

TEKNILLINEN KORKEAKOULU
TÄYDENNYSKOULUTUSKESKUS
17. RAKENNUTTAJAKURSSI

**VIRASTO- JA TOIMISTOTALON SÄHKÖ-
JA TELEJÄRJESTELMÄT RAKENNUKSEN
ELINKAAREN AIKANA**

Seppo Puisto

Tutkielma 1995

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO JA AINEISTON ESITTELY	1
2.	VIRASTOTALON MÄÄRITELMÄ	1
3.	ELINKAAREN MÄÄRITTELY	2
4.	KÄSITTEET	3
5.	ENNUSTEIDEN LAATIMISEN PERIAATTEET	4
6.	TEKNISTEN JÄRJESTELMIEN KEHITYSKATEGORiat	5 - 7
7.	KUSTANNUSTEN ENNAKOINTI	7 - 8
8.	JÄRJESTELMIEN VANHENEMISTAVAT	9
9.	TARKASTELUN ULKOPUOLELLE JÄÄVÄT ASIAT	9
10.	TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT	11 - 12
11.	"MAHDOLLISET MAAILMAT" JA NIIDEN SEURAUKSET	12 - 13
12.	VIRASTOTALON SÄHKÖ- JA TELEVERKOT	13 - 14
13.	VIRASTOTALON SISÄISET ENERGIALÄHTEET	15
14.	VIRASTOTALON OMA SÄHKÖENERGIAN KEHITYS	15
15.	MAKROMUUTTUJAT JA NIIDEN SEURAUKSET	16 - 17
16.	TIIVISTELMÄ	18
17.	LÄHDELUETTELO	19 - 20

1. JOHDANTO JA AINEISTON ESITTELY

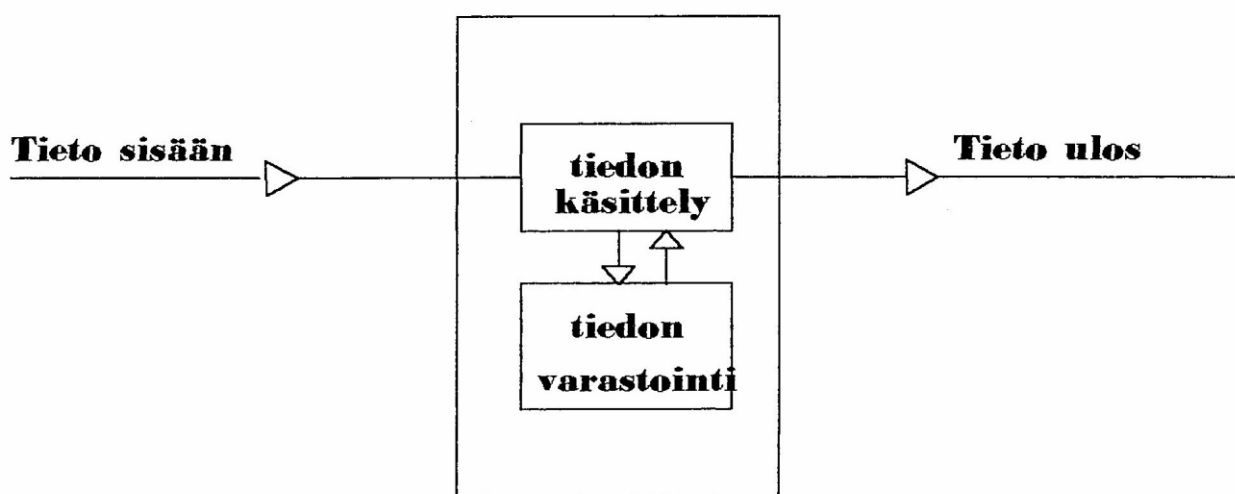
Virasto- ja toimistotalon sähkö- ja telejärjestelmän tarkastelu rakennuksen elinkaaren aikana on perustunut "muuttumattomaan maailmaan". Taulukkolaskenta ohjelmaan syötetään järjestelmän arvioitu elinikä ja uusimisajankohta. Kaikki nämä oletetaan loputtomasti samallatavoin toistuviksi. Tämän tarkastelun tarkoituksena on antaa "kehittyneempi" teoreettinen malli eri järjestelmien kehittymisen ennustamiseksi.

Käsitteet "evoluutoräjähdys" ja "ajan nuoli" ovat kirjasta Ihmeellinen elämä, Burqessin esiintymä ja historian kulku, Stephen Jay Gould. Ennusteen suureneva poikkeama ajan kasvaessa mm. kirjasta Kaaos, James Gleick.

Luokittelut, määrittelyt ja mm. käsite "ennusteen epätarkkuus" ovat omiani.

Sähkötekniikan historiallisen osuuden olen jättänyt pois. Lähdeveoksina on käytetty kaikkia luettelossa mainittuja teoksia

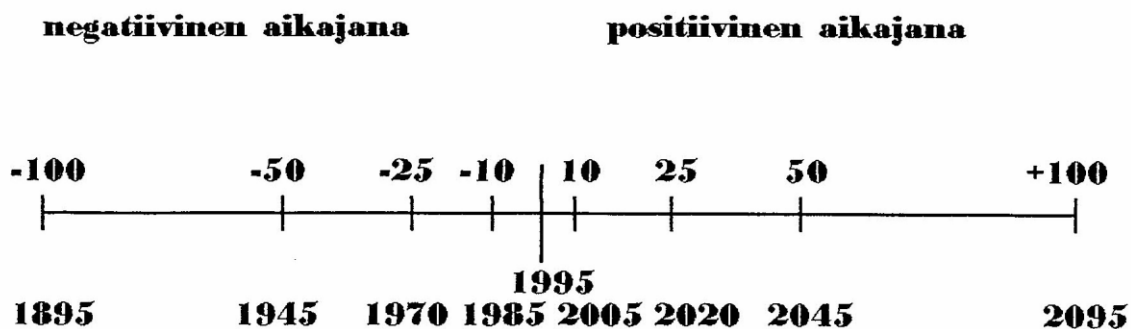
2. VIRASTOTALON MÄÄRITELMÄ



Virastotalo on rakennus joka muodostaa siedettävän ympäristön tietoa käsitteleville ja varastoiville henkilöille ja laitteistoille

- siedettävä lämpötila
- välttävä valaistus
- tilat ja siedettävät ympäristöolosuhteet kulloisenkin teknologian mukaisille tietojenkäsittely- ja varastointi järjestelmille.

