

Digitaalisten palvelujen ympäristövaikutukset

Jukka Manner
Professori
Aalto-yliopisto



ICT-alan ilmasto- ja ympäristöstrategia

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 2021:4

LVI LIIKENNE- JA
VIESTINTÄMINISTERIÖ

#ICTILMASTO

Kuva 1. ICT-ala kuluttaa energiaa ja materiaaleja, mutta sillä on merkittävä rooli ja potentiaali ilmasto- ja ympäristöhaasteisiin vastaamisessa.

**MYÖNTEISET
VAIKUTUKSET
KÄDENJÄLKI**

+ Kasvihuonekaasupäästöjen vähenykset muilla aloilla

+ Digitaaliset ratkaisut ympäristön- ja luonnonsuojelun tukena

+ Ilmastonmuutokseen sopeutumista helpottavat ratkaisut

**KIELTEISET
VAIKUTUKSET
JALANJÄLKI**

- Energiankulutus ja sen kasvihuonekaasupäästöt

- Raaka-aineiden käyttö infrastruktuurissa ja laitteissa

- Päästöt ilmaan, vesiin ja maaperään

Teknologia kehittyy ajan myötä

ICT:n kehittämisestä

Kuinka paljon laskenta on kehittynyt 30
vuodessa ?

- a) 1000 x
- b) 10 000 x
- c) 100 000 x
- d) 300 000 x
- e) 1 000 000 x

a) 1000 x

b) 10 000 x

c) 100 000 x

d) 300 000 x

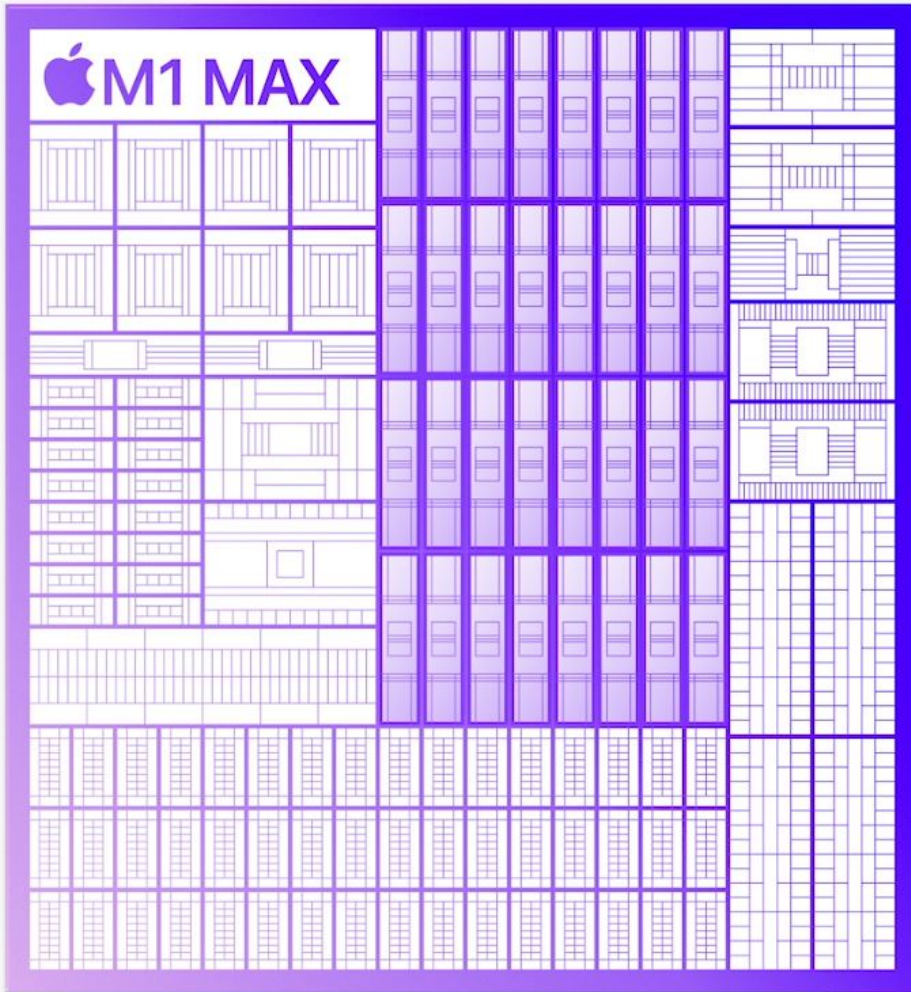
e) 1 000 000 x

NEC SX-3 (1990):
22 GFLOPS



Huawei Mate 20 Pro (2018):
14 GFLOPS (CPU)
489 GFLOPS (GPU)





32-core GPU

4096 execution units

Up to 98,304 concurrent threads

10.4 teraflops

327 gigatexels/second

164 gigapixels/second

Tietoverkkojen nopeudet ?

