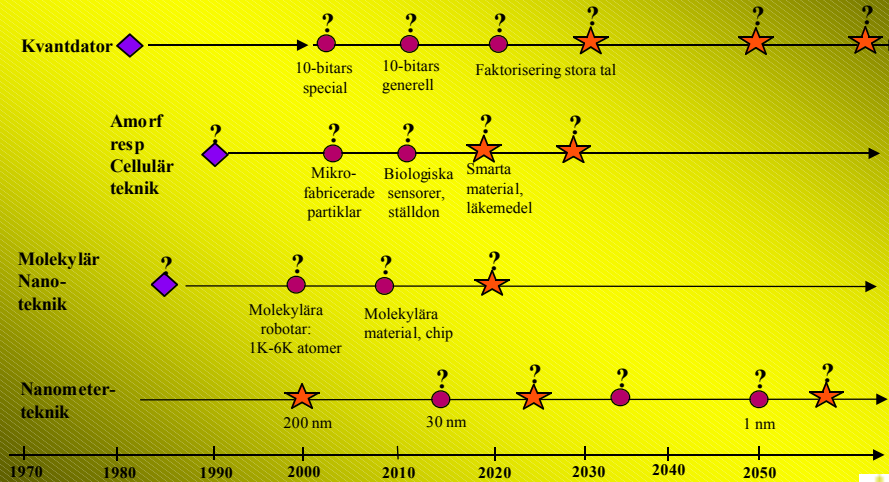
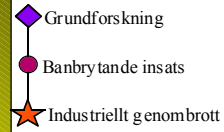
## Framtida tekniker: Amorfa o Cellulära b...

### • **Konsekvenser för programvarusystem (6)**

*Kombination av flera grundtekniker* ➔

- Personal: Kompetensutveckling: ny realiserings teknik
- Process: Ny ProgramUtvMetodik
- Produk- Ny typ av stödverktyg  
tionsmiljö:
- Produkt: Bemästra nya problem (från ingående grundtekniker)  
Nya arkitekturer, språk, primitiver, abstraktioner  
Ny typ av infospridning (skvallersystem ...)  
Proaktiva system snarare än reaktiva  
Övervakande aktör -"- interagerande

# Teknikgenombrott ?



ILBRA, SESAM 00-10-18

25



## Framtida tekniker: Nanometerteknik (2)

- Svårigheter
- Tillämpningar
- Var idag
- När användbar
- Konsekvenser för programvarusystem

ILBRA, SESAM 00-10-18

26





## Programvarusystem i framtida försvars- o insatssystem

Nätverkscentrerade, mobila info- o realtidssystem för kommunikation, ledning och styrning (C<sup>4</sup>ISR) med en decentraliserad beslutsmodell för behörig åtkomst av tillförlitlighetsgraderad info på olika detaljeringsnivå.

### **Ytterligare egenskaper:**

adaptiv (anpassbar till nya situationer) ↔ *deterministisk?*

flexibel ( ... nya uppgifter) ↔ *okomplicerad?*

öppen ( ... nya komponenter,  
COTS)

⇒ *Tillförlitlighet, IT-säkerhet och Systemsäkerhet.*

## Framtida programvarusystem

–**Produkt:** *Arkitektur-beskrivningar av olika typ:*

€ **Nätverks**-arkitektur för kommunikation mellan trådlösa, mobila, stationära nätverk (civila o militära).

€ **Info**-arkitektur Motsägelsefri info anpassad till användarklass.

€ **C<sup>2</sup>**-arkitektur med operatörsövervakning -ej interaktion- samt  
-**lokala realtidfunktioner** i kontinuerlig drift i sensorer,  
-**centrala funktioner** för resurskrävande hantering vid beh

€ **Säkerhetsvyer** m a p

-**IT-säkerhet**

-**Systemsäkerhet**



## Framtida programvarusystem

–**Produkt:**

*Realisering, som bl a uppfyller krav på:*

€ Funktionalitet (tillförlitlig funktion o prestanda)

€ IT-säkerhet

€ Tillgänglighet (del av IT-säkerhet)

€ Systemsäkerhet

*Olika typer av operativsystem:*

€ Mobila, lokala, enkla ute i sensorer

€ Stationära, mer kompletta högre upp i hierarkin.



## Framtida programvarusystem

### –Produktionsmiljö:

- € Formella specifikationsverktyg o -språk
- € Analys- o bevisverktyg
- € Genererings- o byggverktyg  
(innebär bl a återanvändning genom omgenerering)

### –Målmiljö:

- € Exekvering snabbare än realtid  
(innebär bl a exekveringsverktyg i st f simulatorer)

***Föruts: Korrekt-fullständig-motsägelsefri specificering.  
Korrekta (formellt verifierade) verktyg.***

## Framtida programvarusystem

### –Process:

*Styr-  
pro-  
cesser:*

- € Proaktiva verksamheter stödjande planering, ledning uppföljning m a p  
Projekt-, Kvalitets-, Konfigurationshantering, IT- o Systemsäkerhet
- € Intellektuella insatser koncentrerade på förberedelser snarare än själva genomförandet.

*Produk-  
tions-  
pro-  
cesser:*

- € Evolutionära livscykelmodeller:  
korta ledtider, långt driven automatisering m h a  
verifierade verktyg, hög processorkraft.
- € Uppgraderingar: via modernisering av verktyg.
- € Immediate Build: från specar o modeller.

***Komplexitet förskjuten mot specifikationsfaser o verktyg.***



## Framtida programvarusystem

### –Personal:

*Kompetens: Ökad professionalism:*

€ Licensiering,  
€ Etiska regler

*Företag: Ständig förbättring:*

€ CMMI etc.