3. ELINKAAREN MÄÄRITELMÄ

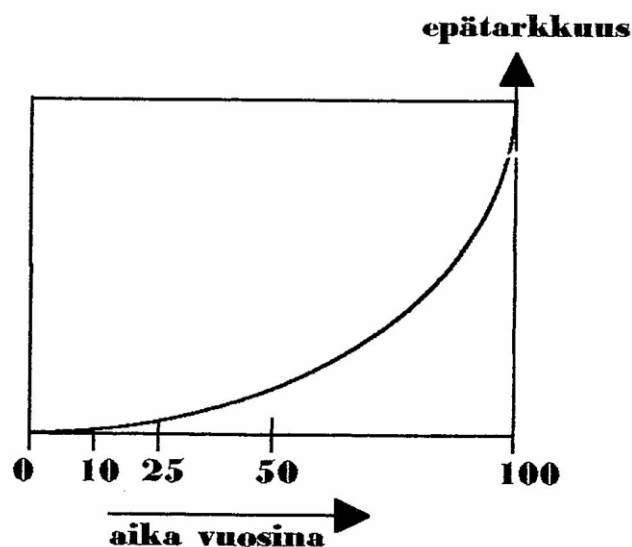


Rakennuksen elinkaari ja sen jaksotus on valittu ihmisen normaalisti käyttämistä ja ymmärtämistä käsitteistä.

- Rakennuksen elinkaari 100 vuotta, "vuosisata" n. ihmisen maksimi ikä.
- 50 vuotta, "puoli vuosisataa".
- 25 vuotta, "neljännesvuosisata".
- 10 vuotta, "vuosikymmen".

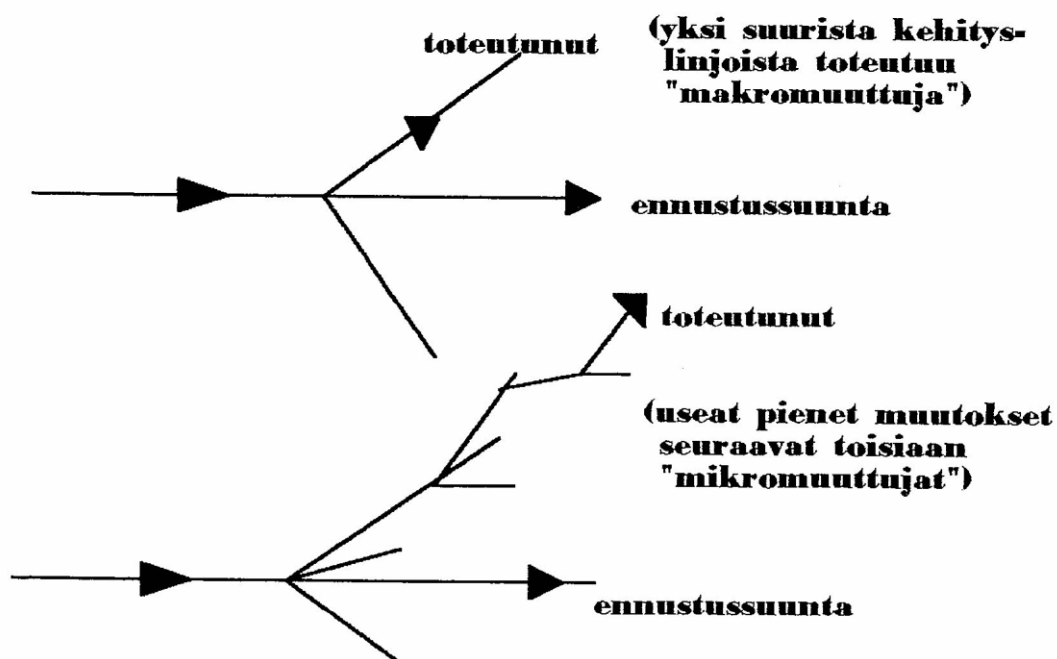
Lyhyemmät jaksot tarvittaessa 5 vuotta, 3 vuotta, 2 vuotta, 1 vuosi.

"Ennustuksen epätarkkuus" teknisen järjestelmän osalta.



Sataprosenttisen tarkka ennustus, epätarkkuus = 0

KEHITYSLINJAT



Olen ottanut käyttöön käsitteen "ennustuksen epätarkkuus". Käyrän muodon todentaminen vaatisi pitkäaikaisia tutkimuksia, mutta käyrän voidaan olettaa olevan, teknisten järjestelmien kehityskäyrien kategoria 3. ja 4. muotoinen.

Ennustus voi ajautua oletetusta kehityssuunnasta sivuun "makromuuttujan" vaikutuksesta. "Makromuuttuja" on suuri tekninen läpimurto, esim. fuusiovoima.

Poikkeama voi aiheutua myös useista peräkkäisistä pienistä muutoksista, "mikromuuttujista".

5. ENNUSTEIDEN LAATIMISEN PERIAATTEET

1. Historiallinen

Sähkötekniisten järjestelmien kehityksen seuraaminen pitkin negatiivista aika-akselia, ja johtopäätösten teko tältä pohjalta ja kehityksen ennakoiminen tulevaisuuteen pitkin positiivista aika-akselia.

Esim. Rakennuksen energiaverkko:

Koska sähköjakelun tekniikat ja järjestelmät olivat täysin kehittyneet jo vuonna 1895 eikä oleellista kehitystä ole tapahtunut sen jälkeen, ei ole oletettavissa että seuraavan sadan vuoden aikana myöskään tapahtuisi mitään. Lisäksi mitään paineita tai tarpeita sähköjakelujärjestelmän muuttamiseen ei ole olemassa.

2. Fysikaalinen

Järjestelmä on kehittynyt siihen vaiheeseen, että sen kehitys pysähtyy tai sen kehitys voidaan ennakoida fysiikan lakien perusteella.

Esim. Valokaapelijärjestelmä: (perustelut tutkielmassa)

3. Tutkimustulosten seuraaminen ja ennakointi

Koska tieteellinen tutkimus kulkee aina käytännön tekniikan edellä, koetetaan ennakoida tekniikan kehitystä tältä pohjalta.

Esim. Fuusioreaktori on toimintakuntoinen 50 vuoden päästä,
tai sitten ei.

Fuusioreaktori tuottaa 100 vuoden päästä halpaa sähköä,
tai sitten ei.

