

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 350

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIETOJÄRJESTELMÄSTRATEGIA**

Työryhmän mietintö

Toimittaneet

Hannu Saarenmaa, Kari Lehto, Erkki Kaila,
Hannu Salminen ja Jukka Pöntinen

Helsinki ja Rovaniemi 1990

Metsäntutkimuslaitos
Matemaattinen osasto
Unioninkatu 40A
00170 Helsinki

ODC 946.3 + 945.14
ISBN 951-40-1090-6
ISSN 0358-4283

Helsinki ja Rovaniemi 1990

Kannen suunnittelu: Erkki Kaila

TIIVISTELMÄ

Metsäntutkimuslaitoksen strategiset tietojärjestelmät -projekti toteutettiin osana laitoksen toiminnan uudelleen suuntaamista. Työ suoritettiin 12 hengen työryhmässä ja siinä kuultiin asiantuntijoita. Suunnittelussa sovellettiin SRM-menetelmää. Tietojärjestelmätutkimuksen tehtävä oli etsiä ne kohteet, joissa toiminnan ja tietojärjestelmien integroidulla kehittämisellä on saatavissa pysyviä etuja. Työryhmän päätehtävät olivat tietojärjestelmäarkkitehtuurin luominen ja tietojärjestelmästrategian määrittäminen. Menetelmän mukaisesti nämä johdettiin laitoksen toiminnasta ja tavoitteista.

Projektin päätulokset jaetaan viiteen ryhmään, jotka ovat: 1) Metsäntutkimuslaitoksen yhteiskunnallisen roolin ja organisaatiokulttuurin tarkastelu, 2) laitosta kuvaavien mallien rakentaminen, 3) tietojärjestelmä määritykset, 4) tietohallinnon strategia ja sen toteutusvaihtoehdot sekä 5) suositukset ja toimenpideehdotukset.

Työryhmä esittää laitoksen organisaatiokulttuuria kehitettäväksi palvelulaitoksen suuntaan ja tietovarastojen rakentamista palvelun edellyttämälle tasolle. Työryhmä rakensi laitosta kuvaavan toimintomallin ja kohdemallin. Toimintoja eriteltiin noin 300, jotka jaoteltiin neljälle sektorille: tutkimukseen, hallintoon, metsien hoitoon ja tietopalveluun. Kohdemalli käsittää samoin noin 300 kohdetta. Näiden muodostamasta matriisiista määritettiin 34 tavoitteellista tietojärjestelmää, joiden rakentaminen ulottuu koko 1990-luvulle.

Tietohallinnon vaihtoehtoisia strategioita tarkasteltiin kustannusten ja vaikutusten vertailun pohjalta. Kolmesta visiosta työryhmä päätyi suosittelemaan luonnonvarasektorin tietopankki -vaihtoehtoa. Se merkitsee merkittävää panostusta metsäsektoria kuvaavan perustietovaraston organisointiin, näkyvään ulospäin-suuntautuvaan tietopalveluun ja markkinointiin. Tämän strategian katsottiin pitkällä tähtäimellä johtavan myös tutkimustoiminnan mahdollisuuksien kasvamiseen. Erityisesti metsän terveydentilaan kohdistuvat tutkimukset hyötyvät laajojen metsää ja ympäristöä kuvaavien tietoaaineistojen yhdistämisestä paikkatiedon avulla.

ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitos kehittää aktiivisesti toimintaansa. Eri työryhmissä suunnitellaan tutkimuksen tuloksellisuuden mittaamista, tutkimusalueiden toiminnan kehittämistä, uutta tutkimussuunnittelujärjestelmää sekä uutta organisaatiota. Tietojärjestelmillä on kaikkien organisaatioiden toiminnassa ja sen kehittämisessä nykyään keskeinen rooli. Erityisen tärkeitä ne ovat organisaatioissa, joiden keskeisiä tuotteita ovat tieto ja asiantuntemus, kuten Metsäntutkimuslaitoksessa.

Metsäntutkimuslaitoksen organisaatiokulttuuri on peräisin yliopistomaailmasta. Tämä on havaittavissa myös laitoksen tähänastisesta tietohallintostrategiasta, jossa määrävänä tekijänä on ollut luovan tutkimusympäristön vaatimien laskenta- ym. palveluiden ylläpito. Keskeiset tietokannat ja samalla niihin nojautuvat sovellukset ovat jääneet kehittämättä tai yksinäisiksi saarekkeiksi. Tämä strategia ei palveluideologian leimaamassa tietoyhteiskunnassa enää ole riittävä. Tietotekniikan nopea kehitys on myös tuonut tarjolle kokonaan uudenlaiset mahdollisuudet sekä tutkimusta että hallintoa palvelevien perustietojärjestelmien luomiseen ja palveluiden tehostamiseen. Tämän vuoksi tietojärjestelmien rakentaminen on otettu näkyvään osaan laitoksen kehittämisessä.

Metsäntutkimuslaitoksen ylijohtaja nimitti 28.9.1989 työryhmän laatimaan suunnitelmaa laitoksen strategisista tietojärjestelmistä ja niiden toteuttamisesta. Työryhmän puheenjohtajaksi nimitettiin vs. professori Hannu Saarenmaa, sihteereiksi vs. erikoistutkija Erkki Kaila ja tutkija Kari Lehto sekä jäseniksi professori Pekka Kilkki, erikoistutkija Mikko Tervo, atk-päällikkö Jukka Pöntinen, tutkijat Kari Mikkola, Hannu Salminen, Jorma Salo, Yrjö Sevola sekä metsätalouden tarkastaja Juha Parkkonen (6.12.1989 saakka). Työryhmä kutsui asiantuntijajäsenekseen tutkija Olavi Kurttion. Työryhmän alkuperäistä määräaikaa jatkettiin joulukuun lopusta 1989 tammikuun loppuun 1990.

Metsätalouden tietojärjestelmiä on aikaisemmin kehitetty mm. METKA- ja METIK-projekteissa, mutta kokemusta tietojärjestelmäarkkitehtuurien määrittelyssä tarvittavista menetelmistä oli laitoksessa kuitenkin hyvin niukasti. Sen takia työryhmä päätti suorittaa formaalin *tietojärjestelmätutkimuksen* ja hankkia laitokseen tarvittavan modernin menetelmällisen asiantuntemuksen, jota voidaan hyödyntää jatko-projekteissa ja myös tutkimustyössä. Tätä tarkoitusta varten työryhmän työskentelyyn osallistui konsultti Heli Piippo Tapani Soini Oy:stä. Tietojärjestelmätutkimuksen päätavoite on kytkä organisaation tietohallinto kiinteästi sen strategiaan.

Työryhmä on kokoontunut 9 kertaa ja haastatellut 8 henkilöä. Kaikkiaan projektiin on käytetty noin 300 henkilötyöpäivää ja sen kokonaiskustannukset, työaika mukaanlukien, ovat noin 300 000 markkaa. Saatuaan mietintönsä valmiiksi työryhmä luovuttaa sen kunnioittaen Metsäntutkimuslaitoksen ylijohtajalle.

Helsingissä 25.1.1990

Hannu Saarenmaa

Mikko Tervo

Jukka Pöntinen

Kari Mikkola

Jorma Salo

Olavi Kurttio

Pekka Kilkki

Erkki Kaila

Kari Lehto

Hannu Salminen

Yrjö Sevola

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	3
ALKUSANAT	4
SISÄLTÖ	6
1. TAUSTA JA TAVOITTEET	8
11. Metsäntutkimuslaitos tiedontuottajana	8
111. Tiedon asema yhteiskunnassa	8
112. Metsäntutkimuslaitoksen asema ja tehtävät	10
113. Metsäntutkimuslaitoksen toiminta- ja kehityslinjat	11
12. Metsäntutkimuslaitoksen tietojärjestelmille asetettavat tavoitteet	14
121. Vastuu metsäsektorin perustietokannoista	14
122. Tutkimustoiminnan tukeminen	15
123. Hallinnon ja johtamisen tukeminen	16
124. Tutkimusmetsien hoitaminen	17
125. Metsäntutkimuslaitoksen tietoaineistojen markkinointi	17
126. Metsäntutkimuslaitoksen asiantuntemuksen vieminen kentälle tietotekniikan avulla	18
13. Metsäntutkimuslaitoksen tietojärjestelmien nykytila	18
131. Tietohallinnon organisointi ja kehittämishankkeet	18
132. Laitteisto	19
133. Sovellukset	21
134. Tietohallinnon resurssit	22
14. Tietojärjestelmä tutkimuksen tavoitteet ja tehtävät	26
2. TUTKIMUSMENETELMÄ	27
21. Tietojärjestelmät ja tietokannat	27
211. Tietojärjestelmät ja informaatiojärjestelmät	27
212. Relaatiotietokannat	28
213. Paikkatietojärjestelmät	29
214. Asiantuntijajärjestelmät	30
22. SRM-menetelmän pääpiirteet	30
221. Lähtötilanteen selvittäminen ja työsuunnitelman laatiminen	31
222. Toimintojen ja niiden tietotarpeiden määrittäminen	32
223. Kohdemallin laatiminen eli tietoanalyysi	33
224. Haastattelut	35
225. Kaavojen muodostaminen	35
226. Päätelmien ja suositusten teko sekä hyväksymisen hankinta	36
227. Toteutuksen suunnittelu	36
23. Metsäntutkimuslaitoksen tietojärjestelmä tutkimuksen vaiheistus	37
24. CASE-ohjelmisto IEF	38

3. TIETOJÄRJESTELMÄTUTKIMUKSEN TULOKSET	39
31. Metsäntutkimuslaitosta kuvaavat käsitteelliset mallit	39
311. Toimintomalli	39
312. Kohdemalli	41
313. Organisaatiomalli	44
314. Informaatiotarpeet	44
315. Haastattelut ja ongelmien kartoitus	45
32. Metsäntutkimuslaitoksen tietojärjestelmäkaava	45
321. Tietojärjestelmäjako	45
322. Operatiiviset tutkimushallinnon järjestelmät	47
323. Operatiiviset paikkatietojärjestelmät	52
323. Informaatiojärjestelmät	58
324. Mallit ja asiantuntijajärjestelmät	61
33. Metsäntutkimuslaitoksen tietotekniikan soveltamisen vaihtoehdot ja edullisuusvertailu	63
331. Tutkijan työasema-vaihtoehto	63
332. Kehittämisen ja suunnittelun integraatio-vaihtoehto	64
333. Luonnonvarasektorin tietopankki-vaihtoehto	65
334. Strategian valinta	66
34. Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinnon strategia	67
341. Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinnon toiminta-ajatus ja päämäärät	67
342. Tietohallinnon kriittiset menestystekijät	68
343. Tietohallinnon osastrategiat ja toteutustavat	68
4. TYÖRYHMÄN SUOSITUKSET	74
41. Toimintaa ja organisaatiota koskevat suositukset	74
42. Tietohallintoa koskevat suositukset	75
43. Koulutusta ja kehittämistä koskevat suositukset	75
44. Suositukset tietojärjestelmäprojektien priorisoimiseksi	76
45. Jatkoselvitykset	76
5. TARKASTELU JA YHTEENVETO	78
51. Tietojärjestelmien kehittäminen ja Metsäntutkimuslaitoksen kehittäminen	78
52. Tietojärjestelmien kehittämisen tavoite on palvelujen kehittäminen	79
VIITTEET	80
LIITTEET	
A. Toimintomalli	sivuja 13
B. Kohdemalli	sivuja 26
C. Tietojärjestelmät rajaava matriisi	sivuja 16

1. TAUSTA JA TAVOITTEET

11. Metsäntutkimuslaitos tiedontuottajana

111. Tiedon asema palveluyhteiskunnassa ja päätöksenteossa

Tietoyhteiskuntaan siirtyminen merkitsee palveluyhteiskunnan arvojen omaksumista myös tiedon tuotannossa. Tietoa tuotetaan kaikkialla, mutta vasta käytettävyys ja merkityksellisyys päätöksenteossa määrävät sen arvon. Yksittäisenä tietoalkio voi jäädä hyödyntämättä, mutta järjestelmällisen kokonaisuuden osana se luo ja ohjaa toimintaa. Tietotarpeitten tyydytys riippuu siitä, miten yhdistely monista lähteistä onnistuu. Tämä edellyttää toimivaa kommunikaatiota ja yhteyksiä eri tiedon tuottajien välillä.

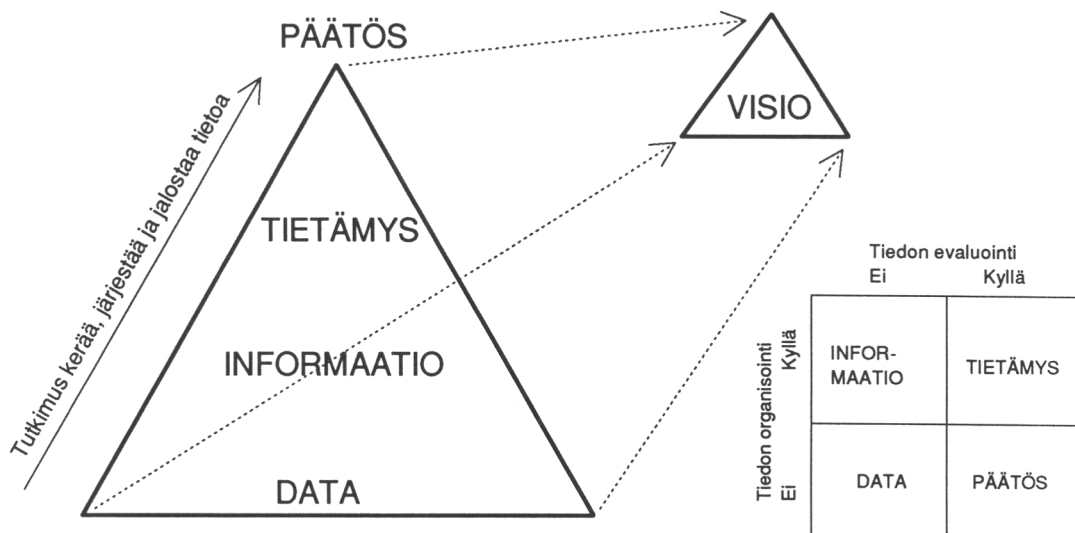
Tieto liittyy läheisesti toiminnan laatuun. Suunnitteluun liittyvässä ennakoivassa laatuajattelussa korostetaan toiminnan ohjaamista siten, että tulokset vastaavat asetettuja vaatimuksia. Ohjaavan tiedon merkityksellisyys on siis mitattavissa.

Tutkimuksessa on oleellista ennakoida tulevia tietotarpeita. On pyrittävä rakentamaan tietotausta, jonka avulla voidaan vastata sellaisiin kysymyksiin, joita ei vielä ole esitetty, mutta jotka kyseisessä toimintaympäristössä voivat tulla esiin. Tähän tarvitaan perusmekanismeihin asti ulottuvia käsitelmalleja, mitä tekoälyn piirissä kutsutaan syvä tietämykseksi (*deep knowledge*). Tutkimuksen laatu ja syvyys ovat lähellä toisiaan. Tiedon syvyys ja käytettävyys eivät kuitenkaan ole vastakohtia.

Tiedon määrällisellä kasvulla ei ole rajaa. Määrä ei materiaalisessa kasvussa muutu laaduksi, mutta tiedon lisääntyessä voi tapahtua myös laadullisia muutoksia. Ennenkaikkea uusi tieto jäsentää kumuloituvaa tietoa.

Tieto ei ole itseisarvo vaan toiminnan suuntaamisen perusta. Perustutkimus, joka ei tähtää välittömästi päätöksenteossa käytettävään tietoon, tavoittelee sekin tiedon määrän muuttumista laaduksi myöhemmin. Tiedon tuottamisessa ennakointi on tärkeää. Yhden asiakkaan hetken tarpeilla ei ole merkitystä, vaan tiedon tuottoa rakennetaan ennustetun kehittymisen perusteella (Mikkonen ja Soini 1988).

Tietoyhteiskunnassa kehittämistoiminto ja tietoresurssien hallinta sulautuvat. Eräissä yrityksissä nämä onkin yhdistetty samaan organisaatioyksikköön. Tuotekehittelyä lukuunottamatta erillinen kehittämisorganisaatio ei puolla enää paikkaansa nykyaikaisessa yrityksessä, sillä kehittämisen tulee liittyä kaikkeen toimintaan.



Kuva 1. Tiedon lajit.

Tiedolla on monta tasoa. Karkeasti yleistäen voidaan sanoa, että suorittavat (operatiiviset) järjestelmät luovat ja käyttävät **dataa**. Toiminnan ohjaus luo ja käyttää datan lisäksi **informaatiota**. Strateginen johto käyttää **tietämystä**, luo kokonaisnäkyviä eli **visioita** ja on viime kädessä vastuussa kaikista **päätöksistä** (kuva 1). Kullakin tasolla tulee mukaan erilaisia tiedon muotoja. Siksi organisaation eri tasojen välinen kommunikaatio voi olla vaikeata.

