

Informasjonstetthet¹

Dateerminologi

Bits	Sammenlikning av ulike kvantiteter av informasjon
	I=statistisk Informasjons innhold i= statistisk informasjons innhold pr. symbol L=Lagrings plass v=overførings hastighet
	Informasjonsenheter:
1	1 bit (0 eller 1 ; strøm går/går ikke)
1024	1 Kbit= 2^{10} bits = 1024 bits
$1.048.576 = 1.049 \cdot 10^6$	1 Mbit= 2^{20} bits = 1024^2 bits= 1.048.576 bits
$1.073.741.824 = 1.074 \cdot 10^9$	1 Gbit = 2^{30} bits = 1024^3 bits= 1.073.741.824 bits
$1.099.511.627.776 = 1.1 \cdot 10^{12}$	1 Tbit = 2^{40} bits= 1024^4 bits= 1.099.511.627.776bits
8	1 Byte= 8 bits
8192	1 Kbyte = 1024 byte= $1024 \cdot 8$ bits= 8192 bits
$8.388.608 = 8.389 \cdot 10^6$	1 Mbyte= $1.048.576 \cdot 8$ bits= 8.388.608 bits
$8.59 \cdot 10^9$	1 Gbyte = $1.073.741.824 \cdot 8$ bits = $8.5899 \cdot 10^9$ bits
$8.796 \cdot 10^{12}$	1 Tbyte = $1.099.511.627.776 \cdot 8$ bits= $8.796 \cdot 10^{12}$ bits
$1.759 \cdot 10^{15}$	1 harddisk på 200TB: $200 \cdot 8.796 \cdot 10^{12}$ bits= $17.592 \cdot 10^{14}$ bits

Språk og litteratur

Bits	Eks:
$4.8 \cdot 10^8$	Elektrotekniske termer: 60.000 ord med gj.snittlig 10 bokstaver pr. ord : $L = 60.000 \cdot 8 \cdot 8 = 4.8 \cdot 10^8$ bits
$1,28 \cdot 10^7$	Meyers store universitets leksikon: 15 bind 200.000 indeksord (gj.snittlig 8 bokstaver pr. ord): $200.000 \cdot 8 \cdot 8 = 1,28 \cdot 10^7$ bits
$2 \cdot 10^7$	Medisinske termer: 250.000 (gj.snittlig 10 bokstaver pr. ord) $L = 250.000 \cdot 10 \cdot 8 = 2 \cdot 10^7$ bits

Genetisk kode

Bits	DNA molekylet inneholder 4 kjemiske nukleotider, som kan representeres ved bokstaver: A, C, G og T. En triplett av nukleotider koder for en enkelt aminosyre
2	Informasjonsinnholdet til en bokstav: 4 bokstaver kan symboliseres ved: 00,01,10,11 ($i = \lg_2 2 = 2$)
6	Innformasjonsinnholdet til en triplett i DNA: 2 bits/bokstav*3bokstaver/triplett= 6 bits/triplett
4.32	Informasjonsinnhold til én (av 20) aminosyrer: $I = \lg_2 20 = 4.32$ bits/aminosyre

Sammenligninger:

¹ Fra: 'In the Beginning was Information' av Dr. W.Gitt; MasterBooks 2006; s.185-196.

Bits	Ulike informasjons-kvantiteter:
$8 \cdot 10^6$	DNA-molekyl til E-coli bakterien: $I = (4 \cdot 10^6 \text{ nukleoider}) \cdot (2 \text{ bits/nukleoider}) = 8 \cdot 10^6 \text{ bits}$
$1.2 \cdot 10^{10}$	Menneskelig celle: $6 \cdot 10^9$ nukleoider i DNA $I = 6 \cdot 10^9 \cdot 2 \text{ bits/nukleoider} = 1.2 \cdot 10^{10} \text{ bits}$
$1,68 \cdot 10^{23}$	Daglig informasjonsflyt i menneskekroppen: $v = 3.9 \cdot 10^{19} \text{ bits/sek} = 3.9 \cdot 10^{19} \cdot 43.200 \text{ bits/døgn} = 1.68 \cdot 10^{23} \text{ bits/døgn}$
10^{21}	Lagringskapasitet til 1 cm^3 DNA

Den høyeste kjente lagringskapasitet er den DNA i levende celler innehar. Diameteren til det kjemiske lagringsmediet, illustrert i Bilde 1, er 2 nanometer (nm), eller: $2 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. Økningen i spirallengde ved én omdreining, er 3.4nm. Volumet til sylindren er gitt ved formelen: $V = h \cdot d^2 \cdot \pi / 4$.