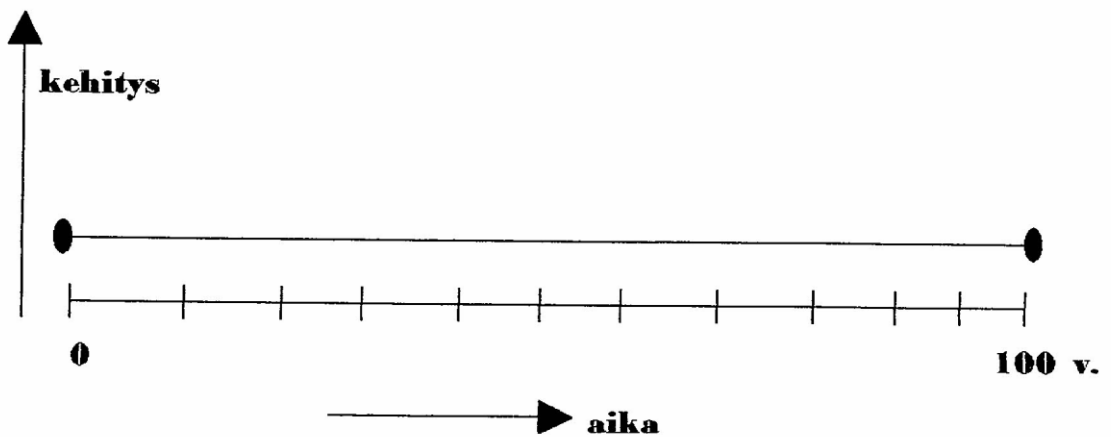
6.

TEKNISTEN JÄRJESTELMIEN KEHITYSKATEGORIAT

Teknisten järjestelmien kehityskategoriat, aikajakso 100 vuotta, mallijakso 1895-1995.

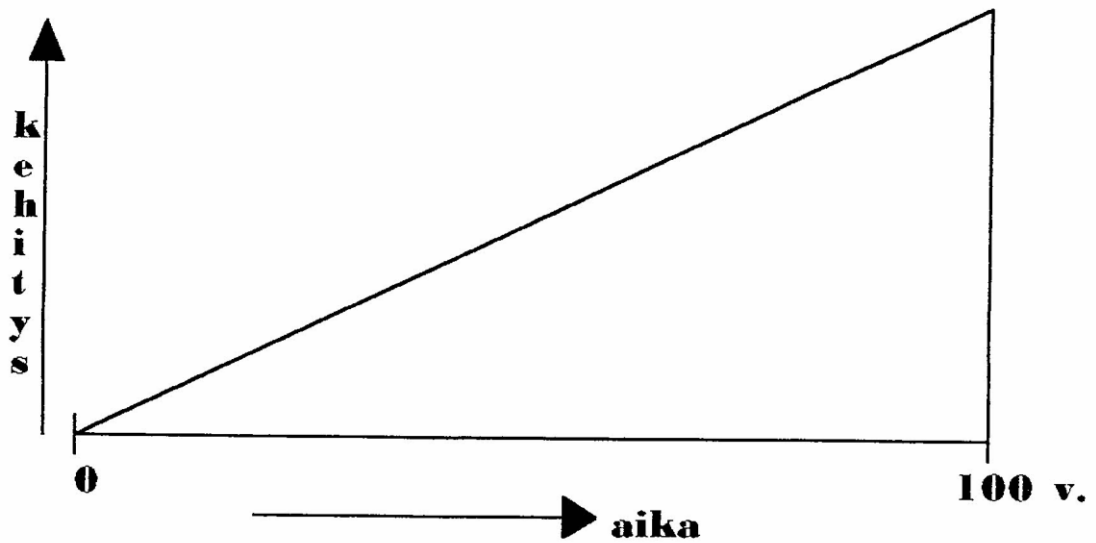
Kategoria 1: Paikalleen pysähtyneet tai hyvin hitaasti kehittyvät järjestelmät.

mallijakso: pistooli- ja kiväärikaliiperin aseet



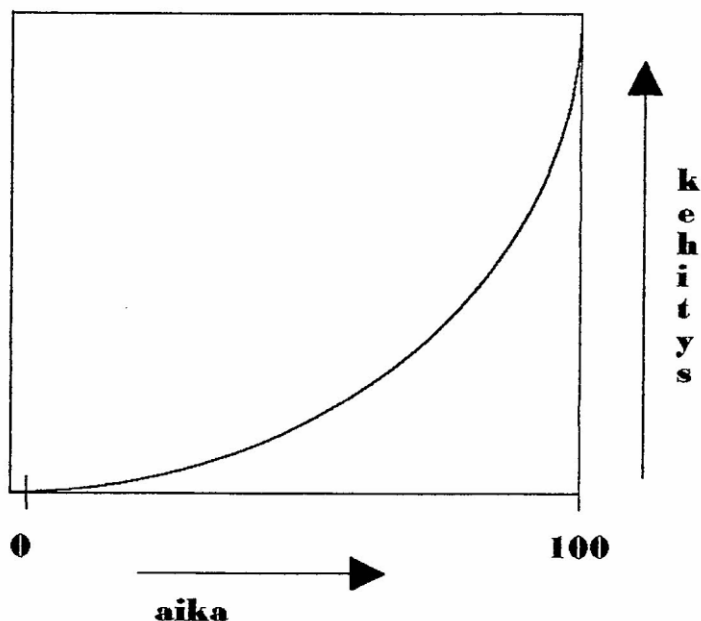
Kategoria 2: Tasaisesti kehittyvät järjestelmät

mallijakso: henkilöautot



Kategoria 3: "Ajan nuolen" suuntaiset kehitysvaiheessa olevat järjestelmät

mallijakso: lentokoneet



Kategoria 4: "Evoluutoräjähdys vaiheessa" olevat järjestelmät.

Kehityskäyrä samanlainen kuin kategoria 3.

mallijakso: atk-järjestelmät

Kategoria 5: Tutkimusvaiheessa olevat mahdollisesti käyttöön tulevat järjestelmät (ennakoitavissa olevat).