- a) 1000 x
- b) 10 000 x
- c) 100 000 x
- d) 300 000 x
- e) 1 000 000 x

a) 1000 x

b) 10 000 x

c) 100 000 x

d) 300 000 x

e) 1 000 000 x

2400 bps modem (1990)

"It's a dynamic little modem. Now there is no excuse not to go to 2400 bps." *PC Magazine* 6/28/88

"Real bargains ... operated at least as well as higher priced competitors, and throughput ... proved identical." *CompuServe Magazine* 1/90

"DYNAMITE LITTLE MODEM."

JOHN C. DVOBAK
PC MAGAZINE
6/28/88

"Get one!" *MacInTalk* 6/89

"...it performed as well as a much more expensive modem." *AmigaWorld* 10/89

"It's inexpensive, Hayes™-compatible, and works fine." *Macworld* 11/88

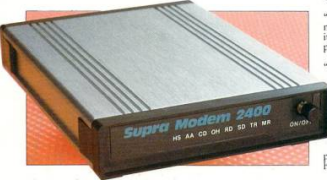
"I can highly recommend the Supra 2400 modem as providing excellent value for the price." *ST Informer* 2/88

"The SupraModem 2400™ has the multiple benefits of Hayes compatibility, reliability, affordability, and compact physical size." *AT Magazine* 7/88

"The SupraModem 2400 remains the best buy among the low-cost modems examined here." *Incider, The Apple II Magazine* 1/89

"The notably small package, virtually indestructible case, front panel switch, and clear speaker combined with a very attractive price ... make this modem a keeper here." *Denver PC Boardwatch* 7/88

"The SupraModem is a fantastic deal." *ST-Log* 7/88



SupraModem 2400™

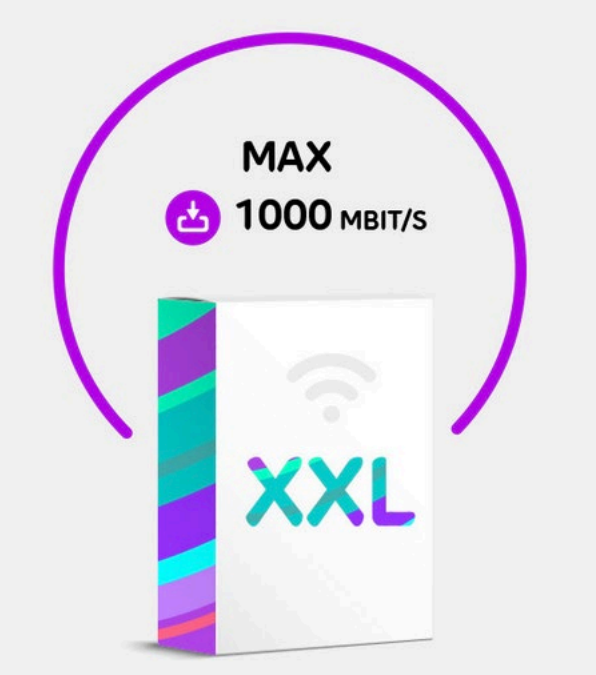
SupraModem 2400™ external for virtually all computers	\$149.95	SupraModem 2400i™ internal with software for IBM™ PC & compatibles	\$119.95
SupraModem 2400 Plus™ external with MNP 5 & V.42bis for virtually all computers	\$199.95	SupraModem 2400gi™ internal for the Amiga® 2000	\$179.95

Available from your local dealer, or call:
Supra Corporation
1-800-727-8772

1123 Commercial Way, Albany, OR 97321, Fax: 503-926-9370, Phone: 503-967-9075
SupraModem 2400, SupraModem 2400i, and SupraModem 2400 Plus are trademarks of Supra Corporation. Hayes is a trademark of Hayes Microcomputer Products, Inc.
IBM is a trademark of International Business Machines Corp. PCMag is a registered trademark of Communications Group, Inc.
Circle 208 on Reader Service card.

400'000x

2021



MAX
1000 MBIT/S

XXL

Laskennan energiatehokkuus

- a) 1000 x
- b) 10 000 x
- c) 100 000 x
- d) 300 000 x
- e) 1 000 000 x

a) 1000 x

b) 10 000 x

c) 100 000 x

d) 300 000 x

e) 1 000 000 x

NEC SX-3 (1990):
360 kW



Huawei Mate 20 Pro (2018):
1-2 W ?



ICT:n infrastruktuuri kehittyy hurjaa vauhtia

5G, 6G, kuitua

Palvelinkeskuksia, pilvipalveluita

Miksi tarvitaan lisää ICT-järjestelmiä, jos niiden tehokkuus on kasvanut 100'000 – 1'000'000 x ?