Metsiä koskevien päätösten vaikutukset selviävät lopullisesti vasta vuosikymmenien kuluttua. Luonnonprosesseja ei tunneta riittävästi, joten tarkkoja ennusteita metsien kehityksestä vaihtelevissa olosuhteissa ei voida laatia. Tämä koskee etenkin pitkän aikavälin suunnittelua. Lisäksi metsätaloutta kuvaavan informaation saantia ja jakelua rajoittavat metsän käyttöön kohdistuvat poliittiset ristipaineet.

Metsää koskevat päätökset sisältävät siis paljon riskejä ja epävarmuutta ja ne syntyvät kulloinkin vallitsevien arvojen ja rakenteiden puitteissa. Tutkimuksen tehtävä on tukea päätöksentekoa riittäväällä määrällä perusdataa, valmiiksi sulatettua informaatiota ja päätöksenteossa käytettävää tietämystä.

112. Metsäntutkimuslaitoksen asema ja tehtävät

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen metsäntutkimuksen keskuselin, joka perustettiin vuonna 1917. Laitoksen tehtäväksi on laissa 653/76 säädetty "suorittaa metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävää tutkimusta".

Asetuksessa 249/86 on laitokselle määrätty myös seuraavat tutkimukseen liittyvät tehtävät:

- metsien tilan seuranta ympäristönsuojelun kannalta
- tutkimustulosten julkaisu,
- tutkimustuloksista tiedottaminen yleistajuisessa muodossa,
- lausuntojen antaminen toimialansa asioista,
- yhteydenpito muihin metsäntutkimusta ja sitä sivuavaa tutkimus- ja kehitystyötä harjoittaviin laitoksiin sekä käytännön metsätalouteen ja
- osallistuminen alan kansainväliseen yhteistyöhön.

Varsinaisen tutkimustoiminnan lisäksi Metsäntutkimuslaitoksen hoidettavaksi on annettu valtakunnallisia tietopalvelutehtäviä, joista keskeisimpiä ovat:

- valtakunnan metsien inventoinnit,
- metsätilaston laadinta,
- metsäveroperusteiden ja puun kasvatuksen kulujen laskenta,
- puumarkkinoiden seurannan tietojärjestelmä,
- torjunta-aineiden tarkastus ja
- metsänjalostukseen ja metsänviljelyaineiston kauppaan liittyvien rekistereiden ylläpito.

Tutkimuslaitosten asemaa on selvitetty äskettäin EY:n komission sekä Valtion Tiede- ja Teknologianeuvoston (1989) toimesta. Niissä tutkimus jaetaan kolmeen osaan: yliopistolliseen, julkishallinnon tutkimuslaitoksissa suoritettavaan ja yrityksissä tehtävään tutkimukseen. Yliopistollinen tutkimus vastaa perustutkimuksesta ja sen menestymistä mitataan tieteellisin ja opetuksellisin kriteerein. Yrityksissä tehtävän tutkimuksen tavoitteena ovat tuotekehitys, markkinaosuus ja kannattavuus. Julkishallinnon tutkimuslaitoksille, kuten Metsäntutkimuslaitokselle kuuluu **sektorivastuu tietyn alan tiedon keruusta, tietämyksen ylläpidosta ja asiantuntijapalveluista**. Vaikka valtion tutkimuslaitokset käyttävät suurelta osin samoja tieteellisiä menetelmiä kuin akateemiset laitokset, niiden tuloksellisuuden arviointiin eivät päde samat kriteerit kuin yliopistolliseen tutkimukseen. Valtion tutkimuslaitosten tavoitteena on tiedon **kattavuus, saatavuus ja relevanssi**.

Julkishallinnon kehittäminen ja palveluiden tehostaminen on kirjattu nykyisessä hallitusohjelmassa hyvin näkyvästi. Hallinnon tuottavuutta ei voida enää kas-

vattaa määrällisen kasvun avulla. Tutkimus on kuitenkin niitä harvoja alueita, missä määrällinen kasvu on mahdollista, mutta sekin tulee perustella hyvin huolellisesti. Vaatimus toiminnan tehostamisesta olemassaolevia resursseja paremmin käyttämällä ja uudelleen suuntaamalla on hyvin näkyvä ja se koskee myös Metsäntutkimuslaitosta. Tietotekniikka on yksi keskeisistä keinoista tehokkuutta tavoiteltaessa. Keväällä 1989 valtioneuvosto antoi suositukset siirtymisestä avoimiin järjestelmiin ja tietoverkkoihin, joiden avulla pyritään parantamaan virastojen välistä tietojen vaihtoa.

Aluepolitiikka on vaikuttanut näkyvästi Metsäntutkimuslaitoksen asemaan. Puolet laitoksen henkilökunnasta työskentelee keskusyksikön ulkopuolella. Kasvu pyritään ohjaamaan kokonaan tutkimusasemille. Aluepoliittiset seikat vaikuttavat myös laajemmissa yhteyksissä. Talvella 1989 tehdyn valtioneuvoston suosituksen mukaan valtion laitosten ohjelmistohankinnat tulee mahdollisuuksien mukaan toteuttaa pääkaupunkiseudun ulkopuolella.

113. Metsäntutkimuslaitoksen toiminta- ja kehityslinjat

Metsäntutkimuslaitos on asiantuntijaorganisaatio. Laitoksen toiminta-ajatus on parhailaan muovattavana eikä sitä ole tällä hetkellä virallisesti hyväksytty. Työryhmä ilmaisee sen seuraavassa muodossa: **Metsäntutkimuslaitos tuottaa tietoa, joka palvelee metsiin liittyvää taloudellista ja ympäristönsuojellista päätöksentekoa ja turvaa metsien monipuolisen ja tarkoituksenmukaisen käytön myös tulevaisuudessa.**

Tutkimuksen painoalat muuttuvat päätöksenteko-ongelmien muuttuessa. Ainoa valtion tulo- ja menoarviossa 1990 mainittu Metsäntutkimuslaitoksen painoala on ilman epäpuhtauksien ja ilmastomuutoksen metsävaikutusten tunnistaminen, seuranta ja ennustaminen.

Metsäntutkimuslaitoksen toiminnan kehittämisen perusta on äskettäin valmistunut julkaisu, jossa on esitetty laitoksen kehittämisen suuntalinjat (Metsäntutkimuslaitos 1989a). Tietojärjestelmien kehittäminen nähdään eräänä keskeisimmistä painoaloista metsäntutkimuksen kehittämisessä. Niistä todetaan em. Metsäntutkimuslaitoksen toimintalinjoja suuntaavassa paperissa seuraavaa: "Keskeisimpiä metsäntutkimuksen painoaloja ovat 1990-luvun alkaessa: ... Metsien tilaa koskevien ajantasaisten tietokantojen kehittäminen ja metsien kehitystä kuvaavien mallien laatiminen. Tällaisten tietokantojen runkona on valtakunnan metsien inventoinnin koelaverkko. Inventointitulokset luovat perustan mm. metsäteollisuuden investointipäätöksille, metsiemme hakkuumahdollisuuksien arvioimiselle, metsien veroperusteiden laadinnalle sekä metsissä tapahtuvien muutosten havaitsemiselle, kuten esim. tuho- ja metsätautiltilanteen selvittämiseksi."

Edellä mainittujen lisäksi muita metsäntutkimuslaitoksen painoaloja ovat (Metsäntutkimuslaitos 1989a):

- metsänuudistamisen ja metsänhoitomenetelmien perusteiden tutkiminen ja niihin liittyvien päätöstukimenetelmien kehittäminen,
- yhteiskunnan muutosten vaikutukset metsätalouteen ja metsäteollisuuteen ja
- metsien eri käyttömuotojen yhteensovittaminen ja metsätalouden ympäristövaikutusten selvittäminen.

Toimintalinjat-paperissa esille tuotu Metsäntutkimuslaitoksen toiminnan keskeinen päämäärä on metsiin ja metsätalouteen liittyvän tutkimuksen vaikutuksen lisääminen yhteiskunnassa ja etenkin päätöksenteossa. Päämäärä saavutetaan 1) lisäämällä tutkimuksen määrää, laatua ja relevanssia, 2) tehostamalla palveluja sekä 3) parantamalla laitoksen julkista kuvaa ja kehittämällä tiedottamista. Nämä kriittiset tekijät muodostavat Metsäntutkimuslaitoksen toimintastrategian.

Tutkimusten määrään, laatuun ja relevanssiin liittyvät seuraavat kehittämistavoitteet:

- Tutkimusten on pystyttävä vastaamaan tämän päivän kysymyksiin, mutta samalla niiden on pyrittävä ennakoimaan tulevaisuuden haasteet. Tutkimusten tulee olla ongelmakeskeisiä ja tarpeen mukaan monitieteisiä.
- Lisätään yhteistyötä muiden elinympäristöämme tutkivien laitosten sekä käytännön metsätalouden kanssa. Laajennetaan kansainvälistä yhteistyötä.
- Tieteellisissä sarjoissa ilmestyvien julkaisujen määrää lisätään viime vuosien tasosta.
- Tutkijakoulutusta ja tutkijoiden urasuunnittelua tehostetaan.
- Tutkimusten ja tutkijoiden arviointimenetelmiä otetaan käyttöön ja niitä kehitetään aktiivisesti.
- Tutkimussuunnittelua parannetaan. Tutkimuksen ongelma-asettelun ja hypoteesien on oltava selkeitä. Tutkimuksella on oltava relevantti teoriaperusta. Menetelmien on oltava tieteellisesti päteviä ja tulosten hyväksyttävästi testattuja.

Palvelujen tehostamisen keskeisimmät kehittämistavoitteet ovat:

- Tietoaineistojen, erityisesti metsävaratietojen markkinointia tehostetaan ja niiden tiedonhallintaa kehitetään.
- Palvelut muutetaan soveltuvin osin maksullisiksi. Lisääntyneet tulot pyritään saamaan palvelutoiminnan kehittämiseen. Tilaustutkimustoimintaa lisätään.
- Metsäntutkimuslaitoksen perustietokannat ja tietojärjestelmät suunnitellaan keskitetysti ottaen huomioon laitoksen eri toimintayksiköiden, palvelutoiminnan ja sidosryhmien tarpeet. Tietojärjestelmät rakennetaan vaiheittain. Järjestelmien tulee perustua yhtenäiseen tietoarkkitehtuuriin, joka

mahdollistaa liitännät eri järjestelmien välillä. Ulkopuolisille tiedonkäyttäjille tarjotaan mahdollisuutta tietohakuihin.

- Metsäntutkimuslaitoksen asiantuntemusta siirretään käytäntöön julkaisujen lisäksi päätöksenteon tukijärjestelmien ja asiantuntijajärjestelmien muodossa.

Tiedotustoimintaan liittyvät kehittämistavoitteet ovat:

- Yhteyksiä tiedonkäyttäjiin parannetaan ja tutkijoiden viestintäkoulutusta lisätään.
- Sisäistä tiedonkulkua ja tieteellistä keskustelua lisätään niin, että edellytykset ristiriitaisten tulosten ja näkemysten käsittelemiselle laitoksen sisällä paranevat.
- Perustietokannat ja tietojärjestelmät rakennetaan palvelujen edellyttämälle tasolle.

Tavoitteiden saavuttaminen edellyttää organisaatiokulttuurin, johtamisjärjestelmän, henkilöstöpolitiikan ja työilmapiirin kehittämistä Metsäntutkimuslaitoksessa.

Metsäntutkimuslaitos on maan toiseksi suurin tilastotuottaja, mutta viime aikoina erityisesti ympäristöministeriö on ryhtynyt aktiivisesti kehittämään metsäsektoria läheisesti sivuavaa tilasto- ja tietotuotantoa. Valtion tilastotoimen kehittämisestä valtioneuvosto on päättänyt (1989):

- Tilastokannan tulee tyydyttää muuttuvia tietotarpeita. Tilastoja on täydennettävä ja uudistettava todellisuutta vastaavan tiedon tuottamiseksi.
- Tilastoaineistojen käsittelyyn ja empiiriseen tutkimukseen soveltuvien tilastollisten menetelmien käyttöä tulee lisätä, sekä harjoittaa ja edistää empiiristä tilastollista tutkimusta.
- Tilastojen ja tilastoaineistojen tulee vastata kansainvälistymisen vaatimuksia.
- Tilastotiedot tulee välittää käyttäjille heille parhaiten soveltuvalla tavalla.
- Tietojen keruun ja käsittelyn taloudellisuutta lisätään käyttämällä mahdollisuuksien mukaan muussa yhteydessä kerättyjä tietoja tilastojen perusaineistoina. Tiedonantorasitusta pyritään keventämään.
- Tilastollisen tietotuotannon tarpeet on otettava huomioon virastojen ja laitosten tietohallinnon kehittämissuunnitelmissa.
- Tilastojen perusaineistoina käytettävien hallinnollisten aineistojen keruu ja käsittely sekä tilastojen laadintatehtävät on jaettava tarkoituksenmukaisesti eri viranomaisten kesken. Tilastoviranomaisilla tulee olla yhdenmukaiset säädökset tilastojen laatimisesta.
- Tilastotoimen ohjausta tehostetaan.
- Ympäristöministeriö ja tilastokeskus vastaavat yhdessä muiden hallinnonalojen kanssa ympäristötilastojen yleisestä kehittämisestä ja laativat asiaa koskevan kehittämissuunnitelman.

12. Metsäntutkimuslaitoksen tietojärjestelmille asetettavat tavoitteet

Tutkimus- ja yritysmaailmassa tietotekniikkaa on tähän asti käytetty rutiinitoimien automatisoimiseen ja suurta laskentakapasiteettia vaativien laskutoimitusten tekemiseen. 1990-luvulla tietojärjestelmät muodostavat kuitenkin yhä selvemmin strategisen resurssin. Keskeiset toiminnot kattavien perustietovarastojen rakentaminen ja tietojärjestelmien käytön hajauttaminen organisaatioissa muodostavat onnistuessaan merkittävän kilpailuedun. Suurten yritysten on menestyäkseen kyettävä kytkeämään tietojärjestelmät yritysstrategian aktiiviseksi osaksi (Sullivan-Trainor 1989).

Myös Metsäntutkimuslaitosta voidaan tarkastella yrityksenä. Merkkejä kilpailusta tiedeyhteisön sisällä ja luonnonvarasektorin tietotarjonnassa on selvästi havaittavissa (vrt. Niitamo 1988). Valtionhallinnon kehittäminen johtaa uusien tutkimusyksiköiden perustamiseen ja vanhojen tehtävien jatkuvaan rationalisointiin. Toisaalta orastava paikkatietojen yhteiskäyttö (ks. Rainio 1989) mahdollistaa yhteistyön luonnonvarasektorin eri organisaatioiden välillä aivan uudella tavalla. Ilman tietojärjestelmien voimakasta kehittämistä Metsäntutkimuslaitos ei voi säilyttää asemaansa Suomen luonnonvarasektorin tietopalvelujen keskeisenä tuottajana. Tämän tietopalvelun varaan rakentuu kuitenkin merkittävältä osin Suomen metsäsektorin kilpailukyky. Tässä tilanteessa tietojärjestelmien kehittäminen vaatii selkeää tavoitteenasettelua ja määrätietoista panostusta.

12.1. Vastuu metsäsektorin perustietokannoista

Metsäntutkimuslaitoksella on sektorivastuu metsätalouden päätöksenteon tietotaustan tuottajana. Se edellyttää metsää kuvaavan perustietoaineiston ylläpitoa. Mikään muu organisaatio ei huolehdi näistä tehtävistä. Tämän tietoaineiston keräämistä, hallintaa ja sen käyttäjien tukemista voidaan pitää Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinnon tärkeimpänä tehtävänä.

Metsää kuvaava tieto kerätään valtakunnan metsien inventoinneissa, satelliittikuvilta, ilmakuvilta ja erilaisista metsien käyttöä kuvaavista tilastoista ja kyselyjen avulla. Osa tiedoista saadaan valmiista paikkatietokannoista, joista pääosan tuottaa maanmittaushallitus. Täydentäviä tietoja saadaan tutkimuskoaloilta ja käytännön metsätalouden metsikkökuviotietokannoista. Metsää sekä metsä- ja puutaloutta kuvaava data sisältää sekä mitattuja perustietoja, laskettuja summätietoja että valmiina informaationa kerättyä tilastotietoa. Lähes kaikki tieto on paikkaan sidottua ja sitä täytyy kyetä yhdistelemään paikkatiedon avulla ja eri organisaatioyksiköissä. Tiedon keruun, ylläpidon ja luovuttamisen vastuut on

määriteltävä. Tietojärjestelmän eri sovellusten kehittämistyön tulee olla suunniteltua.

Tämän metsää kuvaavan tietoaineiston täytyy olla järjestettynä siten, että se mahdollistaa:

- monipuoliset palvelut laitoksen oman tutkimustoiminnan tukemiseksi
- metsäsektorin informaatiotarpeiden tyydyttämisen
- tietoaineistojen markkinoinnin
- integroinnin ulkopuolisiin paikkaan sidottuihin tietokantoihin.