esim: fuusiovoima
sähkönvarastointi
suprajohtavuus

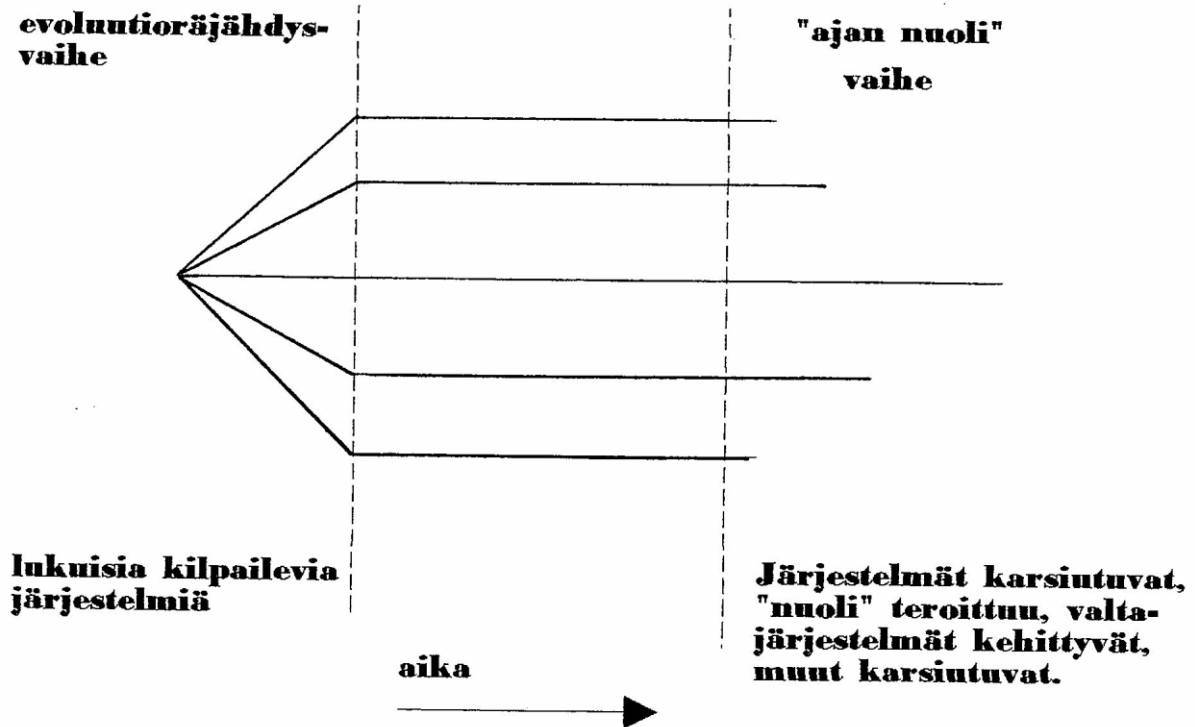
Järjestelmä kulkee aikajanalla "lupauksena", pisteenä.

Kategoria 6: Järjestelmät joita ei voida ennakoida.

Kategoria 5:n "esiaste", järjestelmää ei ole olemassa koordinaatistossa. Ilmestyessään koordinaatistoon se on kategoriassa 5.

Ennustuksen epätarkkuus kasvaa siirryttäessä kategorioissa ylöspäin

1 → 4



Järjestelmän kehityskaari kulkee pääsääntöisesti kategoriassa alaspäin.

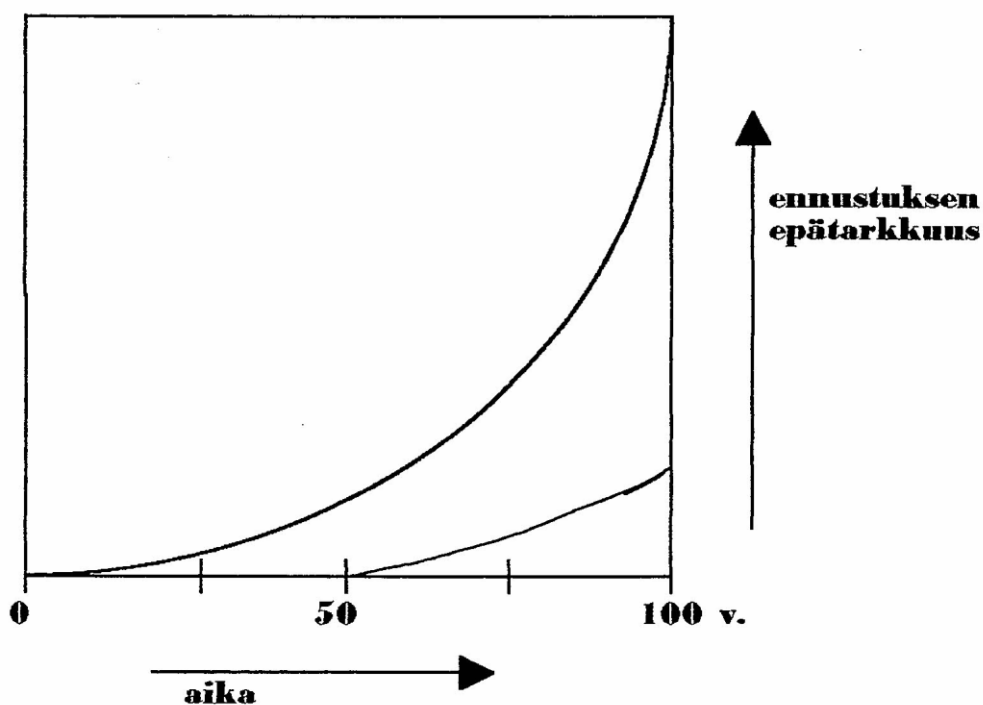
4 → 1

7. KUSTANNUSTEN ENNAKOINTI (0-100 vuotta)

1. **kategoria** Toteutuneet kustannukset (urakkahinta + lisätyöt) projisoidaan järjestelmän uusimiskohtaan tulevaisuuteen.
2. **kategoria** Hinta projisoidaan uusimisajankohtaan tulevaisuuteen. Kehitys ennakoidaan nykyisen suunnan perusteella.
3. **kategoria** Hinta projisoidaan, kehitys ennakoidaan valtavirran mukaisesta järjestelmästä, koetetaan korjata kustannusennustetta.
4. **kategoria** Hinta projisoidaan. Kehityssuunnan ennakoiminen vaikeaa. Koetetaan korjata kustannusennustetta olemassa olevan tiedon perusteella eri vaihtoehtoisista järjestelmistä.
5. **kategoria** Ei voida järkevästi ennakoida. Voidaan kuitenkin olettaa etteivät järjestelmät tule käyttöön, elleivät niiden kustannukset ole järkevissä rajoissa ja kilpailukykyisiä.
6. **kategoria** Ei voida ennakoida.

Rakennukset toteutuneet, todelliset kustannukset on dokumentoitava tarkasti ja eritellysti.

Oleellista ennustusten tarkkuudelle on uudelleen arviointi uuden tiedon perusteella.



Uudelleen arviointi 50 vuoden kuluttua.

Rakennuksen elinkaaren aikaisten sähkö- ja telejärjestelmän todellisten kustannusten arvioinnin periaatteet.

1. Todellisten kustannusten dokumentointi rakennuksen valmistumis hetkellä.
2. Järjestelmien käyttöiän arviointi olemassa olevan tiedon perusteella. Osittainen uusimistarve arvioidaan prosentteina kokonaiskustannuksista.
3. Kustannukset projisoidaan tulevaisuuteen todennäköiseen uusimisajankohtaan.
4. Ennuste tarkistetaan riittävän usein.

8. JÄRJESTELMIEN VANHENEMISTAVAT

Järjestelmien vanhenemistavoista käytän käsitteitä:

- A. rappeutuminen
- B. tekninen vanheneminen
- C. normivanheneminen

A. rappeutuminen:

Kuluminen, orgaanisten komponenttien hajoaminen jne. Järjestelmän rappeutuminen siihen vaiheeseen, etteivät normaalit, kohtuulliset toimenpiteet riitä järjestelmän ylläpitoon.