Onko kyseessä

Jevon's paradox (1865)

?

“Energy-efficiency
improvements will increase
rather than reduce energy
consumption”

“Rebound effect”

Mobiilidatan ominaissähkönkulutus, kWh/Gt

DNA: mobiili data/kk:

2014: 3.5GB

2015: 5GB

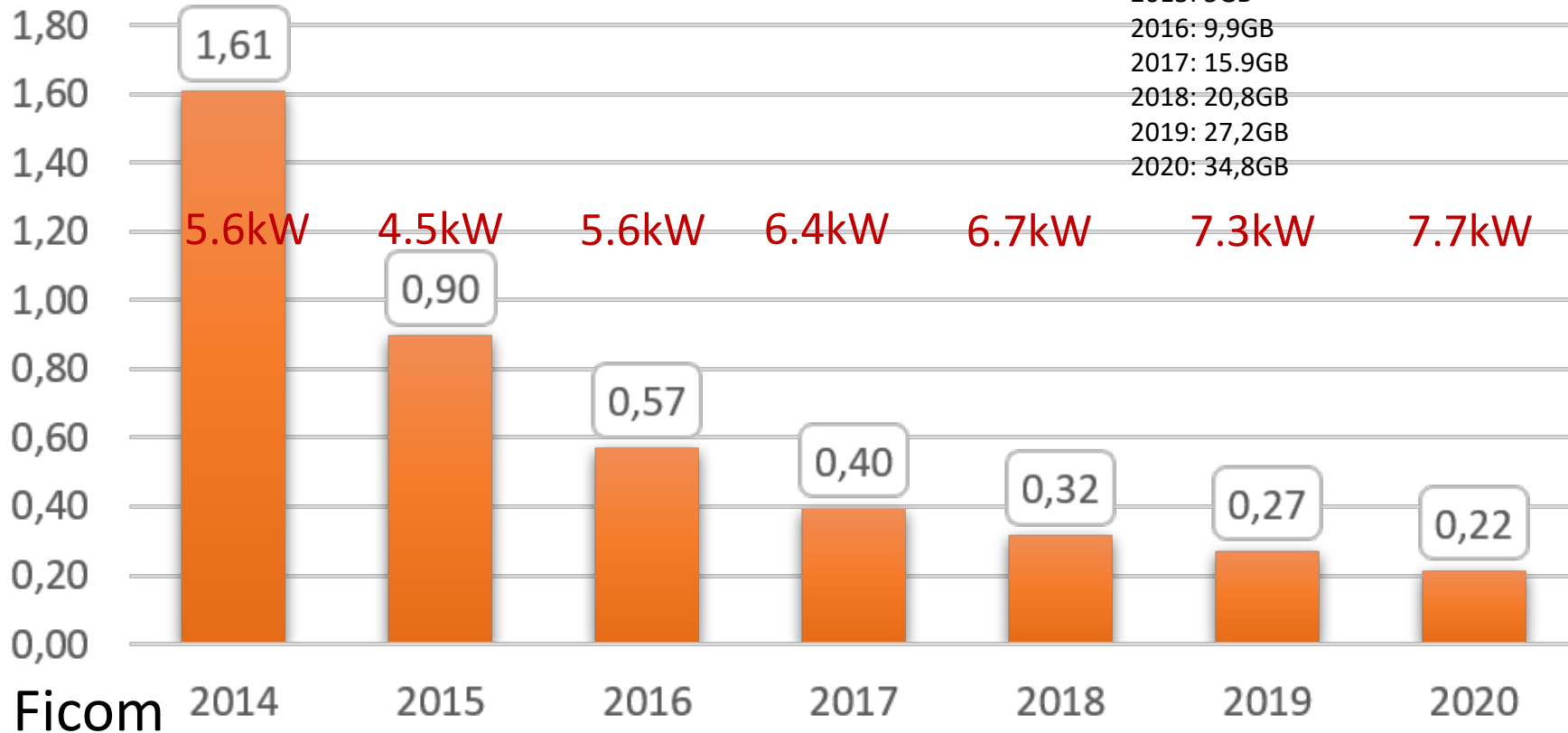
2016: 9,9GB

2017: 15,9GB

2018: 20,8GB

2019: 27,2GB

2020: 34,8GB



4K leffa mobiiliverkon yli =

Saunan lämmitys tai
20km sähköautolla

Lataa 32GB muistinkortin pilveen talteen =
40km sähköautolla

Uusia digitaalisia palveluja

M2M

Videot

Web-palvelut

IEA/OECD:

Bitcoin laskennan energiankulutus
= 3 x (Apple+Facebook+Google)