Metsää kuvaavilla perustietokannoilla on myös globaalia merkitystä. Esimerkiksi YK:n ympäristöohjelman puitteissa on perustettu kansainvälinen ympäristön seurantajärjestelmä GEMS (*Global Environment Monitoring System*). Sen keskeinen resurssi on tietopankkiverkosto GRID (*Global Resource Information Database*) joka on kehitteillä (UNEP 1985, Päivinen 1989). Uudistuvien luonnonvarojen osalta Metsäntutkimuslaitoksella tulee olla keskeinen rooli tässä järjestelmässä. Jäsenyys mahdollistaa myös Metsäntutkimuslaitoksen tutkijoille pääsyn globaaleihin tietoaineistoihin.

122. Tutkimustoiminnan tukeminen

Tutkimustyön kannalta tutkimuksen tietojärjestelmillä on keskeinen ja monitahoinen merkitys. Tietojenkäsittelyä sovelletaan jatkuvasti yhä monipuolisemmin kaikissa tutkimustyön vaiheissa. Tutkimukseen liittyvä metodin kehittäminen ja tietojärjestelmien kehittämistyö ovat vahvasti sidoksissa toisiinsa.

Perinteisesti luonnontieteellisen tutkimusongelman lähestymistapa on empiirinen. Tutkittava kohde pyritään mallintamaan kvantitatiivisin termein. Tarvittava havaintotieto mitataan ja koodataan numeeriseen esitysmuotoon. Tiedot kootaan ja tallennetaan esimerkiksi tilastotieteellistä tai matemaattista käsittelyä varten.

Nykyaikaisen tietokoneen suuri laskentakapasiteetti on monien mielestä oleellisin osa tieteellistä tietojenkäsittelyä. Perusteiltaan havainto on oikea, mutta tarkastelukulma on suppea. Laskennan lisäksi tietokoneiden tehokkaat tiedonhallinta-, tekstinkäsittely- ja graafiset ominaisuudet auttavat tutkijaa jäsentämään ja tuottamaan tietomateriaalia aiempaa helpommin ja monipuolisemmin. Rutiinistyöskentelystä vapautuessaan tutkija voi keskittyä luovaan tutkimustyöhön. Tietojärjestelmien kyky hallita suuria tietomääriä, tehdä päätelmiä talletetun tiedon perusteella, analysoida aineistoja ja simuloida toimintaa on johtanut uudenlaisiin tieteellisiin menetelmiin.

Tieteellinen tietojenkäsittely hyötyy erittäin paljon tietoverkon mahdollisuuksista. Verkon kautta tapahtuva yhteydenpito tutkijoiden välillä voi olla jatkuvaa ja kokoavaa. Käytettävissä oleva tietotekniikka mahdollistaa tutkijoiden yhteydenpidon, osallistumisen jopa maailmanlaajuiseen aihepiirikohtaiseen keskusteluun, tieteellisen materiaalin nopean vaihdon, tietohaun ja sovellusten etäkäytön. Tietoverkon kautta tutkija voi myös saada omat tutkimustuloksensa julkisuuteen viiveettä.

Tutkimustyö on luovaa ja järjestelmällistä. Tiedeyhteisön eräänä tehtävänä on rakentaa ja ylläpitää yhteisön tietojärjestelmiä, jossa työlle tyypilliset ominaisuudet saavat ilmaisunsa. Tietojärjestelmien tarkoitus on palvella tutkimustoimintaa jatkuvasti ja mahdollisimman hyvin. Tieteen edistyessä tietojärjestelmien on myös kehityttävä. Tietojärjestelmiin sisällytettävälle tiedolle asetetaan seuraavat vaatimukset:

- oikeellisuus
- ajankohtaisuus
- saatavuus
- lyhyys
- asiallisuus
- täydellisyys

Tietojärjestelmien on myös tarjottava riittävä suoja siihen talletetun tiedon yksityisyyden ja turmeltumattomuuden takaamiseksi.

Tutkimukseen liittyvät tietojenkäsittelymenetelmät: tilastolaskenta, mallittaminen, simulointi, optimointi, jne., ovat käytössä metsätieteissä samalla tavalla kuin muissa luonnontieteellisissä ja taloustieteellisissä tutkimuksissa. Erityispiirteen muodostaa kuitenkin analyyseissä usein esiintyvä tarve käyttää paikkaan sidottua dataa (ks. kohta 121).

123. Hallinnon ja johtamisen tukeminen

Tietohallinnon ensimmäinen tehtävä on ollut automatisoida hallintoon liittyvää rutiinityötä ja saada näin aikaan rationalisointihyötyjä. Rutiinien automatisoinnin lisäksi toimiva tietohallinto mahdollistaa suurempaan tietomäärään perustuvan johtamisen. Johdon tietojärjestelmän täytyy kattaa laitoksen keskeiset toiminnot. Se toimii kommunikaatiovälineenä tutkimuksen, hallinnon ja johdon välillä.

Tutkimussuunnittelun tehostaminen on laitoksen kehittämisen avainkysymyksiä. Tähän monimutkaiseen toimintoon liittyvän tietojärjestelmän on integroidusti kyettävä tarkistamaan tutkimushankkeen tila, tukemään rahoituspäätösten tekoa, kontrolloimaan resurssien käyttöä ja seuraamaan tuloksellisuutta.

Tietotekniikkaan perustuva viestintä valtionhallinnon muiden yksiköiden kanssa tulee kehittymään voimakkaasti 1990-luvulla, ja laitoksen tietojärjestelmiä täytyy kehittää tätä silmällä pitäen.

124. Tutkimusmetsien hoitaminen

Metsäntutkimuslaitoksella on hallinnassaan tutkimusmetsiä ja luonnonsuojelualueita tutkimusta ja koetoimintaa varten. Tutkimusmetsät ja niissä harjoitettava metsätaloudellinen toiminta ovat myös keskeinen tutkimuskohde. Tutkimusmetsien metsätalouden suunnittelu tapahtuu yleisten periaatteiden mukaisesti. Metsätalouden suunnittelua on rationalisoitava ja sen kehittäminen onkin nykyään lähes yksinomaan toiminnan tietokoneistamista. Talousmetsistä poiketen tutkimusmetsien kaikkien tietojärjestelmien täytyy liittyä läheisesti kokeiden perustamiseen ja hoitoon.

Tietotekniikkaa kehitetään käytännön metsäorganisaatioissa maankäytön ja metsätalouden suunnittelussa sekä toimenpiteiden ohjauksessa ja toteutuksen seurannassa. Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusalueiden metsätalous sekä luonnonsuojelualueiden toiminnan suunnittelu tarvitsevat tällä hetkellä nopeasti uusia tietojärjestelmäpalveluita. Näiden tietojärjestelmien rungon muodostaa kuviotietojärjestelmä.

Laitoksen hoidossa olevista luonnonsuojelualueista on paljon tietoa hajallaan eri lähteissä. Näiden tietojen hallintaan ja esittelyyn sekä uusien inventointien tueksi tarvitaan tietojärjestelmiä.

125. Metsäntutkimuslaitoksen tietoaineistojen markkinointi

Laitoksen perustietoaineistot ovat merkityksellisiä myös lopputuotteina. Niiden myyntiä tulee kehittää palveluksi. Kysyntä kohdistuu erityisesti metsävaratietoihin, joita voidaan käyttää yritysten puunhankinnan suunnittelussa ja investointipäätösten teossa. Asiakasyrityksillä on nykyään riittävät valmiudet tietojen analysointiin. Perusdatan lisäksi kysyntä kohdistuu puiden kasvumalleihin, laskenta-algoritmeihin ja suunnittelusovelluksiin. Palveluita tällä saralla voitaisiin kehittää voimakkaasti, mutta lähes kaikki kehitys riippuu perustietokantojen rakentamisesta. Esi-merkkejä vastaavista tietovarastoihin perustuvista palveluorganisaatioista tai -yksi- köistä ovat ympäristötietokeskus, maanmittaushallitus ja tilastokeskus.

126. Metsäntutkimuslaitoksen asiantuntemuksen vieminen kentälle tietotekniikan avulla

Tieteellisissä sarjoissa julkaistut raportit tulevat säilyttämään arvonsa tärkeimpänä tutkimuksen kommunikointivälineenä, mutta ne eivät enää yksin riitä tutkimustyön tuloksien jakeluun. Työn lopputulokset voivat olla esimerkiksi asiantuntija- tai päätöstukijärjestelmiä. Asiantuntijajärjestelmät tuotetaan tekoälysovellusten kehittämistävälineillä, ja ne sisältävät yleensä johonkin asiantuntijarooliin liittyvän tietämyskannan, päättelyjärjestelmän ja monipuolisen käyttöliittymän. Päätöstukijärjestelmät ovat johonkin erityiseen aihepiiriin liittyvien tieto- ja mallikantojen sovelluksia. Multimediasa, joka soveltuu edellä kuvattujen järjestelmätyyppien toteutukseen, kuvat ja ääni yhdistetään älykkääseen tiedonhakuun ja päättelyyn. Näiden menetelmien omaksuminen tutkimustulosten muotoilussa on avannut uusia, julkaisutoiminnasta puuttuvia mahdollisuuksia. Standardien ja yhteisten sopimusten luominen menetelmien soveltamiseksi tukee tutkimuksen suunnittelua ja koko tutkimustyötä. Uusien järjestelmätyyppien kehittäminen ja jakelu eivät yksin riitä, vaan Metsäntutkimuslaitoksen on tarjottava lisäksi koulutus- ja käyttöpalvelua.

13. Metsäntutkimuslaitoksen tietojärjestelmien nykytila

131. Tietohallinnon organisointi ja kehittämishankkeet

Tutkimuksen atk:sta ja laitoksen keskustietokonepalveluiden ylläpidosta ja kehittämisestä vastaa matemaattinen osasto, jolla on tehtäviin osoitettuna atk-päällikkö, käyttöpäällikkö ja kaksi operaattoria sekä tilapäisellä rahoituksella mikro-tukihenkilö. Tietojärjestelmien erikoistutkija on vuodesta 1989 alkaen vastannut laitoksen tietojärjestelmäarkkitehtuurista ja tutkimustiedon siirtämisestä tietojärjestelmiin. Matemaattisen osaston muita tehtäviä ovat tilastomatemaattinen koulutus ja konsultointi, metsätilastojen tuottaminen sekä metsäverotusta koskevien selvitysten ja lausuntojen laatiminen. Varsinaisten atk-asiantuntijoiden lisäksi kolme matemaattisen osaston tutkijaa osallistuu muiden töidensä ohella tietokoneresursien ylläpitoon ja kehittämiseen. Rovaniemen ja Suonenjoen tutkimusasemilla on tietokoneiden käyttö ja ylläpito on organisoitu oman henkilökunnan voimin.

Hallintotoimiston tietojärjestelmien kehittäminen ja ylläpito ovat yhden tutkijan vastuulla. Henkilöstöhallinnon sekä talous- ja tilihallinnon sovellukset hoidetaan valtion yhtenäisjärjestelmien avulla VTKK:n verkon kautta.

Metsäntutkimuslaitoksessa on toiminut atk-työryhmä, joka on osallistunut atk-päällikön tukena tietokoneresursien jakoon ja tietohallintostrategian muotoiluun. Laitoksella on valtion laitoksilta edellytettävä ajantasainen tietohallinnon

kehittämissuunnitelma, joka painottuu voimakkaasti tieteellisen laskennan vaatimien resurssien ylläpitoon (Metsäntutkimuslaitos 1989b).

Laitoksessa ei ole koskaan ollut keskitettyä laskentapalvelua, vaan se on ollut hajautettuna eri toimintayksikköihin. Tämä on johtanut tieteellisen laskennan laajapohjaiseen osaamiseen, mutta vaikeuttanut suunnitelmallista laitteistojen ja järjestelmien kehittämistä.

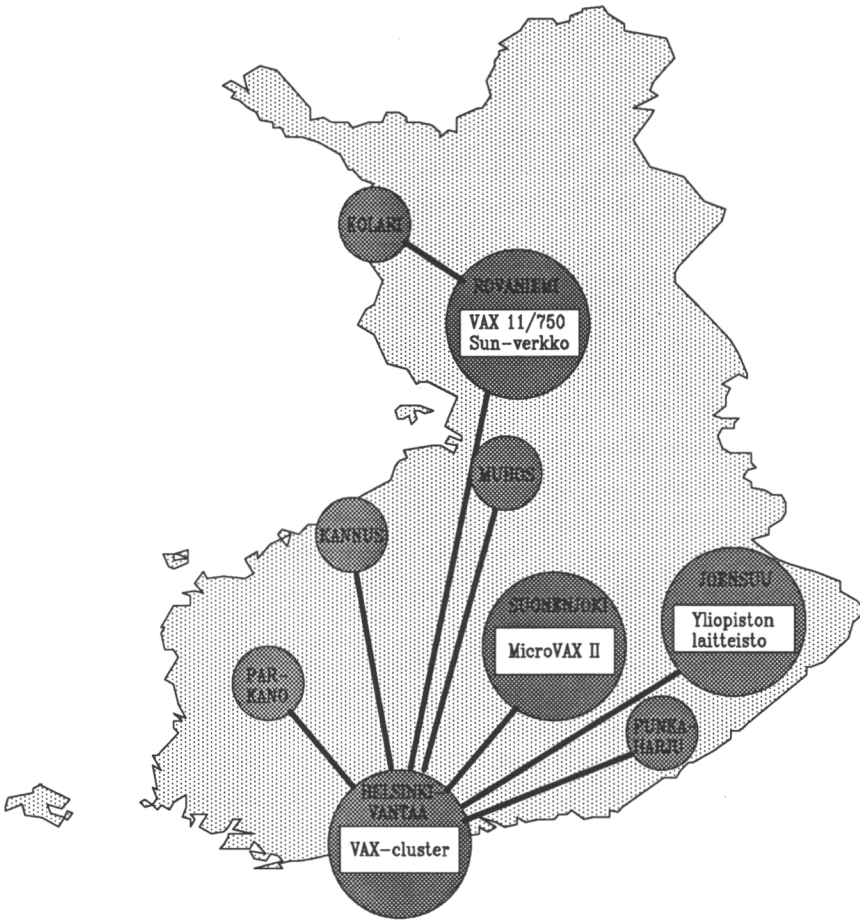
Useat Metsäntutkimuslaitoksen vastuualueeseen liittyvät hankkeet ja toiminnot edellyttävät sisäistä tietojärjestelmäkokonaisuutta ja joustavaa kytkentää eri tietojärjestelmien välillä. Eräänä integroivana ratkaisuna on hahmoteltu laitoksen koe- ja tutkimusrekisteriä. Muutamasta vakavasta yrityksestä huolimatta tutkimus- ja koerekisterit ovat toistaiseksi jääneet toteutumatta. Laitoksen hallinnon ja sen atk:n integroitua kehittämistä suunniteltiin laajassa HALKO-projektissa (1982-84), johon kuului 1400 henkilötyöpäivää ja osallistui eri tavoin noin 50 henkilöä (Metsäntutkimuslaitos 1985). Projektissa hahmoteltiin hallinnon tietojärjestelmien kehitys vuoden 1989 loppuun, mutta suunnitelma on toteutunut vain pieneltä osin.

Kokonaisvaltaista metsätalouden tietojärjestelmien kehittämiskartoitusta yhteistyössä muiden metsätalouden organisaatioiden kanssa on tehty METKA- (1982-84) ja METIK- (1985-88) hankkeissa. Tuloksena on kehittynyt laaja näkökulma koko metsäsektorin tietojärjestelmien nykytilaan. Samalla Metsäntutkimuslaitoksen vastuualue ja kehittämisstrategialle määriteltävät tavoitteet ja reunaehdot ovat selkiintyneet. Hankkeiden seurauksena kommunikointiyhteydet metsäsektorin tietojärjestelmien kehittäjiin ovat hyvät.

METIK-hankkeen eräs toiminnallinen innovaatio on ollut metsäsektorin tietojärjestelmälaboratorio. Tällainen metsätietojen käsittelyn erityisongelmiin keskittyvä yksikkö on tähän mennessä perustettu Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusasemalle ja Joensuun Yliopistoon sekä Metsäntutkimuslaitoksen ja Helsingin Yliopiston yhteishankkeena Helsinkiin Metsätalolle.

132. Laitteisto

Metsäntutkimuslaitoksessa on hyödynnetty automaattista tietojenkäsittelyä niin kauan kuin Suomessa on ollut tietokoneita käytettävissä. Laitos kuului maamme ensimmäisen tietokoneen, Postipankin hankkiman IBM 650:n käyttäjäkuntaan. Alun jälkeen kehitys oli hidasta aina 1970-luvun loppuun saakka, johon asti käytettiin Helsingin Yliopiston metsälaitoksen etäiseräpäätteitä. Keskeiset data-aineistot ylläpidettiin minimikustannuksilla ulkopuolisissa organisaatioissa.



Kuva 2. Metsäntutkimuslaitoksen tietokoneverkko.