B. tekninen vanheneminen:

Järjestelmä on käyttötarkoitukseensa liian vanhanaikainen, varaosia ei enää saada jne.

C. normivanheneminen:

Viranomais määräykset tai yhteisstandardit pakottavat järjestelmän uusimiseen.

9. TARKASTELUN ULKOPUOLELLE JÄÄVÄT ASIAT

1. Tilajärjestelyt, käyttötarkoituksen muutos.

Ei ole huomioitu tarkastelussa. Tämän kaltaisia "sattumanvaraisia" toimenpiteitä ei voida huomioida. Toimenpide saattaa kuitenkin lyhentää järjestelmän elinikää. Uusiminen on järkevää tehdä suuren rakennusteknillisen muutoksen yhteydessä. Samoin käyttötarkoituksen muutos saattaa pakottaa muuttamaan järjestelmää toisen tyyppiseksi.

2. Peruskorjaus.

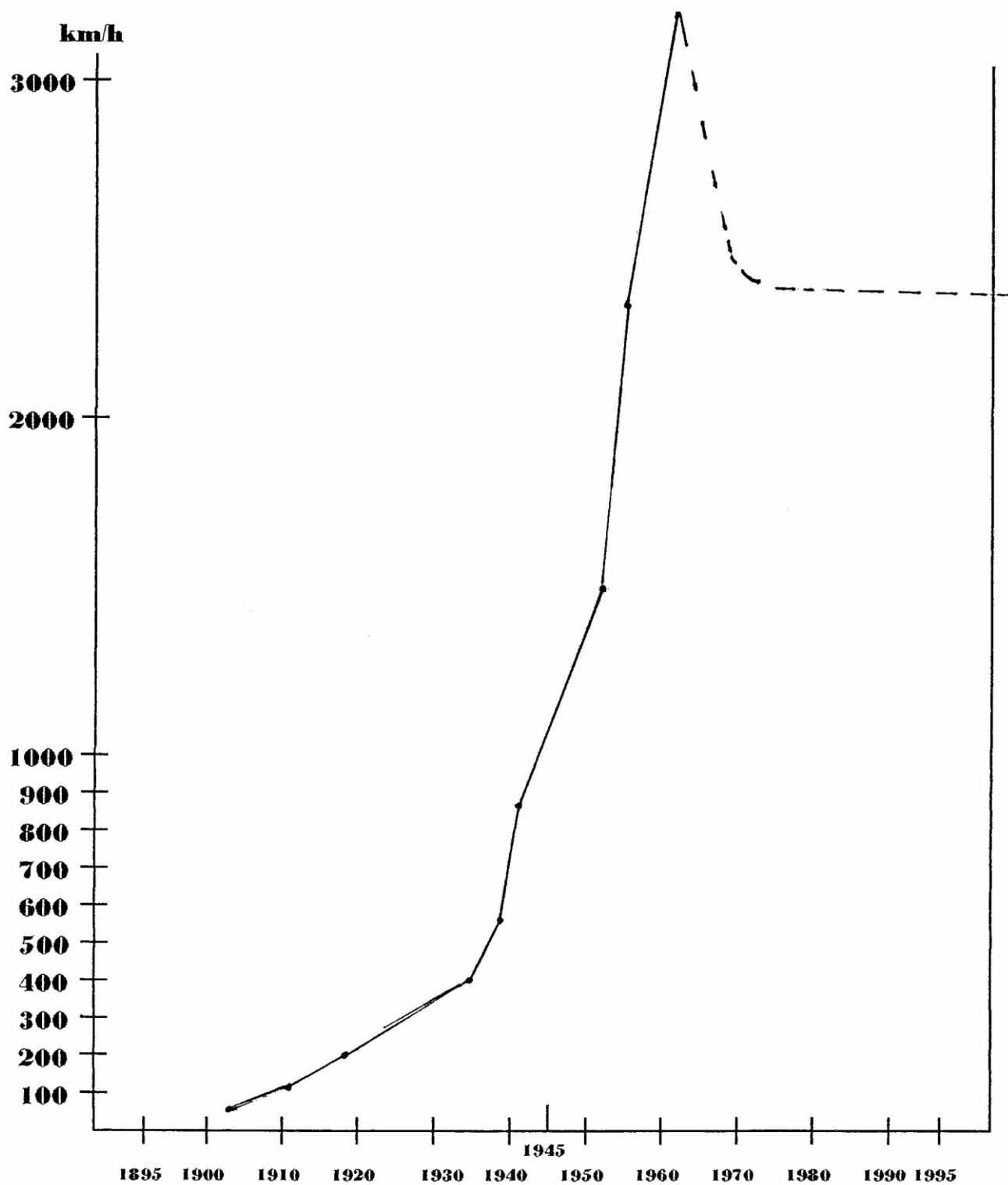
Rakennusteknillisiä muutos- ja korjaustöitä ei tarkastelussa huomioida. Vaikutus elinikään kuten kohdassa 1.

3. Ylläpito ja huolto.

Varsinaista ylläpitoa ja huoltoa ei tarkastelussa huomioida. Käytettävissä on hyviä tilastopohjaisia menetelmiä. Huollon tarve kuitenkin yleensä vähenee siirryttäessä kategoriassa alaspäin 4 → 1. Kategorioiden 5 ja 6 järjestelmiä rakennuksessa ei tietenkään ole. Kategorian 4 järjestelmiä tulisi välttää niiden lyhyen eliniän ja suuren huollon tarpeen vuoksi.

Esimerkki kategoria 3:n kehityskäyrästä.

LENTOKONEIDEN NOPEUDEN KEHITYS, HÄVITTÄJÄT.



10. TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

1. RYHMÄ

Kategorian 1 stabiilissa vaiheessa olevat järjestelmät.

Energiaverkot.

Energiaverkot ovat nyt stabiilissa vaiheessa. Koska verkon tarkoitus on vain siirtää energiaa ja tätä koskevat normit on sovittu, järjestelmä ei tosiasiassa vanhene muutoin kuin rappeutumalla.

Yleisesti voi sanoa, että mitä "tyhmempi" sähköinen järjestelmä on, eli mitä vähemmän tietoa se siirtää, sitä hitaammin se kehittyy.

2. RYHMÄ

Käytössä olevat, yleistyvät järjestelmät.

Atk, viestinsiirto yleensä.

Integroitu verkko, siirtonopeuden kasvu, siirtyminen valokaapeliin. Valokaapeli on käytössä nähtävissä olevaan tulevaisuuteen. Siirtonopeuden kasvattamiseksi on siirrytty sähkömagneettisessa spektrissä lyhyempään aaltopituuteen. Koska valoaluetta lyhyemmät aallot ovat röntgen säteitä, kehitys pysähtyy valoteknologiaan. Samasta syystä radiotaajuudet, jotka ovat valoa pidempiaaltoisia, jäävät vain kannettavien (digitaalinen, datan ja kuvansiirtoon pystyvä radiojärjestelmä) laitteiden vallitsevaksi järjestelmäksi. Toimiston sisäisiin yhteyksiin käytetään mahdollisesti infrapuna.