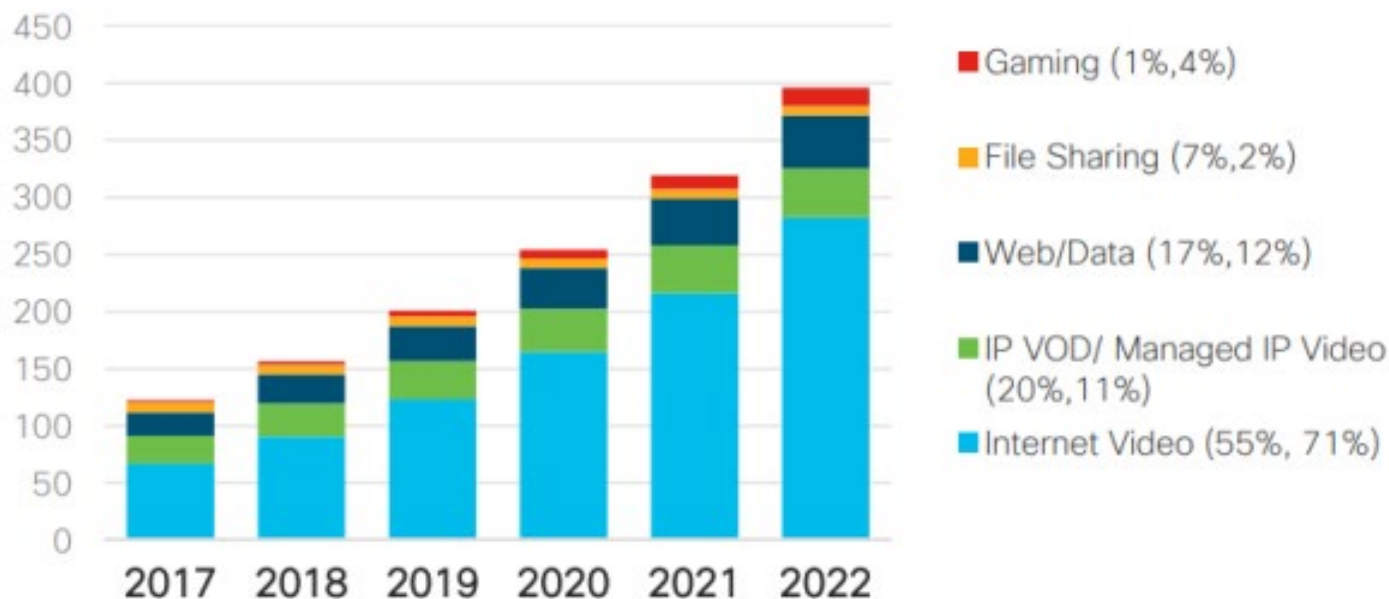
Koneoppiminen (AI) voi olla seuraava iso
ongelma

Global IP Traffic by Application Type

By 2022, video will account for 82% of global IP traffic

26% CAGR
2017-2022

Exabytes
per Month



* Figures (n) refer to 2017, 2022 traffic share

Suomen suosituimmat nettipalvelut:

Koko: 1-60MB (jopa 100+MB)

50% on kuvia

40% 3. osapuolen sisältöä

HTML vain 1%

Isoja 50-90% säästöjä saa aikaan

Pienemmät kuvat

Modernit kuvaformaattit

Käyttämätöntä Javascript ja CSS

Välimuistien parempi käyttö

Sisällön määrä kasvaa
ja
Ohjelmistot on entistä huonompia

Janne Kalliola:

Softaa pitää tehdä nopeasti

Ei nopeaksi

Digitaaliset palvelut pitää toteuttaa

nopeasti ja halvalla

Tehokkuudesta/vihreydestä
ei haluta maksaa

Tietotekniikka ja –palvelut syö kaiken
minkä sähköinsinöörit tarjoaa

Mitä digitaalisia palveluja teidän aloilla
käytetään ja tuotetaan ?

Syö sähköä

palvelinkeskuksissa,
tietoverkoissa ja
loppukäyttäjien laitteissa

Miten näitä voisi parantaa ?

Voisiko näitä esim. keventää ?

AKATEMIA, DIGITALISAATIO, YMPÄRISTÖ

”Ratkaisu on vihreä koodi” – Monet digitaaliset palvelut on suunniteltu huonosti ja ne vievät valtavasti energiaa

Digitaaliset palvelut pitäisi suunnitella paljon nykyistä tehokkaammin, kirjoittaa professori Jukka Manner. ”Tällä hetkellä palvelut vaativat järjettömästi energiaa ja ympäristökuorma on massiivinen, mutta toisenlainenkin todellisuus olisi mahdollinen.” VAPAA LUKUOIKEUS

Jukka Manner Aalto-yliopisto 18.11. 8:21