Nykyinen tietokonelaitteisto on monipuolinen ja hajautettu (kuva 2), mutta perustehtäviin, erityisesti tietokantojen rakentamiseen riittämätön. Laitoksen keskusyksikössä Helsingissä ylläpidetään laitoksen keskustietokonelaitteistoa, jonka ytimenä on Digital Equipment Corporationin VAX 6210:n, VAX-11/785:n ja MicroVAX II:n muodostama laiteryhmä (*cluster*). Kokonaisuuteen on liitetty myös kuusi VAXstation-työasemaa. Helsingin lisäksi laitoksen suurimmat tutkimusasemat on tietokoneistettu. Joensuun tutkimusasema käyttää Joensuun yliopiston tietokoneita. Rovaniemen tutkimusasemalla on keskuslaitteistoon liitetty VAX-11/750 ja Suonenjoen tutkimusasemalla MicroVAX II. Rovaniemi ja Suonenjoki ovat yhteydessä keskuslaitteistoon DECNET-verkon kautta. Laitoksen kaikki isot tietokoneet ovat osana Suomen yliopistojen FUNET-verkkoa. Kansainväliset yhteydet INTERNETin ja EARN/BITNETin avulla ovat arkipäivää.

Keskuslaitteiden lisäksi laitokseen on hankittu muutama työasema (Symbolics 3620, Sun 3/60, Sun Sparcstation 1 ja mainitut VAXstationit) sekä n. 100 mikrotietokonetta. Paikallisverkkojen kehittäminen on aloitettu, joskin varojen puuttuessa eteneminen on ollut verkkaista. Kehityksen hitauden lisäksi ongelmana on ollut se, että tietoverkkojen tekninen suunnittelu laitoksessa on jakautunut. Sen seurauksena laitoksen hallinnolla on erillinen kehittämissuunnitelma, joka jo nyt on johtanut muun laitoksen kanssa toistaiseksi erilliseen tietoverkkoratkaisuun. Hallintotoimiston sovellukset toimivat VTKK:n ja PSP:n keskuskoneilla IBM-ympäristössä.

133. Sovellukset

Sovellusten osalta kehittämislinja on pitkään perustunut omavaraisuuteen. Tietokoneen käytön pääasiallinen muoto on ollut aineistojen tilastollinen ja matemaattinen käsittely, mikä voittopuolisesti on hoidettu tilastomatematisilla valmisohjelmilla ja omilla, lähes yksinomaan FORTRAN-kielillä koodatuilla ohjelmilla. Aluksi tilasto-ohjelmat laadittiin itse. Myöhemmin laitokseen on hankittu tilastotieteelliset ohjelmistot BMDP ja SAS.

Laajoista ohjelmistoista mainittakoon satelliittikuvien käsittelyyn VAXstationissa tarkoitettu DISIMP sekä asiantuntijajärjestelmien kehittämiseen Symbolicsissa ja Sparcstationissa käytettävä KEE.

Tietokantojen kehittäminen tapahtui aluksi laitoksessa tehdyllä TUTKA-tiedonhallintajärjestelmällä. Laajempi tietokantojen kehittäminen ja käyttö on ollut mahdollista vuodesta 1985 lähtien, jolloin laitokseen hankittiin DECin Rdb-tiedonhallintajärjestelmä. Sen käyttöaste on kuitenkin jäänyt huomattavan alhaiseksi. 1988 laitokseen hankittiin VAX- ja Sun-laitteistolle INGRES-tiedonhallintajärjestelmä ja -sovelluskehitin, joiden käyttäjäkunta on nopeassa kasvussa.

Vaikka laitoksessa on mittavia tietoaineistoja (taulukko 1), keskeiset tietokannat ovat kuitenkin jääneet rakentamatta, koska niiden olemassaoloa ei ole nähty palvelukysymyksenä. Toisaalta tietohallintoa on kehitetty kustannuksia minimoiden. Keskustietokoneen kapasiteetti ei ole koskaan riittänyt suurien tietokantojen käyttämiseen.

Taulukko 1. Metsäntutkimuslaitoksen keskeiset tietokannat, niiden nykyinen toteutustapa ja lineaarinen arvio kehityksestä.

Aineisto	Systemi	Koko 1989 Megatavua	Arvio 1999 Megatavua	Nykyinen hallintaohjelmisto
Valtakunnan metsien inventointi	VMI	300	3 000	FORTRAN
VMI 8:n kasvillisuusaineisto	VMIKAS	10	10	RDB ja FORTRAN
Satelliittikuvat		300	20 000	DISIMP
Ilman epäpuhtauksien metsävaikutukset	METYMP	15	30	INGRES
Bioottiset metsätuhot	BBDB	60	100	TUTKA
Kasvukoealojen mittaustiedot	INKA	6	120	TUTKA ja FORTRAN
Taimistojen koealat	TINKA	10	20	RDB
Suometsien koealat	SINKA	8	20	RDB
Puumarkkinoiden seuranta	PUUMA	2	4	RDB ja INGRES
Metsätilastollinen vuosikirja		2	10	FORTRAN ja RDB
Puunkäyttö ja poistumatilasto		6	30	PARADOX
Kantapuurekisteri	KPR	2	3	FORTRAN
Siemenrekisteri	SRE	2	3	FORTRAN
Siemenviljelysrekisteri	SVR	1	1	FORTRAN
Kirjastotiedot	BIB	10	12	FORTRAN ja dBASE
Koerekisteri	KOEREK	1	100	FORTRAN ja INGRES
Tutkimusrekisteri		5	100	DATATRIEVE
Tutkimusalueiden kuviotietojärjestelmä		20	100	NALLE ja FORTRAN
Metsäsananasto	TANKERO	1	1	FORTRAN

Metsäntutkimuslaitoksessa käyttökuuntoon rakennetut sovellukset, joita on vain muutama, ovat prototyyppejä ja tyypiltään vain yhtä käyttäjää kerrallaan palvelevia yksittäissovelluksia. Sellaisina niillä ei voida olettaa olevan kovin laajaa käyttäjäkuntaa, mutta kaikkien osalta on olemassa jatkokehittämissuunnitelmia. Tunnetuimmat järjestelmät ovat MELA (metsätalouden suunnittelu), NALLE (metsätaloustalokarttojen hallinta) sekä VILJO (metsänuudistamisketjujen vertailu). Ohjelmistot liittyvät metsätalouden suunnittelun ongelmakenttään. Niiden tietokantatoteutus on alkeellinen eikä niitä ole integroitu keskenään. Em. kattavien järjestelmien lisäksi on olemassa joukko sovelluksia, joiden suunnittelu on viety verrattain pitkälle, mutta joiden toteutus on joko tekemättä tai kaippaa uudelleen kirjoittamista.

134. Tietohallinnon resurssit

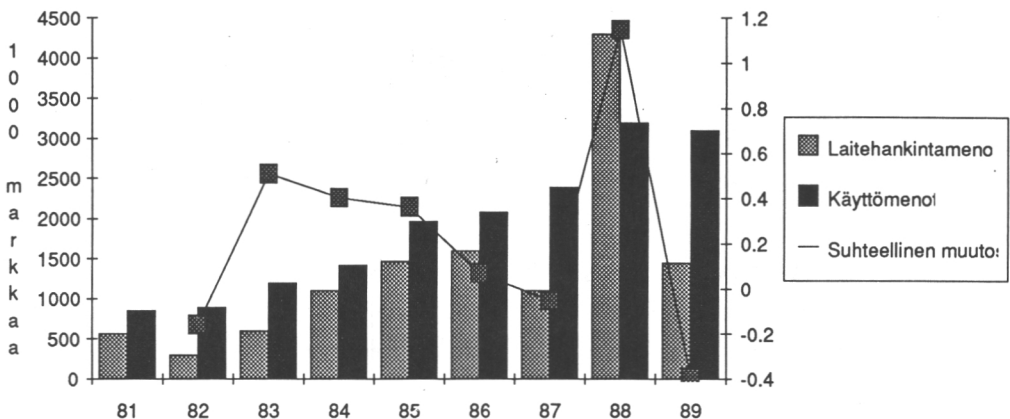
Laitoksen atk-budjetti on jaettu kahteen osaan: laitehankintamenoihin ja käyttömenoihin. 1970-luvulla toimittiin pääasiassa vuokrattujen laitteiden (PDP-

koneet) varassa ja laitehankinnat rajoittuivat muutamiin päätteisiin. Atk-laitteiden hankintaan käytettyjen määrärahojen suuruus on vaihdellut vuosittain voimakkaasti. Kuvaavaa on, että jopa laitoksen keskusjärjestelmäksi vuonna 1980 hankittu VAX-11/785 maksettiin vuosia säästetyillä kalustorahoilla. Laiterahaa on käytetty suurimmaksi osaksi Helsingin ja tutkimusasemien keskuskoneresurssien hankintaan, laajentamiseen ja uusimiseen.

Käyttömenojen kehitys on ollut tasaisemmin nousevaa ja ne ovat kasvaneet vuotuistasolla vajaasta miljoonasta markasta noin kolmeen miljoonaan markkaan. Merkittävimmän nousun ovat aiheuttaneet mikrotietokoneiden laaja vuokraus vuonna 1985, uusien laitteiden sekä ohjelmistojen ylläpitokulut ja erityisesti kasvava tietoliikenne. Laitoksen hallinnon osuus käyttömenoista on noin neljäsosa. Kuvassa 3 on esitetty laitehankinta- ja käyttömenojen kehitys.

Tietokoneresurssit ovat tähän saakka olleet jatkuvasti tarvetta pienemmät. Uusien laitteistojen koko kapasiteetti on otettu välittömästi käyttöön, kuten kuvan 4 keskusyksikköajoista selviää. Käyttöalueet ovat lisääntyneet tasaisesti koko laitteiden käyttöajan. Pelkkä keskusyksikköaika antaa tästä kehityksestä yksi-puolisen kuvan, mutta kuvaa osaltaan laitteistojen käyttöastetta.

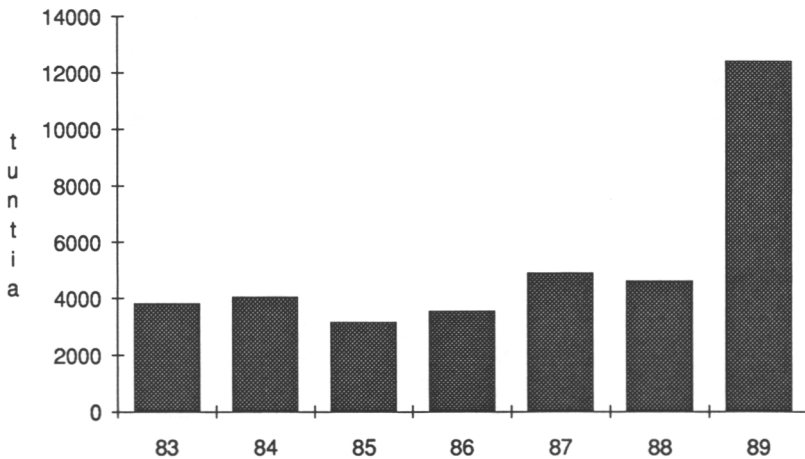
Vuodesta 1982 vuoteen 1988 Helsingin laitteisto oli ylikuormitettu ja riittämätön tyydyttäviin palveluihin. Vasta uuden keskuskoneen hankinta paransi tilannetta. Päätekäytön vuosittainen määrä 80-luvulla on vastannut noin 50 henkilötyövuoden työpanosta. Heikentyneistä palveluista huolimatta keskuskoneiden käyttö kasvoi viisivuotiskaudella 1984-89. Pääteistuntojen ja erätöiden määrä lisääntyi 63%, ohjelmien ajokerrat 46% ja päätekäytön volyyymi 120%.



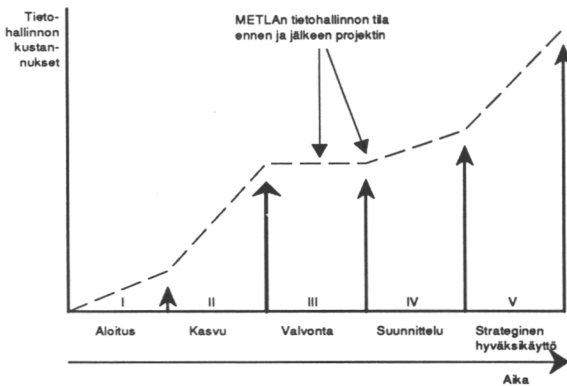
Kuva 3. Laitehankinta- ja käyttömenojen absoluuttinen ja suhteellinen kasvu Metsäntutkimuslaitoksessa 1980-luvulla.

Mikrotietokoneet yleistyivät 1980-luvun loppupuolella. Useat aiemmin keskuslaitteistolla hoidetut tehtävät on kokonaan tai osittain hajautettu. Mikrotietokoneiden käyttö onkin jo keskuslaitteiden käyttöä laajempaa. Siitä huolimatta keskuslaitteiden palvelujen tarve tai kokonaiskäyttö ei ole vähentänyt. Pääosin tämä johtuu siitä, että keskeisimpien sovellusten siirto henkilökohtaisille työasemille ei ole toistaiseksi täysin onnistunut. Mikrotietokoneiden ohjelmistojen hankintaan saadut vähäiset määrärahat ovat hidastaneet laitteiden käyttöönottoa. Myös mikroverkot ovat vasta alullaan. Lisäksi atk:n sovellusalueet ovat laajentuneet ja käyttäjien määrä on lisääntynyt kapasiteetin kasvua nopeammin. Kaiken kaikkiaan atk-laitteita Metsäntutkimuslaitoksessa käyttää noin 500 työntekijää.

Lähivuosille ajoittuu kolmen keskuslaitteen uusiminen taloudellisen käyttöikänsä tullen täyteen ja sen takia, että vanhoilla laitteistoilla ei kyetä enää ajamaan uusia tietokantaohjelmistoja. Helsingin kymmenen vuotta vanha VAX-11/785 samoin kuin Rovaniemen VAX-11/750 on korvattava vuonna 1991 sekä Suonenjoen MicroVAX II vuonna 1993. Rovaniemen ja Helsingin laitteistojen uusiminen merkitsee yhteensä noin 5 miljoonan markan investointeja.



Kuva 4. Metsäntutkimuslaitoksen keskusyksikön VAX-laitteilla vuodessa käytetty keskusyksikköaika. Vuoden 1988 lopulla hankittu toinen yleiskäyttöisen koneen kapasiteetti otettiin heti täyteen käyttöön.



Kuva 5. Tietohallinnon kehittymisen klassiset vaiheet Mikkosen ja Soinin (1988) mukaan sekä Metsäntutkimuslaitoksen nykyisen tilan arvio.

Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinnon kehitys on noudattanut muuallakin havaittuja yleisiä malleja. Tietohallinnon kehitys voidaan esittää kuvan 5 mukaan viidessä vaiheessa. Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinto on toistaiseksi käynyt läpi kaksi ensimmäistä vaihetta ja niiden luonnehdinnat (Mikkonen & Soini 1988) kuvaavat osuvasti tilannetta myös Metsäntutkimuslaitoksessa:

"Tietohallinnon ensimmäinen kehitysvaihe on sen perustaminen. Käyttäjän tai käyttäjäosaston ehdotuksesta yritys aloittaa atk-toiminnan. Aloitusvaiheessa toiminta on suoraviivaista. Tekniikkaa ja atk:n johtamista voidaan luonnehtia sanalla yksikertainen. Yritys ottaa käyttöön perussovelluksia. Se on hankkinut tietokoneen tai ehkä useitakin tiettyihin erillistehtäviin.

Käyttäjät pitävät tästä kehitysvaiheesta. Toimintaympäristö on yksikertainen, käyttäjiä ja tekniikkaa on vähän ja ympäristöä on helppo hallita. Toiminnassa tapahtuu vain vähän keskeytyksiä; kompleksisia toimintaympäristön ongelmia ei vielä tunneta. Palvelu on hyvä. Koska 'asiakkaita' on vähän, on palvelu hyvin henkilökohtaista, yksilöllistä.

Käyttäjät ovat tyytyväisiä saamansa palveluun. Palveluja halutaan lisää. Yrityksen tietohallinto siirtyy kasvuvaiheeseen. Käyttäjät esittävät yhä uusia sovellustarpeita ja saavatkin lisää palveluja. Atk toimii korkeapaineella. Palvelut eivät kuitenkaan ole enää samalla tasolla kuin aikaisemmin, eivätkä käyttäjät yhtä tyytyväisiä. Atk palvelee kaikkia osastoja. Sovellukset ovat yhä monimutkaisempia ja vaikeampia toteuttaa. Uusien palvelujen häiriöt aiheuttavat katkoja myös entisiin, työt kestävät kauemmin ja vasteajat heikkenevät, vaikka resursseja lisätään jatkuvasti. Aikatauluista ollaan myöhässä. Käyttäjät ovat tulleet riippuvaisiksi palveluista. He huolestuvat palvelun laadusta ja kustannuksista. Havaitaan, että kasvu vaatii valvontaa. Kun töiden määrä vain lisääntyy, syntyy luottamuspuola atk:n ja käyttäjien välille. Tyytymättömyys tietohallinnon nykytilaan kulkeutuu ennen pitkää ylimmälle johdolle. On johdon aika puuttua tietohallintoasioihin."