Järjestelmät ovat saavuttaneet kategoria 3:n "ajan nuoli" vaiheen ja ovat verkoston osalta saapumassa kategoriaan 2.

3. RYHMÄ

Olemassa olevat, ei vielä yleisessä käytössä olevat tai ei vielä käyttökelpoiset järjestelmät.

1. Valosähköiset ikkunat
2. Sähköinen akustointi ja äänenvaimennus
3. Sähköisesti himmenevät ikkunat
4. Sähköisesti läpinäkyvämmiksi tulevat ikkunat
5. Hälytysikkunat (rikkomisestaan hälyttävä ikkuna)
6. Sähkölämmitteiset ikkunat

Näihin järjestelmiin ei voi varautua, ne ovat kuitenkin helposti asennettavissa olemassa olevien sähköjärjestelmien puitteissa. Poikkeuksena sähkölämmitys suuremmassa mittakaavassa.

4. RYHMÄ

Välttämättömät utopiat.

Tutkimusvaiheessa olevat, erittäin merkittävät järjestelmät.

1. Fuusiovoima (halpa)
2. Sähkönvarastointi (käyttökelpoinen)
3. Suprajohde (huonelämpötilassa)

Mikä tahansa näistä toteutuessaan johtaa todennäköisesti sähkölämmitykseen. Virastotalojen sähköjärjestelmiä ei kuitenkaan mitoiteta sähkölämmitykselle.

5. RYHMÄ

Sähköisiä järjestelmiä korvaavat muut järjestelmät.

Optiset valonkerääjät:

Vaatisi toimiakseen Suomen oloissa valon varastoinnin.

Valon varastointi:

Käytössä vain poistumistiekylteissä ym. Olemassa olevaa tekniikkaa jota voidaan käyttää varavalaistukseen ym. mikäli määräykset sen vain sallivat.

Valoa läpäisevät lämpöeristeet.

11. "MAHDOLLISET MAAILMAT" JA NIIDEN SEURAUKSET

A. fuusiovoima

1. Sähkölämmitys.
2. Sähköauto, maakuljetukset sähkölle.
3. Energian tuotto muilla muodoilla lopetetaan (öljy, hiili, ym.).

B. sähkönvarastointi

1. Omavarainen sähkönkehitys (aurinko, tuuli).
2. Sähköauto, maa, meri ja osittain ilmakuljetukset sähkölle.

C. suprajohde

Energian siirto edullisinta sähkönä. Sähkölämmitys. Sähkön siirto kaikissa muodoissaan erittäin edullista, energian jakelujärjestelmät erittäin yksinkertaisia ja edullisia. Mahdollistaa mahdollisesti myös sähkönvarastoinnin, jolloin seuraukset ovat lisäksi samat kuin kohdassa B. Sähköinen maakuljetus (juna).

A, B ja C voivat toteutua kaikki tai ei mikään niistä.

Yhdistelemällä eri vaihtoehtoja saadaan erilaisia "maailmoja".

Mikäli A, B ja C kaikki toteutuvat on seurauksena mm.:

- sähkölämmitys
- sähköauto
- maa- meri- ja osittain ilmakuljetukset sähköllä
- energian tuottaminen ja varastoiminen muilla tavoin kuin sähkönä lakkaa
- siirtyminen sähköteknologiaan

12. VIRASTOTALON SÄHKÖ- JA TELEVERKOT

1. energiaverkot:

ulkoiset energiaverkot
 sisäiset energiaverkot
 ulkoiset energialähteet
 sisäiset energialähteet

2. viestiverkot:

lähiviestiverkot
 langalliset lähiviestiverkot
 langattomat lähiviestiverkot

 kaukaviestiverkot
 langalliset kaukaviestiverkot
 langattomat kaukaviestiverkot

Energiaverkot:

Metalli, lasi, keramiikka: ihmisen mittakaavassa ikuisia. Orgaaniset aineet rappeutuvat (puu, kangas, kumi, piki, öljy). Nykyisin orgaaniset osat muovia. Verkon eliniän määrää muovikomponenttien stabiilisuus. (Liikkuvat komponentit huolletaan ja vaihdetaan tarvittaessa.)

Verkon uusimisen syinä orgaanisten komponenttien rappeutumisen lisäksi vain normivanheneminen tai alimitoitus (alimitoitusta tulisi välttää!).

Viestiverkot:

Rappeutuminen kuten edellä, normi- ja tekninen vanheneminen nopeampaa.

Sähkö- ja telejärjestelmät, ennuste ajalle 1995-2095.

0-10 vuotta (vuosikymmen)

Atk-järjestelmät (verkot).

Atk-järjestelmät vanhenevat ja todennäköisesti uusitaan. Muu kehittyvä tekniikka esim. paloilmotus ja turvajärjestelmä, todennäköisesti uusitaan. Järjestelmät eivät "kulu" vaan vanhenevat teknisesti, koska talon viestiverkot ovat saavuttamassa stabiilia vaihetta, uusimisen tarve verkoston osalta jakson 1995-2095 loppua kohti vähenee. Päätelaitteet ja keskuskoneet voidaan uusina olemassa olevaan verkkoon. Verkoston elinikä todennäköisesti pidempi kuin laitteiden.

10-25 vuotta (neljännesvuosisata)

Viestiverkot todennäköisesti integroituja ja valokaapeleita. Järjestelmät verkoston osalta stabiilissa vaiheessa. Mikäli verkot eivät täytä tätä vaatimusta, uusittava tällä jaksolla. Normivanheneminen on mahdollista.

25-50 vuotta (puolivuosisata)

Energian jakelujärjestelmä hyvin huollettuna käyttökelpoinen, mutta mahdollisesti normivanhentunut. Valaisimet rappeutuneet, uusittava.

50-100 vuotta (vuosisata)

Kaikki sähkötekniiset järjestelmät todennäköisesti normivanhentuneet. Energian jakelujärjestelmän orgaaniset komponentit todennäköisesti rappeutuneet. Hyvin suunnitellut tekniset tilat ja johtoreitit edelleen käyttökelpoisia.

Todennäköisimmät muutokset rakennuksen elinkaaren aikana.

- sähkölämmitys
- sähköauto

Sekä energia- että viestiverkot (kaapelointi) ovat todennäköisesti pidempi-ikäisiä kuin päätelaitteet (valaisimet, atk-laitteet). Tarkastelu koskee lähinnä verkostoja. Perusteellisemmassa tarkastelussa verkostojen ja päätelaitteiden eliniät kannattaa erottaa toisistaan.