Med de oppgitte tallene, får vi:

$$V = 3.4 \cdot 10^{-7} \text{ cm} \cdot (2 \cdot 10^{-7} \text{ cm})^2 \cdot \pi / 4 = 10.68 \cdot 10^{-21} \text{ cm}^3$$

(per vinding). På én vinding, er det 10 kjemiske tegn (nukleoider). Antall tegn pr cm^3 blir da (statistisk informasjonstetthet):

$$U = 10 \text{ tegn} / 10.68 \cdot 10^{-21} \text{ cm}^3 = 0.94 \cdot 10^{21} \text{ tegn} / \text{cm}^3$$

Om vi lar gj.sn. informasjonsinnhold for en trippelt være: 4.32 (se over), blir det for én bokstav:

$$4.32 / 3 = 1.44 \text{ bits/bokstav}$$

Når vi husker at vi benyttet 2 bits for å få fram en bokstav, kan vi finne informasjonstettheten uttrykt i bits:

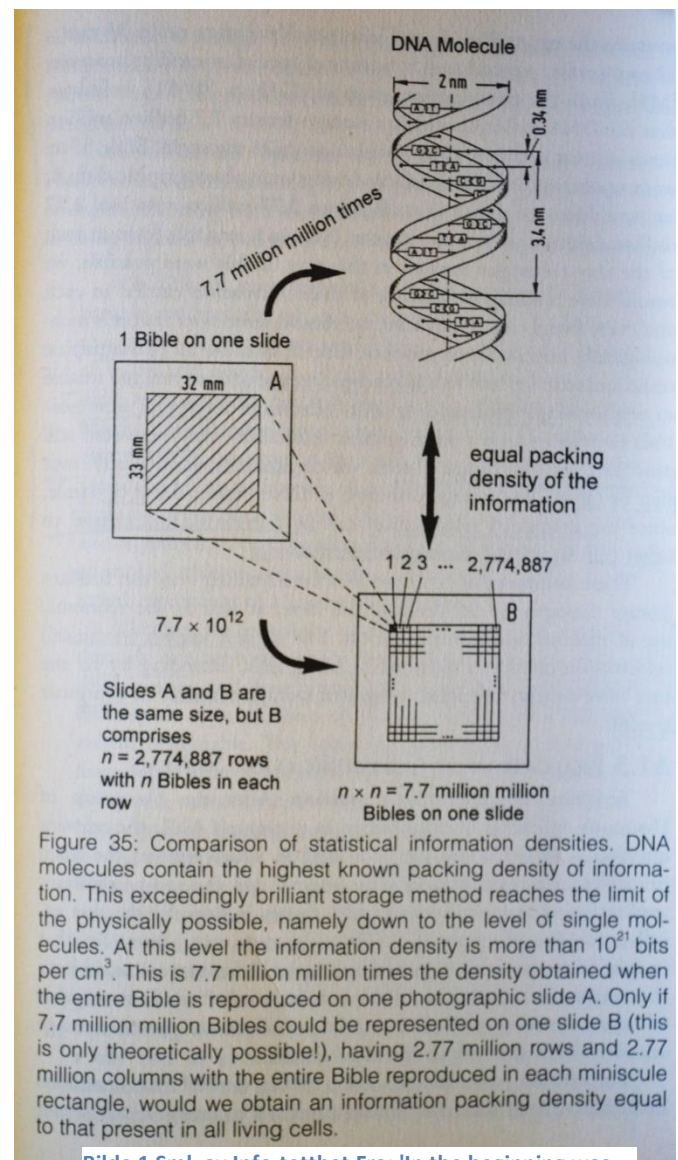
$$\dot{U} = 0.94 \cdot 10^{21} \text{ tegn} / \text{cm}^3 \cdot (2 \text{ bits/tegn}) = 1.88 \cdot 10^{21} \text{ bits/cm}^3$$

$$\text{bits/cm}^3$$

For å illustrere hvor tettpakket denne informasjonen er, se på bildet ved siden av:

Om vi tok ett fotografisk bilde av hele Bibelen på et fotografisk slide A som er et rektangel på $32 \cdot 33 \text{ mm}$, ved hjelp av en spesiell mikrofilm-teknologi. Så vil pakkingstettheten til DNA være 7.7 millioner millioner ganger høyere². Om vi delte B opp i 2.77 millioner rader OG kolonner; til sammen: $(2.77 \cdot 10^6)^2 = 7.7 \cdot 10^{12}$ (7.7 millioner, millioner Bibler) i slide B.

Til tross for at tusener årsverk av forsknings-år sammen med en unik teknologisk utvikling, er fortsatt lagringstettheten til DNA formidabelt mye høyere enn for IT-lagringsmedier. Om IT-bransjen ennå skulle komme noe i nærheten av DNA i lagringskapasitet, er det like fullt et statisk lagringssystem. Lagringssystemet til DNA-molekylene er formet via et dynamisk prinsipp, siden informasjon via komplekse mekanismer kan bli overført uendret til andre levende celler. Og dette ønsker evolusjonsteorien at vi skal tro er blitt 'spontant utviklet av seg selv' i materien..



Bilde 1 Sml. av Info-tetthet Fra: 'In the beginning was information'; W.Gitt

² W.Gitt: 'Das biblische Zeugnis der Schöpfung' 6. utgave 1996; Hänssler-Verlag, Neuhausen-Stuttgart; s.78-81.