14. Tietojärjestelmätutkimuksen tavoitteet ja tehtävät

Työryhmän tehtävänä oli laatia suunnitelma Metsäntutkimuslaitoksen strategisista tietojärjestelmistä ja niiden toteuttamisesta. Työ tehtiin **tietojärjestelmätutkimuksella**, jossa määritettiin yrityksen toimintojen ja tietojärjestelmien integraatio sekä tietohallinnon normit.

Aiemmin tässä raportissa on esitetty Metsäntutkimuslaitoksen asema, muuttuva tehtäväkenttä, sen tietojärjestelmille asetettavat tavoitteet sekä lopuksi Metsäntutkimuslaitoksen nykytilanne ja ongelmat. Metsäntutkimuslaitoksen kaltaisessa asiantuntija- ja tietoyrityksessä tieto on keskeinen tuote. Tästä seuraa, että tietojärjestelmiä voidaan käyttää paitsi apuvälineenä, myös tutkimuksen lopputuotteena. Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinnon nykyinen tilanne vastaa Mikkosen ja Soinin (1988, ss. 36-39) kuvaamaa säätely- ja suunnitteluvaihetta, joka usein seuraa voimakasta ja osin hallitsematonta kasvua.

"Tietojärjestelmätutkimus on tietohallinnon kokonaistutkimus. Sen tavoitteena on saada aikaan organisaation pitkän ja lyhyen aikavälin tietojärjestelmien kehittämissuunnitelmat. Organisaation johto voi tietojärjestelmätutkimuksen avulla aktiivisesti vaikuttaa tietotekniikan soveltamiseen. Sen avulla tietojärjestelmien kehittäminen voidaan suunnata niihin kohteisiin, jotka eniten edistävät organisaation tehtävää ja tavoitetta" (Mikkonen ja Soini 1988, s. 149).

Tietojärjestelmätutkimuksen tehtävä on etsiä ne kohteet, joissa tehtävällä toiminnan ja tietojärjestelmien integroidulla kehittämisellä on saatavissa pysyviä etuja. Konkreettisesti työryhmän tehtävät olivat:

- tietojärjestelmästrategian määrittäminen ja
- tietojärjestelmäarkkitehtuurin luominen.

Organisaation johto vahvistaa tietojärjestelmäarkkitehtuurin, priorisoi yksittäiset kehittämishankkeet ja osoittaa niille resurssit. Johtoa on myös koulutettava, jotta se osaisi ottaa toiminnan suunnittelussa huomioon tietotekniikan mahdollisuudet.

Tietojärjestelmien kehittäminen ei ole itsetarkoitus, vaan sillä tavoitellaan määrättyjä vaikutuksia. Niinpä Metsäntutkimuslaitoksen tietojärjestelmästrategia on johdettava sen tavoitteista ja toiminnasta.

Tietojärjestelmien kehittämistyön organisoimiseksi määritellään systemaattinen lähestymistapa ja johtamisjärjestelmä, mikä mahdollistaa rakentamistyön hallittavina kokonaisuuksina. Järjestelmien rakentamisen painopisteeksi otetaan perustietokantojen kunnostaminen. Niiden perustalle voidaan rakentaa muu kehittämistyö, laitoksen toimintayksiköiden yhteistyö sekä ulkopuolelle suunnatut palvelut Metsäntutkimuslaitoksen tietovastuusektorilla. Näitä järjestelmiä voidaan sen vuoksi kutsua strategisiksi tietojärjestelmiksi.

Tietojärjestelmäarkkitehtuuri on välttämätön mm. seuraavista syistä:

- sen avulla saadaan kokonaiskuva laitoksen tietojärjestelmästä;
- se määrittelee rakennettavat tietojärjestelmät, jotka voidaan sitten asettaa tärkeysjärjestykseen ja rakentaa pienissä projekteissa;
- se rajaa eri tietojärjestelmien vastuut tiedoista siten, että tarpeetonta päällekkäisyyttä ei esiinny mutta kuitenkin kaikki tarvittavat tiedot ovat jonkun tietojärjestelmän vastuulla; sekä
- sen avulla saadaan aikaan tietojen yhtenäisyys koko laitoksessa.

Tietojärjestelmätutkimuksen tehtävä on luoda tarpeelliset mallit laitoksen toimintoista, tietokohteista ja organisaatiosta sekä määrittellä niiden pohjalta tietojärjestelmät. Lisäksi tutkimuksen avulla pyritään pysyvän suunnitteluvälineen kehittämiseen. Suunnittelussa voidaan käyttää tietokoneavusteisia työtapoja ja välineitä (*Computer Aided Systems Engineering*), jotka mahdollistavat työläisten rutiiniosuuksien nopeuttamisen. Näiden CASE-välineiden käyttö helpottaa myös mallien perustalle rakennettavien sovellusten toteuttamista ja ylläpitoa.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ

21. Tietojärjestelmät ja tietokannat

Seuraavassa kuvataan lyhyesti tutkimuksessa esiintulleet tietojärjestelmätyypit ja niiden muodostamat kokonaisuudet. Yksityiskohtaisemman katsauksen erilaisiin tietojärjestelmätyyppeihin ovat tehneet mm. Kaila ja Saarenmaa (1990). Tässä tutkimuksessa tulee esiin runsaasti erilaisia tietosuunnitteluun liittyviä termejä. Yhteenvedo niistä on saatavissa esim. Mikkosen ja Soinin (1988) kirjasta.

211. Tietojärjestelmät ja informaatiojärjestelmät

Tietojärjestelmällä tarkoitetaan kokonaisuutta, joka muodostuu tiedoista, niiden varastointi- ja esitystavoista sekä käsittelysäännöistä ja jonka tarkoitus on tietojenkäsittelyä suorittamalla palvella jotakin toimintaa. Tietojärjestelmän toteutuksessa voidaan käyttää hyväksi atk-laitteita, mutta tietojärjestelmän on myös mahdollista olla kokonaan tai osittain manuaalisesti hoidettu. Haluttaessa korostaa, että tietojärjestelmän toteutus perustuu tietokoneen käyttöön, voidaan puhua **atk-järjestelmästä**.

Informaatiojärjestelmä on toimintaa palveleva kokonaisuus, johon kuuluu yksi tai useita tietojärjestelmiä sekä niiden sisältämien tietojen merkityksen antaminen ja tulkinta. Informaatiojärjestelmä voidaan määritellä myös kokonaisuudeksi, johon kuuluvat tietolähteet, tietojärjestelmä(t) ja informaation hyväksikäyttäjät. Mikäli hyväksikäyttäjät ovat johtamistehtäviä suorittavia henkilöitä, kutsutaan informaatiojärjestelmää **johdon informaatiojärjestelmäksi** (MIS, *management information system*).

212. Relaatiotietokannat

Relaatiotietokannassa tiedot on koottu **tauluihin**. Taulu voidaan kuvitella tavalliseksi kaksiulotteiseksi taulukoksi, jossa sarakkeiden lukumäärä on kiinnitetty, mutta rivejä voi olla kuinka paljon tahansa (kuva 6).

HENKILOT

SOTU	SUKUNIMI	ETUNIMI	OSASTO
270564067R	LAURILA	ANTTI	MAA
0610511028	VUORI	LEENA	SUO
300338044B	STRÖM	PIA	EKL
1609771232	JOKINEN	JUSSI	ARI

Kuva 6. Esimerkki relaatiotietokannan taulusta, joka sisältää henkilötietoja. Taulun nimi on HENKILOT ja siinä on neljä saraketta (attribuuttia).

Relaatiotietokannan taulu sisältää tietoja yhdestä tietokohteesta. Tietokohde voi olla esimerkiksi henkilöt, puustokuviot, mittaukset tai projektimäärärahat. Taulu vastaa siis likimain tavallista kiinteämuotoista tiedostoa. Relatiotietokannan etuina tavallisiin tiedostopohjaisiin ratkaisuihin verrattuna ovat muun muassa:

- korkean tason käsittelykieli, joka on riippumaton haku- ja talletusrakenteista,
- valmiit ohjelmat yksinkertaiseen päivitykseen ja lukemiseen,
- taulujen helppo ja joustava yhdistely,
- tietojen ja viittausten järkevyyden valvonta,
- paremmat mahdollisuudet yhteiskäyttöön ja virhetilanteista toipumiseen,
- käyttöoikeuksien keskitetty valvonta ja
- mahdollisuus käyttää sovelluskehittämiä ja muita korkean tason välineitä.

Varsinaisten taulujen lisäksi, jotka aina sisältävät itse datan, voidaan relaatiotietokantaan määritellä myös johdettuja tauluja eli näkemiä (*view*). Näkemä voi olla osa yhdestä taulusta tai tietyillä ehdoilla laadittu yhdistelmä useasta taulusta. Käyttäjän kannalta näkemä on tietojen haun suhteen kuin mikä tahansa varsinainen taulu. Sitä käytetään joko helpottamaan taulujen yhdistelyä tai suojausmielessä tarjoamaan käyttäjälle rajoitettu näkemys tietokannan sisällöstä.

Relaatiotietokantojen teoriassa puhutaan taulujen sijasta relaatioista, jotka noudattavat joukko-opin ja relaatioalgebran sääntöjä. Käytännön tietokantatuotteissa käytetään yleensä termiä taulu korostamaan sitä, että nämä "toteutetut relaatiot" eivät aivan tarkasti noudata kaikkia teoreettisten relaatioiden ehtoja.

Relaatiotietokantojen suunnittelussa on vaihe, jota kutsutaan normalisoinniksi. Normalisointia voidaan käyttää myös yleisemmin tietoanalyysissä, vaikka toteutukseen käytettävää ohjelmistoa ei vielä olisi valittu. Normalisoinnin tavoitteena on vähentää tietojen päällekkäisyyttä ja tästä aiheutuvia ongelmia, lisätä tietojen selkeyttä ja laajennettavuutta sekä estää ristiriitaisuuksien syntyminen. Normalisointi samalla lisää tietomallin yleisyyttä.

Normalisointiprosessi etenee vaiheittain siten, että alkuperäinen tietokohde aina jaetaan pienempiin tietokohteisiin, jotka toteuttavat kyseisen vaiheen ehdot. Tavoitteena on, että kunkin tietokohteen kaikki ominaisuudet (attribuutit) riippuvat pelkästään tietokohteen tunnustekentistä eli avainkentistä. Muut sisäiset riippuvuudet poistetaan edellä mainitulla jakamisenmenettelyllä.

Relaatiotietokannassa tietokohteet (taulut) toteuttavat aina vähintään ensimmäisen normalisointivaiheen ehdot eli ovat ensimmäisessä normaalimuodossa. Tämä merkitsee sitä, että tietokohteissa ei tällöin ole toistuvia ominaisuusryhmiä. Usein riittää saattaa tietokohteet kolmanteen normaalimuotoon. Neljäs ja viides normaali-muoto liittyvät ominaisuuksien välisiin moniarvoisiin riippuvuuksiin.

Normalisointisäännöt suosivat ympäristöä, jossa tietoja päivitetään usein. Jos tietoja luetaan usein, saattaa tehokkuussyistä olla tarpeen toteutusvaiheessa poiketa täydellisen normalisoiduista rakenteista. Tätä kutsutaan denormalisoinniksi. Denormalisointiin ryhtyminen edellyttää kuitenkin harkintaa ja etujen ja haittojen vertailua.

213. Paikkatietojärjestelmät

Paikkatietojärjestelmä (*Geographic Information System, GIS*) on monimutkaisten suunnittelu- ja seurantatehtävien hoitamiseen laadittu ohjelmistokokonaisuus, joka tukee paikkaan sidotun tiedon tallentamista, käsittelyä, muokkaamista, analysoin-

tia, mallintamista ja esittämistä (Rhind 1989). Paikkaan sidottu tieto koostuu sijaintitiedosta ja ominaisuustiedosta sekä näiden mahdollisesta ajallisesta ulottuvuudesta.

Sijaintitieto muodostaa paikkatietojärjestelmän ytimen. Se kuvaa kohteiden sijainnin ja suhteet koordinaatein ja geometrisin alkioin, joita ovat pisteet, viivat, alueet ja hilat. Tällainen topologiatieto voidaan paikkaan sidotun indeksoinnin avulla hallita tehokkaammin kuin relaatiotietokannassa. Eri asiakokonaisuudet kuvataan paikkatietojärjestelmän topologisessa tietokannassa kuin päällekkäisissä kartoissa, joita voidaan paikkatiedon avulla yhdistellä.

Paikkatietojärjestelmien ominaisuustieto, joka kuvaa kohteeseen, esim. metsikköön, liittyvät muut kuin sijaintitiedot, voidaan toteuttaa relaatiotietokannalla.

Paikkatietojärjestelmiin liittyvä tietojen yhdistäminen eri käyttötarkoituksia varten tukee suoraan yhteistyötä eri organisaatioyksiköiden välillä (esim. Dangermond 1989). Tästä syystä on maanmittaushallitus perustanut Suomeen valtakunnallisen paikkatietohakemiston (Rainio 1989).

214. Asiantuntijajärjestelmät

Asiantuntijajärjestelmät ovat tietokoneohjelmia, jotka tietämystä käsittelemällä (vrt. kuva 1) kykenevät ratkaisemaan ongelmia jollakin erityisalalla. Tietämys esitetään asiantuntijajärjestelmissä yleensä sääntöjen ja objektien muodossa. Asiantuntijajärjestelmiä pidetään lupaavina välineinä tutkimustiedon siirtämisessä käytäntöön.

Päätöstukijärjestelmät ovat vastaavia päätöksentekijän apuvälineitä kuin asiantuntijajärjestelmät, mutta ne on yleensä toteutettu tietokannoissa olevan datan ja informaation käsittelyn eikä tietämyksen käsittelyn pohjalle. Viime aikoina ero näiden järjestelmätyyppien välillä on kuitenkin hämärtynyt.

22. SRM-menetelmän pääpiirteet

Metsäntutkimuslaitoksen tietojärjestelmä tutkimus suoritettiin SRM-menetelmän (Systeemien RakentamisMenetelmä) mukaisesti. Tässä menetelmässä organisaation johto ja toiminnan asiantuntijat määrittävät toiminnot (toimintomalli) sekä näiden käyttämät tiedot (kohdemalli), joiden perusteella rajataan tietojärjestelmät ja sovellukset (tietokaava). Sovellukset tai niiden osat priorisoidaan ja toteutetaan kokonaissuunnitelman puitteissa lyhyehköissä toteutusprojekteissa. Tietohallinto osallistuu kehittämistyöhön tukemalla sen käytännön toteutusta.

SRM-menetelmä on pääosin yhdenmukainen James Martinin IEM-menetelmän (*Information Engineering Methodology*) kanssa, mutta siinä on huomioitu myös muita käytännössä hyväksi koettuja menetelmiä. SRM kattaa pitkän ja keskipitkän tähtäimen suunnittelun sekä tietojärjestelmien rakentamisen. Menetelmän tavoitteena on tuoda tietojärjestelmien kehittäminen osaksi yksikön toiminnan kehittämistä. Tällöin esim. laite- ja ohjelmistohankinnat voidaan perustella toiminnan tarpeilla ja tietohallinnon työ saadaan suunnattua toiminnan kannalta keskeisiin kohteisiin. Laadittujen mallien ja kaavojen perusteella on mahdollistaa kehittää toimintaa ja organisaatiota jatkuvasti.

SRM-tietosuunnittelun perussääntö on, että **kustakin tiedosta on vain yksi perusversio**. Tieto luodaan vain kerran ja tiedon päivitys kohdistuu vain tähän perusversioon. Vastuu perusversion oikeellisuudesta ja ylläpidosta annetaan vain yhdelle tietojärjestelmälle ja sen tietylle sovellukselle. Tämän sovelluksen omistaja on myös kyseisen tiedon omistaja. Muut tietojärjestelmät ja sovellukset voivat käyttää (lukea) tätä tietoa, jos omistaja antaa siihen oikeuden. Kopiot otetaan aina suoraan perusversiosta, ei muista kopioista.

Tämä perussääntö turvaa sen, että tiedoista ei esiinny ristiriitaisia versioita. Lisäksi se aikaansaa levytilan säästöä ja selkeyttää organisaation tietojen hallintaa. Perussääntö myös korostaa tietokantojen yhteiskäyttöisyyttä.

Seuraavassa on lyhyesti esitetty SRM-menetelmän vaiheet. Tässä oletetaan, että päätös tietojärjestelmätutkimuksen suorittamisesta on jo tehty, organisaation johto on siihen sitoutunut ja työryhmä on nimitetty. Täysimittaisena tehty SRM-tutkimus kestää yleensä noin 60 työpäivää eli 3-5 kuukautta. Tutkimuksen läpivienti edellyttää koko työryhmän aktiivista osallistumista työskentelyyn.

221. Lähtötilanteen selvittäminen ja työsuunnitelman laatiminen

Ennen varsinaiseen työskentelyyn ryhtymistä työryhmän tulee selvittää itselleen tutkimuksen suorittamisen syyt. Kaikilla tulee olla sama näkemys siitä, mihin pyritään. Lisäksi selvitetään organisaation toiminnan perusluonne ja kehitysvaihe, päästrategiat, ongelmat, sidosryhmät ja nykyiset tietojärjestelmät. Työsuunnitelma laaditaan ja alustavasta työnjaosta sovitaan. Tähän vaiheeseen kuuluu myös työn edellyttämän tietojärjestelmätutkimuskoulutuksen hankkiminen.