13. VIRASTOTALON SISÄISET ENERGIALÄHTEET

VARAVOIMAKONE

Rakennuksen oma itsenäinen voimalaitos. Energia varastoitu polttonesteenä.

Muut rakennuksen sisäiset energialähteet ovat sähkökemiallisia (akustot).

Energialähteet ovat myös pieniä, rajoitettuja ja järjestelmäkohtaisia.

Energialähteet ladataan yleisestä sähköverkosta ja niiden energiasisältö ja toiminta-aika on vähäinen.

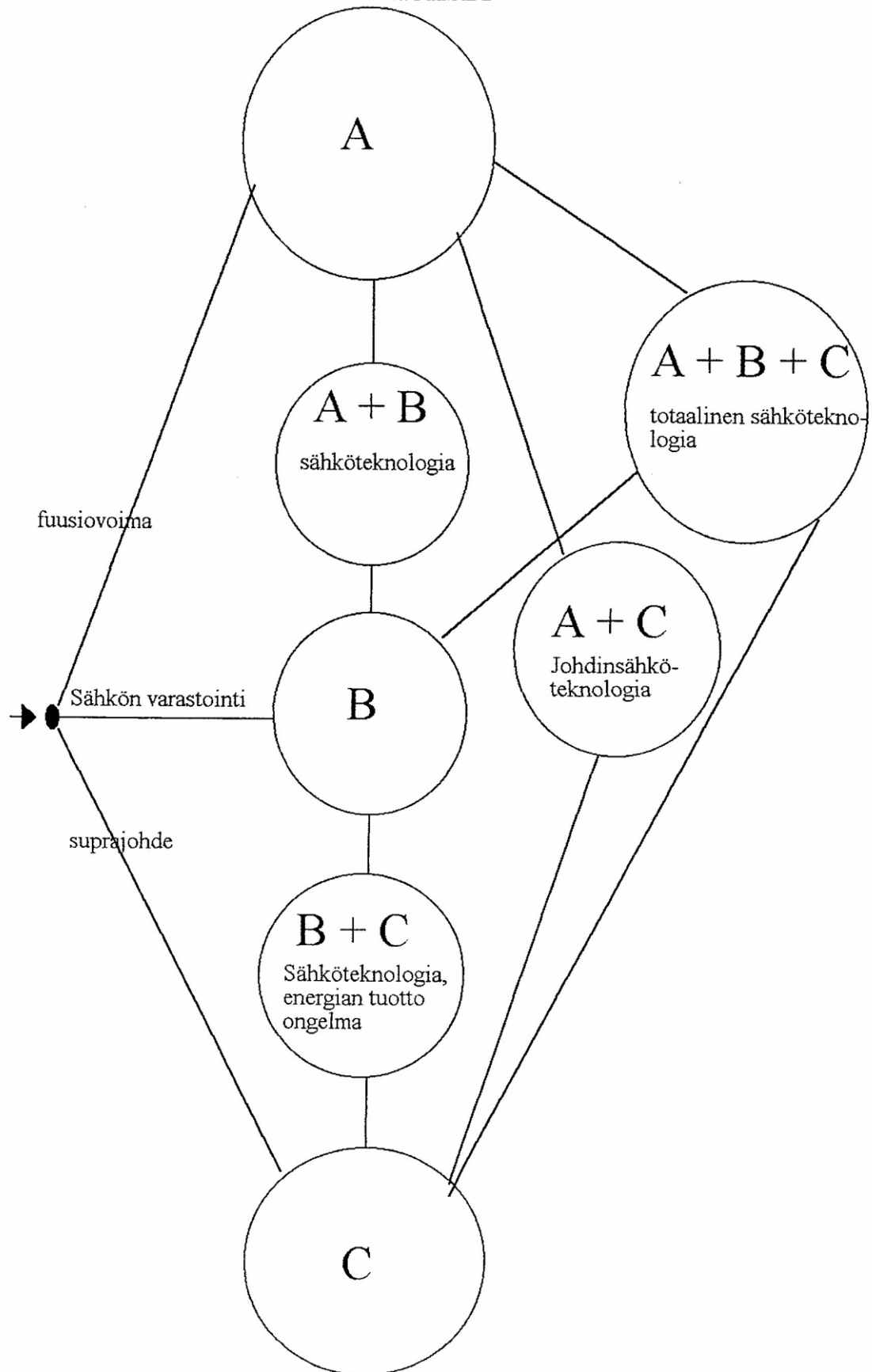
Esim: Keskeytymätön tehonsyöttö (UPS) atk:lle. Varavalaistus ym.

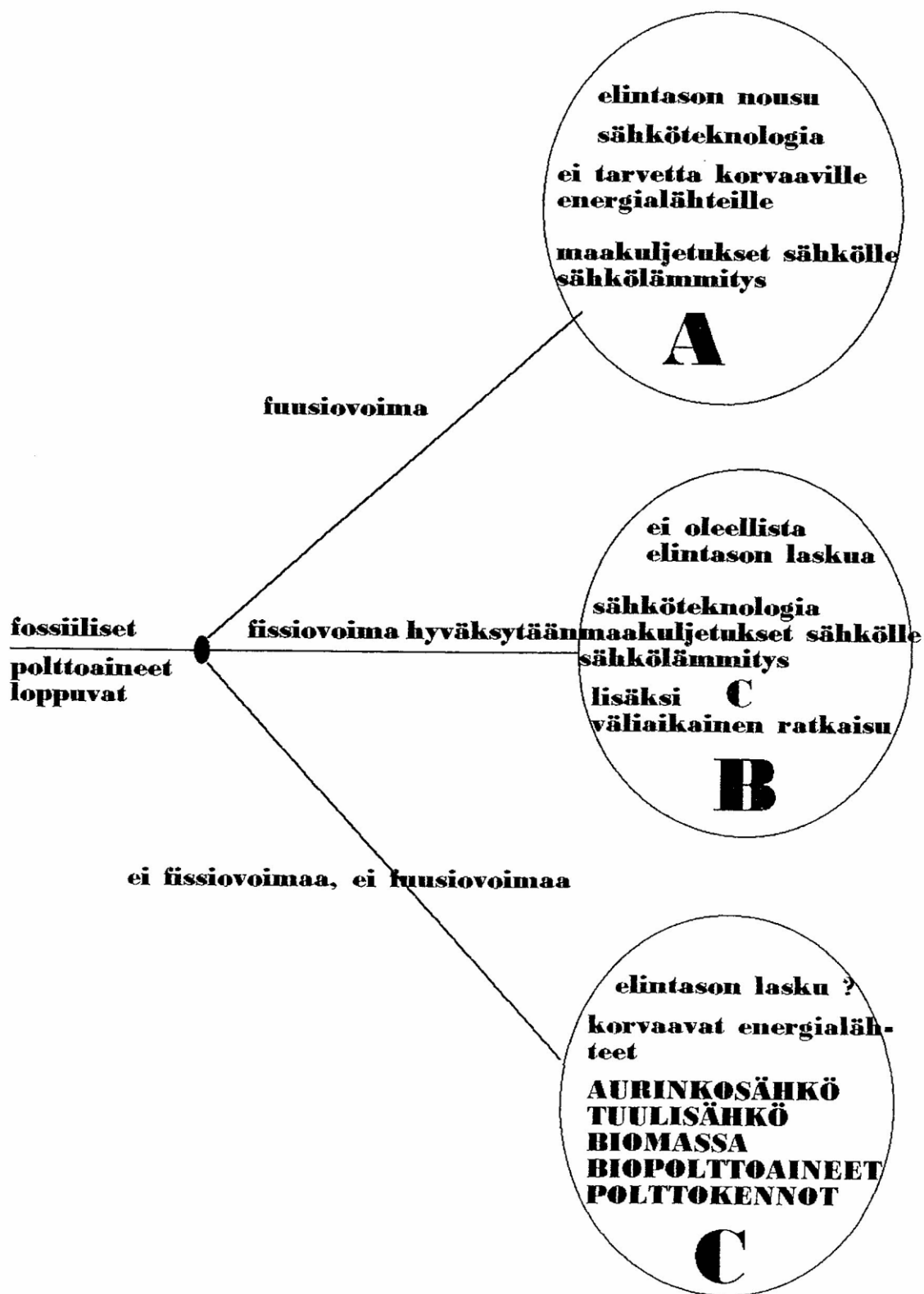
Kaikkiin käytössä oleviin sisäisiin energialähteisiin tuodaan energia ulkopuolelta eivätkä ne ole omavaraisia.

Mikäli sähköön varastointi keksitään voidaan varastoa käyttää korvaamaan sekä varavoimakone että akustot. Lisäksi varastoa voidaan käyttää kuormituksen tasaamiseen. Varasto voidaan täyttää yöaikaan ja viikonloppuina.

14. VIRASTOTALON OMA SÄHKÖENERGIAN KEHITYS

Ainoalta käyttökelpoiselta järjestelmältä näyttää aurinkokenno. Nykyisellä teknologialla ikkunat ja muut lasipinnat voidaan pinoittaa läpinäkyviksi aurinkokennoiksi. Myös muovin pinnoittaminen on mahdollista. Mikäli teknologia tulee riittävän edulliseksi, voidaan pinnoittamalla talon kaikki ikkunapinnat, mahdollisimman täydellisesti myös katto ja seinäpinnat, kehittää merkittäviä määriä energiaa. Mikäli ulkoisen energian hinta huomattavasti nousee, tulee tämä teknologia mahdolliseksi. Käyttökelpoisen sähköön varastoinnin puutteessa järjestelmän käyttökelpoisuus on rajoitettu. Toimivuutta voidaan parantaa myös valoa läpäisevillä eristeillä.





16. TIIVISTELMÄ

Tutkielman tarkoituksena on ollut kehittää tavanomaista muuttumatonta taulukkolaskentaohjelmaa "kehittyneempi" teoreettinen malli virastotalon sähkö- ja telejärjestelmien kehittymisen ennustamiseksi rakennuksen elinkaaren aikana.

Aikajaksona on käytetty "psykologista aikaa", ihmisen normaalisti hahmottamia aikajaksoja: 1, 2, 3, 5, 10, 25, 50, ja 100 vuotta.

Muuttumattomasta taulukkolaskenta ohjelmasta poiketen sähkö- ja telejärjestelmät on jaettu kuuteen eri kategoriaan, niiden kehitysvaiheen perusteella. Järjestelmä saattaa 100 vuoden jakson aikana olla useammassakin kategoriassa. Samoin on esitetty yleiset periaatteet järjestelmien uusimiskustannusten ennustamiseksi rakennuksen elinkaaren aikana.

Olen myös ottanut käyttöön "ennustuksen epätarkkuus" käsitteen samoin käsitteet "mikromuuttuja" ja "makromuuttuja" teoreettisesti selittämään ennusteen "ajelehtimisen" sivuun.

Järjestelmien vanhenemistavat on jaettu kolmeen ryhmään havainnollistamaan teknisten järjestelmien vanhenemistapoja.

Nykyiset ja mahdollisesti tulevat sähköjärjestelmät on jaettu 5 eri ryhmään ja käsitelty luettelon omaisesti. Virastotalon sähkö- ja telejärjestelmät on käyty lyhyesti läpi mainittujen aikajaksojen puitteissa.

Lopuksi on makromuuttujien pohjalta rakennettu muutamia sähkötekniisiä mahdollisia maailmoja.

Tutkielman tarkoitus on lähinnä olla, toivottavasti, "kehittyneempi" malli sähkötekniisten järjestelmien teoreettiseksi käsittelemiseksi rakennuksen elinkaarifilosofiassa.

17. LÄHDELUETTELO

Lauri Loimaranta: Sähkö ja sen käytäntö,
Kansalaiskirjasto n:o 8, 1909.

W. Turunen: Johtoverkko, ulko- ja sisäjohtot,
Tietoja sähköalalta 5. vihko, 1919.

Harald Frilund: Luentosarja sähkötekniikasta monttööreille,
Suomen sahanomistajain paloapuyhdistys, 1919.

Sähkö ja sen käyttö,
Keksintöjen kirja, 1932.

Katsaus sähkötekniilliseen kehitykseen viime vuosina,
Teollisuusteknikkojen julkaisutoimisto, 1944.

Urho A. Heino: Joka kodin sähkökirja,
1953.

Oiva Turpeinen: Energiaa pääkaupungille, sähkölaitostoimintaa
Helsingissä 1884-1984.

The International Encyclopedia of Aircraft,
Aerospace Publishing Ltd, 1991.

Cary Reyes: Airplanes, our quest to reach the skies,
1990.

Nick Georgano: Auto 1880-1920 luvulla,
1985.

Partick Robertson: The shell book of firsts,
1983.

Stephen Jay Gould: Ihmeellinen elämä, Burgessin esiintymä ja historian
kulku, 1991.

James Gleick: Kaaos,
1987.

Toimisto huomenna, toimittanut Juhani Junnila
Rakennushallitus, Postipankki Oy, 1988.

Sähkösuunnitteluohjeet,
Rakennushallitus, 1986

Televiestintäratkaisujen vaikutus virastotalorakentamiseen,
Telekehityskeskus, Rakennushallitus, 1990.

Edward C. Ezell, Handguns of the world, military revolvers and self-loaders from 1870 to 1945, 1981.

John Walter: Rifles of the world, The definitive illustrated guide to world's centre-fire rifles, from 1875 to the present day, 1993.