222. Toimintojen ja niiden tietotarpeiden määrittäminen

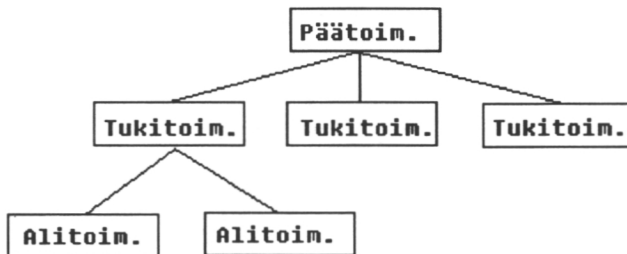
Toimintomallissa kuvataan organisaation koko toiminta toimintoina. Toiminnot pyritään muotoilemaan niin, etteivät ne ole sidoksissa tiettyyn toteutustapaan. Tiedossa olevat kehittämissuunnitelmat voidaan kuitenkin ottaa huomioon. Näin määritetyt toiminnot ovat luonteeltaan pysyviä eivätkä juurikaan riipu organisaatorakenteesta. Siksi toiminnot antavat hyvän pohjan tietovarastojen ja tietojärjestelmien kehittämiseksi.

Toimintoanalyysissä syntyvät kuvaukset niistä pää-, tuki- ja alitoiminnoista, joiden avulla organisaatio hallitsee resurssejaan sekä tuottaa tuotteita, informaatiota ja palveluja. Toiminnot voidaan jaotella myös funktioiksi, jotka ovat luonteeltaan jatkuvia (esim. henkilöstöhallinto), ja prosesseiksi, joilla on tietty kesto (esim. toimen perustaminen). Pää- ja tukitoiminnot ovat funktioita ja alitoiminnot ovat prosesseja.

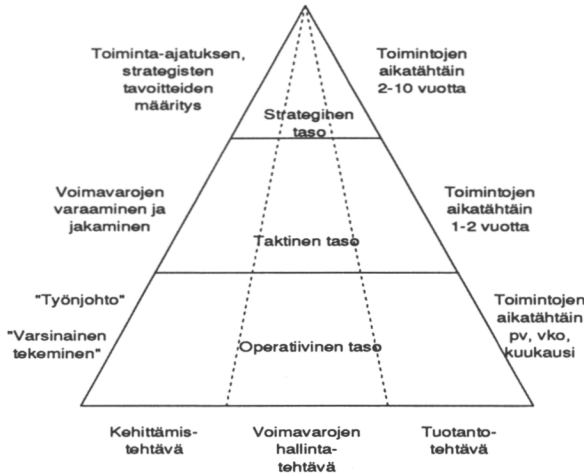
Toimintomalli voidaan esittää joko hierarkkisenä toimintokaaviona (kuva 7) tai Robert Anthonyn (1965) johtamisteoriaan perustuvana pyramidina (kuva 8), jossa toiminta jaetaan strategisen, taktisen ja operatiivisen tason toimintoihin siten, että kullakin tasolla voidaan tarkastella erikseen kehittämistehtäviä, resurssien hallintaa ja tuotantotehtäviä (Schaick 1985).

Toimintomallin perusteella kartoitetaan kunkin toiminnon tarvitsemat ja tuottamat tiedot esimerkiksi IPO-kaavioiden avulla (*Input-Process-Output*). Lisäksi kuvataan tietojen käyttötapa, joka voi olla luonti (L), päivitys tai poisto (P), ajantasainen luku (A) tai luku ilman ajantasaisuusvaatimusta (E).

Toimintojen käyttämistä tiedoista muodostetaan kohteita (*entity*). **Kohde** eli tietokohde on yksilöitävissä oleva konkreettinen tai abstrakti asia, josta organisaatio tarvitsee tietoja toimintaansa varten. Esimerkkejä kohteista voisivat olla henkilö, puu, koala, käsittelytapa ja rahoituspäätös.



Kuva 7. Hierarkkisen toimintokaavion rakenne.



Kuva 8. Organisaation toimintojen jako Anthonyyn (mt.) mukaan.

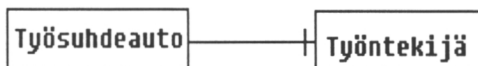
223. Kohdemallin laatiminen eli tietöanalyysi

Tietotarpeiden määrittäksessä löydettyistä kohteista muodostetaan kohdemalli. Kohdemalli vastaa toisissa rakentamismenettelyissä kuvattua käsittemallia. Se kuvaa tietöjen merkityksen tarkasteltavassa ilmiöalueessa sekä niiden rakenteen ja keskinäiset suhteet. Kohdemalli kuvataan kohdekaaviona, jossa kohteet on esitetty suorakaiteina tai soikioina ja niiden väliset yhteydet viivoilla.

Kahden kohteen, A ja B, välinen yhteys muodostuu kaksisuuntaisesta riippuvuudesta: A riippuu B:stä tietyllä tavalla ja B riippuu A:sta tietyllä tavalla. Riippuvuuksia on neljää lajia:

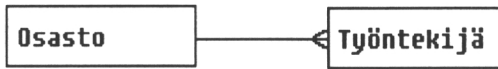
1. yksiarvoinen riippuvuus

Jos esimerkiksi organisaation jokaisen työsuhdeauton käyttäjäksi on nimetty täsmälleen yksi työntekijä, on autosta työntekijään kulkeva riippuvuus yksiarvoinen. Sitä merkitään seuraavasti:



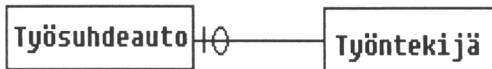
2. moniarvoinen riippuvuus

Kussakin osastossa voi työskennellä monta työntekijää. Tämä kuvataan seuraavalla "harakanvarpaalla", joka sallii yksi tai monta ilmentymää:



3. ehdollinen yksiarvoinen riippuvuus

Kaikilla työntekijöillä ei ole työsuhteautoa ja niillä, joilla on, on vain yksi. Työntekijästä autoon kulkeva riippuvuus on siis yksiarvoinen, mutta ehdollinen.

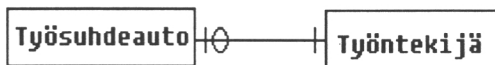


4. ehdollinen moniarvoinen riippuvuus

Kullakin osastolla voi olla nolla, yksi tai monta työasematietokonetta. Tätä ehdollista moniarvoista riippuvuutta merkitään:



Kuten edellä mainittiin, kohteiden välinen yhteys merkitään kaavioihin aina kaksisuuntaisena riippuvuutena. Esimerkiksi näin:

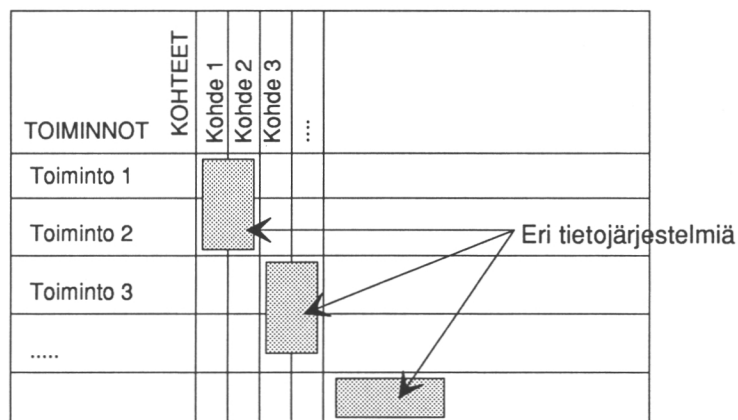


Tämä voidaan lukea seuraavasti: kuhunkin työsuhteautoon liittyy aina yksi työntekijä; kullakin työntekijällä voi olla korkeintaan yksi työsuhteauto.

Kaksisuuntaista moniarvoista riippuvuutta ei kohdekaaviossa sallita. Tällaiset riippuvuudet puretaan kahdeksi "yhden suhde moneen" -riippuvuudeksi ottamalla käyttöön uusi yhteyskohde. Tämä liittyy mallin saattamiseen kolmanteen normaalimuotoon.

224. Haastattelut

Tiedonhankinnan kannalta yksi tutkimuksen keskeisimpiä vaiheita on henkilökohtaisen palautteen saaminen johdolta ja eri toiminta-alojen asiantuntijoilta koskien toiminnan suuntalinjoja ja ongelmia sekä tietopalvelujen ja -järjestelmien nykytilaa. Haastateltavaksi valitaan yleensä noin 20 henkilöä, jotka tuntevat organisaation päätoiminnot.



Kuva 9. Tietojärjestelmien rajaaminen. Sovellukset rajataan vastaavasti tietojärjestelmien sisällä.

225. Kaavojen muodostaminen

Tietojärjestelmäkaava eli sovelluskaava muodostetaan laatimalla matriisi, jonka toisella akselilla ovat toiminnot ja toisella kohteet. Matriisin alkioina ovat tietotarvekuvauksista saadut käyttötavat. Tämän matriisin avulla voidaan rajata tietojärjestelmät. Kukin kohderyhmä ja tukitoiminto kuuluu vain yhteen tietojärjestelmään. Tietojärjestelmät voidaan jakaa sovelluksiksi alitoiminto/kohde -tarkastelujen avulla. Sovellukset voidaan vielä jakaa sovelluksen osiksi (kuva 9).

Tietokaava kuvaa organisaation tietovarastot, niiden jaon tietokannoiksi sekä tietokantojen päivityksestä ja ylläpidosta vastaavat tietojärjestelmät. Tietokaava laaditaan kohdemallin, sovelluskaavan ja nykyisten tietovarastojen pohjalta.

Informaatiojärjestelmät rajataan vastaavasti kohteiden ja informaatiotarpeiden matriisista.

226. Päätelmien ja suositusten teko ja hyväksymisen hankinta

Tietojärjestelmäkaavasta voidaan päätellä eri tietojärjestelmien looginen riippuvuus toisistaan. Tämä tuottaa luonnollisen toteutusjärjestyksen tiettyjen tietojärjestelmien välille. Toteutusjärjestystä mietittäessä on lisäksi arvioitava tietojärjestelmän aikaansaama tuottavuus lyhyellä ja pitkällä aikavälillä, toteutuskelpoisuus, käyttöönottokynnys sekä todellinen tarve. Näiden seikkojen pohjalta työryhmä tekee ehdotuksen tietojärjestelmien toteutusjärjestyksestä, organisoinnista ja aikataulusta.

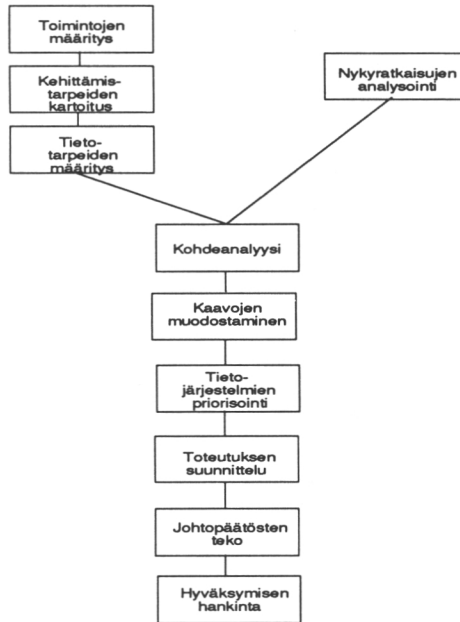
Työryhmä suorittaa lisäksi nk. tietohallinnon katsastuksen, jossa selvitetään tietohallinnon nykytila ja kehittämistarpeet. Koska uuden tietojärjestelmäarkkitehtuurin läpimenon onnistuminen on paljolti kiinni tietohallinnon organisoinnista, työryhmä laatii ehdotuksen tietohallinnon tarkoituksenmukaisesta järjestämisestä.

Työryhmä valmistelee loppuraportin ja esittelee tuloksensa johdolle. Johto käsittelee kehittämissuunnitelmaa ja yleensä hyväksyy sen sellaisenaan tai tekee tarpeelliseksi katsomansa muutoksen tietojärjestelmien priorisointiin.

227. Toteutuksen suunnittelu

Tietokantojen ja tietojärjestelmien rakentaminen kestää useita vuosia. Ne on rakennettava pala palalta yhtenäiseksi kokonaisuudeksi hyväksytyn tietokaavan puitteissa. Toteutuksen suunnittelussa määritetään taktisella aikavälillä suoritettavat toteutusprojektit, joista kukin kestää tyypillisesti noin 2-6 kuukautta. Tällöin ne ovat tehokkaita ja helposti hallittavia. Mikään projekti ei saa kestää vuotta kauemmin. Kussakin projektissa toteutetaan yksi sovellus tai määrätyt sovelluksen osat.

Kun yksittäistä tietojärjestelmää tai sen sovellusta lähdetään toteuttamaan, tarkennetaan ensin toimintomallissa kuvatut toiminnot yksityiskohtaisemmalle tehtävätasolle. Tehtäväanalyysissä määritellään tehtävien tietovirrat, keskustelu-kaaviot, näytöt, raportit ja manuaalitehtävät. Tietanalyysissä laaditaan kohdemallin kuvaamille kohteille relaatiokaaviot, joiden pohjalta tietokannat suunnitellaan ja rakennetaan. Tämän jälkeen rakennetaan sovellukset ja otetaan ne käyttöön.



Kuva 10. Metsäntutkimuslaitoksen sovellusmalli tietojärjestelmätutkimusmenetelmästä.

23. Metsäntutkimuslaitoksen tietojärjestelmätutkimuksen vaiheistus

Metsäntutkimuslaitos on keskisuuri organisaatio, jossa on kuvaamisen tarkkuudesta riippuen satoja tai tuhansia erilaisia toimintoja ja kohteita. Ensisilmäyksellä saattaa näyttää siltä, että tuotantotoimintaa ja markkinointia harjoittavien yritysten toiminnan ja tietotarpeiden kuvaamiseen alunperin laaditut menetelmät eivät sellaisenaan ole käyttökelpoisia tutkimuslaitoksen kuvaamiseen.

Liiketoiminnan ja tutkimuksen välinen ero ei kuitenkaan ole suuri. Esimerkiksi Machlup (1980, 1984) pitää tietoa vain uudenaikaisena kauppatarviana. Metsäntutkimuslaitoksen tuotteita ovat erilaiset tiedon lajit (kuva 1). Laitoksen toiminnan suunnitteluun, tiedon tuottamiseen ja markkinointiin liittyvät toiminnot ovat kuvattavissa verraten yksityiskohtaisesti. Sen sijaan tutkimuksen tuloksena syntyvät erilaiset tutkimuskohteet on kuvattava joustavasti yleisellä tasolla.

Metsäntutkimuslaitoksen keskeinen tuote on tieto. Tiedon tuottaminen merkitsee tavallisesti sen jalostamista havaintoja kuvaavasta perusdatasta informaatioksi ja tietämykseksi. Siksi laitoksen tietojärjestelmätutkimukseen tulisi sisältyä informaatiotarpeita kuvaavien mallien laadinta ja informaatiojärjestelmien rajaaminen. Työryhmä suoritti alustavan kyselyn informaatiotarpeista, mutta

käytettävissä oleva aika ei kuitenkaan mahdollistanut niin laajaa tutkimusta kuin olisi ollut tarpeen. Siksi metsäsektorin informaatiotarpeisiin kohdistuva tutkimus jätettiin myöhempien selvitysten varaan ja informaatiojärjestelmät rajattiin niihin liittyvien laskenta- ja tilastointitoimintojen mukaan.

Metsäntutkimuslaitoksen tietojärjestelmätutkimuksessa SRM-menetelmää sovellettiin kuvassa 10 esitetyn vaiheistuksen mukaisesti.

24. CASE-ohjelmisto IEF

Osana konsulttipalveluja työryhmä saattoi käyttää tietojärjestelmien suunnitteluun tehtyä CASE-ohjelmaa IEF (*Information Engineering Facility*). Tämä ohjelmisto, jonka valmistaja on Texas Instruments, perustuu IEM-menetelmään ja sitä markkinoi James Martin Associates. Metsäntutkimuslaitoksen kohdemallin suunnittelu ja erityisesti sen päivitys muodostuivat niin resursseja vaativiksi, että CASE-ohjelman käyttö hankkeen läpiviemiseksi osoittautui välttämättömäksi.

IEF-ohjelmisto sisältää suuren joukon keskenään integroitua työkaluohjelmia, jotka soveltuvat erittäin hyvin SRM-menetelmän mukaiseen työhön. Ohjelmiston osat ovat:

- ISP, *Information Strategy Planning*
- BAA, *Business Area Analysis*
- BSD, *Business System Definition Tools*
- TD, *Technical Design tools*

ISP osassa määritellään muun muassa organisaation rakenne, sen toiminnot, kohteet, kriittiset menestystekijät ja informaatiotarpeet sekä näiden riippuvuudet. BAA kattaa yksittäisen tietojärjestelmän kuvauksen. BSD määrittelee sovellukset käyttöliittymiä myöten. TD generoi koodin tietokantapalvelijakoneelle (ks. Texas Instruments 1989). ISP jakautui seuraaviin osajohjelmiin:

- *Data Modelling*
- *Activity Hierarchy*
- *Activity Dependency*
- *Organizational Hierarchy*
- *Matrix Processor*
- *Matrix Definition*
- *Consistency Check*
- *Model Reports*

Projektissa käytettiin pääasiassa ISP-osan kohde- ja toimintoanalyysiin sekä matriisien muodostamiseen soveltuvia osia: *Data modelling*, *Activity Hierarchy* ja *Matrix Definition*. Raportin liitteet ja tulososan kuvat on tuotettu IEF:llä.

3. TIETOJÄRJESTELMÄTUTKIMUKSEN TULOKSET

31. Metsäntutkimuslaitosta kuvaavat käsitteelliset mallit

311. Toimintomalli

Metsäntutkimuslaitosta kuvaava toimintomalli laadittiin Anthonyn pyramidin pohjalta jakamalla toiminnot neljään tasoon, jotka ovat: 1) strateginen suunnittelu, 2) taktinen suunnittelu, 3) operatiivinen ohjaus ja seuranta sekä 4) tehtävien hoitaminen. Kolme viimeistä tasoa jaettiin edelleen neljään päätoimialaan: a) tutkimustoimintaan, b) resurssihallintoon, c) metsien hoitoon ja d) tietopalveluun. Näin saatiin kaikkiaan 13 päätoimintoa (kuva 11 seuraavalla sivulla). Tämän kuvauksen pohjalta laadittiin hierarkkinen toimintokaavio (liite A).

Työryhmä ei pitäytynyt pelkästään nykyisiin toimintatapoihin, vaan samalla kartoitettiin kehittämiskohteita ja tarvittaessa muutettiin toimintoja. Kun pohdittiin toimintojen asiantuntijoiden kanssa, kuinka toimintoja voitaisiin tietojärjestelmien avulla kehittää, kehittämiskohteita löytyi runsaasti ja tämä teki työn aikaavieväksi.

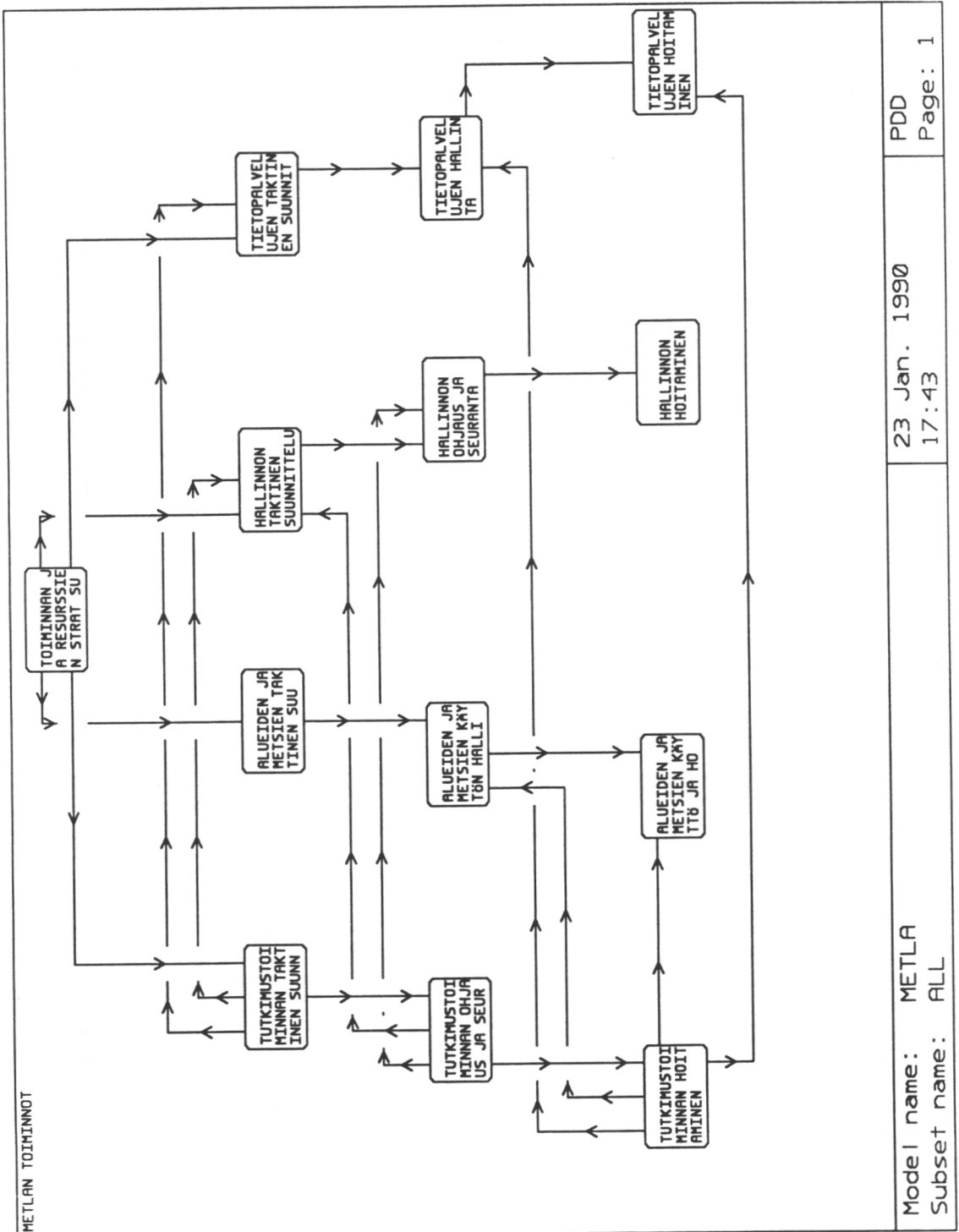
Tutkimustoiminnan monimuotoisuus johti suureen määrään toimintoja (liite A:n sivut 2-4). Työryhmä keskusteli pitkään lakisääteisten lausuntojen ja palvelutehtävien sijoittamisesta toimintomalliin. Ne sijoitettiin muun tutkimustoiminnan joukkoon sen vuoksi, että ne tuotetaan useimmiten normaalin tutkimusprosessin kautta.

Hallinnon (liite A:n sivut 8-10) ja tutkimusalueiden hoidon toimintoja mallitettaessa työryhmä käytti hyväksi HALKO-projektissa (Metsäntutkimuslaitos 1985) laadittua toimintomallia. Myös metsähallituksen paikkatietojärjestelmien vastaavia kaavioita käytettiin soveltuvin osin hyväksi (Metsähallitus 1989a, 1989b).

Tutkimusmetsien hoitoon kuuluvat kaikkien normaalien metsätalouden toimintojen lisäksi koetoiminta sekä luonnonsuojelualueiden hoito ja käyttö. Tämän tehtäväkentän laajuuden vuoksi tutkimusmetsien hoitaminen on toimintomallissa nostettu yhdeksi päätoimialaksi (liite A:n sivut 5-7).

Yksi päätoimiala on tietopalvelu. Tiedon käsittelyyn sisältyvät tietokantojen ja -järjestelmien rakentaminen, tietoaineistojen tallennus ja ylläpito, tilastotietojen tuottaminen ja jakelu sekä tietojen arkistointi. Ero informaation käsittelyn ja

Kuva 11. Metsäntutkimuslaitoksen päätoiminnot. Vrt. kuva 8.
Lähemmin liitteessä A.



kirjaston toimintojen välillä on hitaasti häviämässä ja ne voidaan jo sijoittaa saman päätoiminnon alle (liite A:n sivut 11-13).

Esitellyt neljä päätoimialaa jaettiin kaikkiaan 64 tukitoimintoon, jotka analysoitiin edelleen alitoiminnoiksi. Näitä on toimintomallissa 279. Tietojärjestelmien rakentamisvaiheessa kunkin alitoiminnon sisältä joudutaan määrittelemään 2-5 prosessia.

312. Kohdemalli

SRM-menetelmässä kohteella tarkoitetaan jotakin konkreettista tai abstraktia objektia, johon on liittyy ominaisuustietoja. Ryhmä tietoja on kohde, jos siitä voidaan muodostaa relaatio eli tietokannan taulu.

Kohdeanalyysin lähtökohdaksi otettiin Metsäntutkimuslaitoksessa vallitseva tilanne. Vaikka erillisten tutkimushankkeiden tietojärjestelmien integraatioaste on hyvin alhainen, ovat useat käytössä olevat järjestelmät itsenäisinä kokonaisuuksina kohtuullisen hyvin määriteltyjä. Tämä johtuu niiden tutkimuksellisesta perustasta.

Toimintojen tietotarpeiden avulla määriteltiin ne kohteet, joista Metsäntutkimuslaitoksessa luodaan, kerätään tai käytetään tietoja. Sen lisäksi tarkasteltiin olemassaolevia tietovarastoja. Kohdemalliin kertyi näillä kahdella tavalla 330 kohdetta. Kohdemalli on kokonaisuudessaan yhdellätoista sivulla liitteessä B.

Kohderyhmät muodostettiin kohteiden määrittelyn jälkeen (kuva 12 seuraavalla sivulla). Kohderyhmä muodostuu pääosin ydinkohteen ympärille. Kohderyhmiä, joita syntyi 90, käytetään tietojärjestelmien rajauksessa. Kohde- ja kohderyhmäkuvat ovat liitteessä B.

Kohdemallissa on kaksi painopistettä, joiden ympärille kohderyhmät voidaan järjestää. Kohdemallissa vasemmalla keskeinen ydinkohde on HENKILÖ. Mallin oikeassa osassa painopisteen muodostavat paikkaa kuvaavat kohteet kuten ALUE. Mallin muita merkittäviä ydinkohteita ovat MITATTAVA OBJEKTI, TUTKIMUS, KOE, metsätaloudellinen TOIMENPIDE, TIEDOSTO ja SUORITE.

Kohdemallin yläreunassa ovat rahoitustukitoimintoon ja resursseihin liittyvät kohteet sekä niiden alapuolella tutkimussuunnitteluun ja koetoimintaan liittyvät kohteet. Henkilön ympärillä ovat suoritteet, seuranta, viestintä ja henkilöstöhallinto. Kohdemalliin ei ole määritelty maksuliikenteen ja henkilöstöhallinnon kohteita, vaan ne on otettu sellaisenaan valtionhallinnon VALMA ja HELMI järjestelmistä. Kohdemallin alareunassa ovat tutkimuksen lopputuotteet kuten tiedon käsittelyn ja kirjastotoiminnon kohteet. Kohdemallin oikeassa reunassa ovat

metsää kuvaavat kohteet kuten metsänjalostus, metsien monikäyttö, kiinteistöhallinto, puumarkkinat, puunkorjuu ja metsänhoitotoimet sekä maankäytön ja metsätalouden suunnittelu. Tilastotuotannon kohteet sijoitettiin mallin keskiosaan.

Kohdemallin kohteiden abstraktiotaso vaihtelee. Metsäntutkimuslaitoksen kohdemallin keskeinen oivallus on sisällyttää malliin yleinen MITATTAVAN OBJEKTIN kohde. Sen ympärille muodostettuun rakenteeseen voidaan periaatteessa tallettaa kaikki mittaustiedot. Mitattava objekti voi olla konkreettinen tai abstrakti esim. puu, koeala tai ajanjakso ja se kuvataan OBJEKTITYYPIN avulla. Mitattavan objektin lisäksi keskeinen ydinkohde on MITATTAVA OMINAISUUS. Siinä luetellaan kaikki muuttujat, joita mittaustoiminnossa voidaan käsitellä. Kaikki mitattavat ominaisuudet eivät ole sallittuja kaikille objektityypeille, joten OBJEKTITYYPISTÄ MITATTAVAT OMINAISUUDET luetellaan omassa yhdistävässä (assosiatiisessa) kohteessaan. Itse mittaustulos talletetaan kohteeseen OBJEKTIN MITTAUSTULOS, joka on yhdistävä kohde mitattavan objektin ja mitattavan ominaisuuden välissä. Objektin mittaustulokseen yhdistetään MITTAUSTAPAHTUMAAN liittyvät tiedot.

Samanlainen asetelma toistuu laskettujen ja kerättyjen tietojen suhteen, näytteiden analysoinnissa sekä puissa esiintyvissä tuhoissa. Tuho on kahden mitattavan objektin tietyyntyyppinen suhde, joka on kohdemallissa erikseen määritelty. Mitattavilla objekteilla voi olla myös RAKENTEELLINEN SUHDE ja muita suhdetyyppejä, joita kohdemalliin ei vielä ole määritelty. Rakenteellinen suhde tarkoittaa sitä, että mitattava objekti on osana tai koostuu rekursiivisesti toisista mitattavista objekteista.

Yleisessä ja pitkälle normalisoidussa muodossa oleva talletusrakenne kykenee hallitsemaan minkä tahansa aineiston. Esimerkiksi toistuvat ja vaihtelevat mittaustulokset samoista mitattavista objekteista, joita tulee erityisesti koealojen puuston mittauksessa, saadaan automaattisesti käyttöön. Kohdemalli on pääosin normalisoitu kolmanteen normaalimuotoon. Kohteiden kuvaus on abstrakti, mutta toteutettavissa helposti relaatiotietokannalla.

Kohdemallissa on sekä operatiiviseen dataan että tilastotietoon liittyviä kohteita. Kohde TILASTOTIETO vastaa mitattavan objektin käsitettä. Siihen liittyviin tietokannan tauluihin voidaan LASKENTA-ALGORITMIEN avulla koota käsiteltyä tietoa mistä tahansa tietokantajärjestelmän osasta. Tietoon liittyvät luokitukset ja luokitusten arvot ovat omassa kohteissaan, samoin tiedon tulkintaan liittyvät kohteet. Koko metsätilastollinen vuosikirja voidaan periaatteessa kuvata TILASTOTIEDON ympärillä olevilla muutamalla kohteella.

Kohdemalli sisältää myös rekursiivisen kohderyhmän KÄSITEMALLIT, jonka avulla voidaan kuvata esimerkiksi tässä esitetyn kaltaiset kohdemallit. Näitä käytetään tietojärjestelmien kehittämisessä ja laitoksen tietohakemiston ylläpidossa.

313. Organisaatiomalli

Organisaatiomallit eivät ole tietojärjestelmien rakentamisen kannalta yhtä tärkeitä kuin toiminto- ja kohdemallit. Niitä käytetään lähinnä päällekkäisten toimintojen löytämiseen organisaatiosta ja tietovastuiden määrittelyyn. Tämä tapahtuu muodostamalla matriisi organisaatiosta ja toiminnoista sekä organisaatioista ja kohteista. Laitoksen organisaatiota ollaan kuitenkin parhaillaan uudistamassa, joten työryhmä ei ryhtynyt siihen liittyvien mallien laadintaan.

Organisaatio / kohteet -matriisin tarkastelu selventää, että sama tietokanta voi olla **ositettuna** eri organisaatioyksiköissä. Edelleen eri tietokantoihin voi liittyä useampia eri käyttäjien sovelluksia.

314. Informaatiotarpeet

Informaatiotarpeista muodostettua mallia voidaan, samoin kuin organisaatiomallia, käyttää tietojärjestelmien rajaukseen. Informaatiotarpeet / kohteet -matriisi on ainoa informaatiojärjestelmien rajaustapa. Työryhmä suoritti alustavan informaatiotarpeiden kartoituksen laitoksessa, mutta tulokset olivat siksi kirjavia, että informaatiotarvemallia ei voitu muodostaa. Yksittäisiä informaatiotarpeista saatuja tietoja käytettiin eräiden kohteiden muodostamiseen kohdemalliin.

Informaatiokyselyssä useimmin esiintynyt tietotarve koski kirjallisuusviitteitä ja tietohakua. Myös metsätuhot ja niiden syy-seuraus-ilmiasu -linkkien tunteminen kiinnosti ja datapankki luonnonsuojelualueista ja yleensäkin metsäekologiasta katsottiin tarpeelliseksi. Merkittävä informaatiotarve kohdistui tutkimustoiminnan seurantaan (tutkimusrekisteri) ja yksittäisten hankkeiden hallintaan, erityisesti määrärahaseurantaan. Muita suosittuja tietotarvekohteita olivat muun muassa koerekisteri, metsätalouden suunnittelu, yksityismetsätalouden seuranta, metsänuudistaminen ja puutavaramittaukset.

Metsäsektorin informaatiotarpeita on ajoittain selvitetty sekä Suomessa (Larronmaa ja Juslin 1989) että kansainvälisesti (Palo 1983). Näiden selvitysten tuloksena on ollut, että informaation tarjonta luo tarpeita. Metsäntutkimuslaitoksen ja sen asiakkaiden informaatiotarpeista tulisi tehdä erillinen selvitys.

315. Haastattelut ja ongelmien kartoitus

Haastatteluissa keskityttiin em. informaatiotarpeiden etsintään. Ongelmien kartoitusta ja analysointia on laitoksessa tehty runsaasti yleisen kehittämisen yhteydessä vuosina 1988-89. Siitä kertynyt materiaali, joka oli tuotettu johdon koulutusohjelman yhteydessä oli työryhmän käytettävissä.

Haastattelun tavoitteena oli laajentaa projektiryhmän käsitystä toiminnan ja tietojärjestelmien kehittämisestä ottamalla huomioon keskeisten kohdehenkilöiden näkemyksiä. Toisaalta tilaisuutta käytettiin hyväksi tiedottamistarkoituksessa. Haastattelu suunnattiin johtoon ja vastuututkijoihin keskusyksikössä ja tutkimusasemilla.

Haastattelussa käytettiin runkona seuraavaa kysymyssarjaa:

- Mitkä ovat vastualueesi perustavoitteet?
- Tutkimussuunnittelu: miten suunnittelet tutkimuksen tai työsi?
- Millä kriteereillä ja miten mittaat saavutuksesi?
- Mikä vastaanottamastasi tiedosta hyödyttää sinua eniten?
- Mitkä ovat ne kriittiset tekijät (3-6 kpl), jotka takaavat METLAlle menestyksen?
- Mitkä ovat vastualueellasi keskeiset tietojärjestelmät? Voitaisiinko vastualueellasi toteuttaa parannuksia parempien tietojärjestelmien avulla?
- Mitkä ovat toimintojesi pääongelmat? Mistä ne aiheutuvat? Mitä niistä seuraa? Miksi ratkaisu ei ole onnistunut?
- Mitä muutoksia näet tapahtuvan lähitulevaisuudessa? Miten tietotekniikka tulee vaikuttamaan METLAAan?

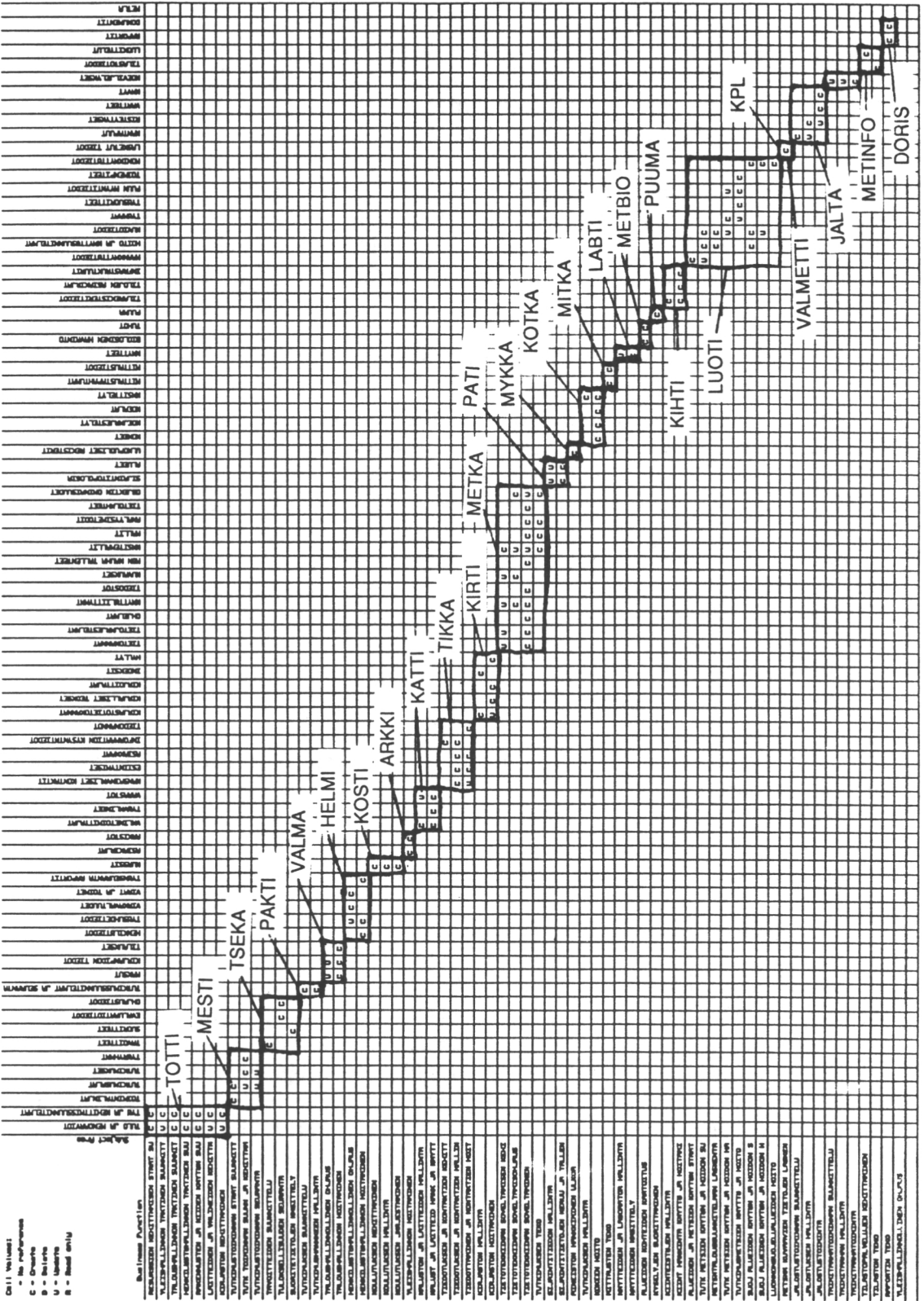
Vastauksia käytettiin erityisesti tietojärjestelmiltä vaadittavien palveluiden ja yhteyksien määrittelyssä.

32. Metsäntutkimuslaitoksen tietojärjestelmäkaava

321. Tietojärjestelmäjako

Jako tietojärjestelmiin tehtiin matriisista, jossa kuvattiin toimintojen ja eri kohderyhmien yhteydet (kuva 13 seuraavalla sivulla, lähemmin liitteessä C). Toiminnot joko luovat, tuhoavat, päivittävät tai lukevat tietoja kohderyhmiin liittyvissä tietokannoissa. Tältä pohjalta rajattiin 23 operatiivista järjestelmää. Summatietoa tallettavia informaatiokantajärjestelmiä rajattiin 5 kpl. Tärkeitä malli- ja tietämyspohjaisia järjestelmiä tuli pääasiassa olemassaolevien järjestelmien, haastatteluiden ja kehittämiskohteiden kartoituksen perusteella esille 6 kpl.

Kuva 13. Tietojärjestelmäjako. Lähemmin liitteessä C.



Seuraavassa esitellään kaikkiaan 34 tietojärjestelmää. Niistä noin 25 on sellaisia, joille laitoksessa ei tällä hetkellä ole kunnollista vastinetta.

322. Operatiiviset tutkimushallinnon järjestelmät

Seuraavassa luetellaan yksitellen laitoksen tietokaavassa mainitut operatiiviset järjestelmät ja kuvataan ne pääpiirtein.

Toiminta- ja taloussuunnittelun tietojärjestelmä TOTTI

Toiminta- ja taloussuunnittelun tietojärjestelmä kattaa hallinnon ja toiminnan kehittämisen taktisen tason toiminnot. Se sisältää tietoa:

- budjetista sekä toiminta- ja taloussuunnitelmista,
- resurssien käytöstä ja
- kehittämiskohteista.

TOTTI:a käytetään budjetin ja vuosisuunnitelmien teon yhteydessä. Sen toiminnot on hajautettu laitoksen kaikkiin toimintayksiköihin. TOTTI käyttää hyväkseen erityisesti tutkimussuunnittelun tietojärjestelmän (MESTI) luomia tietoja työohjelmista ja toimintakertomuksista. HALKO-projektissa (mt.) ehdotettiin näiden tietojärjestelmien tehtäviä hoitamaan "ohjauksen tietojärjestelmää".

Metsäntutkimuksen suunnittelun tietojärjestelmä MESTI

Metsäntutkimuksen suunnittelun tietojärjestelmä on laaja ja tärkeä kokonaisuus tutkimuksen taktisen suunnittelun tasolla. Sen keskeisiä tietoaiheita ovat:

- tutkimusrekisteri,
- tutkimussuunnitelmat ja seurantatiedot,
- laitoksen tutkimusaloja ja asiantuntemusta koskeva rekisteri ja
- toimintalinjat ja informaatiotarpeet,
- työohjelmat ja
- toimintakertomukset.

MESTI liittyy erityisesti tuloksellisuuden seurannan tietojärjestelmään sekä TOTTIin.

MESTI:n keskeiset palvelutoiminnot ovat:

- tutkimushankkeiden hyväksymisprosessin tukeminen ja siihen liittyvä resurssilaskenta,
- tutkimussuunnitelmien ja raporttien talletus ja selaaminen,
- laitoksen asiantuntemusosalatietojen talletus ja selaaminen sekä

- laitoksen tavoitteiden ja painopisteiden asettelu informaatiotarvekartoituksen avulla.

Myös johdon informaatiojärjestelmä (kohta 323) nojautuu osaksi MESTI:n varaan.

Tuloksellisuuden seurannan tietojärjestelmä TSEKA

Tuloksellisuuden seurannan perusteet Metsäntutkimuslaitoksessa on selvitetty toisen työryhmän toimesta (Metsäntutkimuslaitos 1990b). Tuloksellisuuden seurannan tietojärjestelmällä on keskeinen rooli pyrittäessä parantamaan laitoksen tehokkuutta ja yhdistämään laitoksen ja tutkijoiden tavoitteet. Tuloksellisuuden seuranta tapahtuu tutkijoiden, toimintayksiköiden ja koko laitoksen tasoilla. TSEKA:n sovellukset kattavat tulevaisuudessa:

- suoritettietojen keruun ja selaamisen,
- suoritteiden pistytysperusteiden selaamisen,
- suoritteiden vaikutuksen arvioinnin ja pistytyksen,
- henkilökohtaisten ja toimintayksiköiden tavoitteiden asettamisen,
- tavoitteiden vertailun tuloksiin sekä
- tutkijoiden evaluointi- ja ohjaustiedot.

TSEKA:n rakentaminen ja hyväksymisen saaminen käyttäjiltä on pitkä prosessi. Sen rakentaminen alkaa perustietojen keruusovelluksesta, jonka käyttö hajautetaan koko laitokseen työntekijöiden itsensä tallettavaksi. Onnistuneen perustietojen keruun jälkeen järjestelmään sisällytetään suoritteiden ja pisteytyksen seuranta. Näkyvä suoritettietojen keruu ja avoin selaaminen päätteellä vaikuttanee tuloksellisuutta kohottavasti jo ilman pisteytystäkin.

TSEKA:n taulut rakentuvat keskeisen SUORITE taulun ympärille, jonne kaikki suoritteet kerätään. Vaikutukset lasketaan eri tauluun pisteytysperusteiden avulla. TSEKA liittyy erityisesti metsäntutkimuksen suunnittelun tietojärjestelmään, henkilöstöhallinnon tietojärjestelmään ja kirjaston tietojärjestelmään.

Projektihallinnan ja ajankäytön tietojärjestelmä PAKTI

Projektihallinnan ja ajankäytön tietojärjestelmä tukee tutkimusten toteuttamista toimintayksiköissä ja projekteissa. Sen sovelluksia ovat:

- tutkimussuunnitelman teko,
- tutkimussuunnittelun koordinointi laitoksen johtoon päin,
- projektin ja osahankkeiden aikatauluistaminen,
- projektin ja osahankkeiden tavoitteiden asettaminen,
- projektin tavoitteiden toteutumisen seuranta,
- projektin resurssien käyttö ja

- henkilökohtaisten aikataulujen hallinta.

PAKTI tarvitsee erityisesti yhteyksiä tuloksellisuuden seurannan järjestelmään, metsäntutkimuksen suunnittelujärjestelmään ja maksuliikennejärjestelmään. PAKTI perustuu suureksi osaksi tietoverkkojen tarjoamiin kommunikointimahdollisuuksiin.

Valtion maksuliikennejärjestelmä VALMA ja sen liitännät

Maksuliikenne hoidetaan valtionhallinnossa yhtenäisellä, Postipankin toimesta hoidettavalla järjestelmällä. Siihen liittyy läheisesti myös henkilöstöpalkkojen laskentajärjestelmä HEPLA ja metsäpalkkajärjestelmä.

Uusi, hajautettu ja ajantasainen valtion maksuliike- ja kirjanpitojärjestelmä VALMA tullaan ottamaan käyttöön keväällä 1993 (Valtiokonttori 1987). VALMAN käyttöönoton tavoitteena on taloushallinnon tehtävien hoidon edistäminen sekä tulohajausta tukevan laskentatoimen toteutus laitoksessa. Maksuliikenteestä täytyy saada ajan tasaista tietoa tutkimusryhmille ja yleishallintoon (em. PAKTI, TOTTI ja MESTI järjestelmät).

Henkilöstöhallinnon tietojärjestelmä HELMI ja sen liitännät

Henkilöstöhallinnon rutiinit hoidetaan keskitetysti valtionhallinnon järjestelmillä VTKK:n koneella. Nykyisen järjestelmän nimi on HAH (henkilöstöasiain hoito).

Kehitteillä on uusi hajautetusti käytettävä järjestelmä HELMI, joka sisältää kolme osajärjestelmää: ohjausjärjestelmät, virastojärjestelmät ja informaatiojärjestelmät (Valtiokonttori 1989). Virastojärjestelmät palvelevat henkilöstöhallinnon operatiivista toimintaa. Perusjärjestelmään sisältyvät HELMI/Henkilö ja virka, HELMI/Työaika ja HELMI/Palkka. Näiden järjestelmien käyttöönotto vaihe valtionhallinnossa alkaa v. 1991. Metsäntutkimuslaitoksen osalta aikataulusta ei ole vielä päätetty.

Jo ennen HELMI:n käyttöönottoa tarvitaan laitoksen keskuskoneelle ajanmukaistettu henkilöstörekisterisovellus, josta on liittymä myös HAH-järjestelmään. Tätä sovellusta tarvitsevat monet laitoksen tietojärjestelmät.

Koulutuksen suunnittelun ja seurannan tietojärjestelmä KOSTI

Koulutuksen suunnitteluun ja seurantaan on olemassa käytännön metsäorganisaatiota varten rakennettu RIEKKO II (Kaila ja L.Saarenmaa 1990). Se sisältää henkilö-, toimenkuva-, peruskoulutus-, kurssi-, kurssinkäynti- ja kurssitoivomustiedot. Koulutuksen pitkän tähtäimen suunnittelu ja käytännön toteutus ovat samassa tietojärjestelmässä. RIEKON räätälöity versio, KOSTI, josta on liitännät laitoksen henkilöstöhallinnon järjestelmiin, tulee ottaa käyttöön myös Metsäntutkimuslaitoksessa.

Asiakirjojen hallinnan ja arkiston tietojärjestelmä ARKKI

Laitoksessa noudatetaan valtion ohjeita asiakirjojen arkistoinnista. Tähän liittyvässä tietokannassa kuvataan eri dokumenttien diaaritiedot. ARKKI tarvitsee liityntöjä erityisesti toiminta- ja taloussuunnittelun sekä metsäntutkimuksen suunnittelun tietojärjestelmään, mutta myös muihin hallinnon järjestelmiin.

Itse dokumentit talletetaan tekstitietokantaan, josta ne ovat käyttäjien saatavana kaikkialta laitoksesta.

Kalustorekisteri ja työvälinevaraston tietojärjestelmä KATTI

Laitoksen irtain omaisuus, silloin kuin se "ei ole arvoltaan vähäistä ja on käyttökäytännön yli kolme vuotta", tulee tallettaa kalustorekisteriin. Siinä on omat alakohteensa eri kalustotyypeille, joita ovat:

- ajoneuvot
- työvälineet
- konttorivälineet
- huonekalut
- mittausvälineet
- laboratoriolaitteet
- atk-laitteet
- ohjelmistot

Tiedot näiden välineiden omistajayksiköistä, haltijoista, varauksista, allokointiajoista eri hankkeisiin, hankinnasta, toimittajista, huolloista ja käyttökustannuksista kerätään myös tietokantaan. Sovelluksilla hoidetaan tietojen käytön perusoperaatiot. Sovellusten tulee olla helposti käytettävissä laitoksen kaikilta päätteiltä.

Tiedotuksen ja kansainvälisten kontaktien tietojärjestelmä TIKKA

Kotimainen yhteistoiminta ja tiedotus tarvitsee lähinnä asiakasrekisteriin verrattavan yksinkertaisen järjestelmän.

Kansainvälistyminen aiheuttaa kontaktien lisääntymistä. Tämä toiminta on siinä määrin kasvanut, että tarvitaan yhdyshenkilöt, jotka tuntevat eri maiden tieteellisiä laitoksia ja henkilöitä. Laitokseen kerätään tietokanta, joka sisältää tällaiset tiedot, matkakertomukset ja kokousselostukset. Tätä tietokantaa käytetään mm. kontaktihenkilöiden etsimiseen ulkomaisille vieraille ja matkaohjelmien laatimiseen.

Kirjaston tietojärjestelmä KIRTI

Metsäntutkimuslaitoksen kirjastotoiminnan kehittämistä on käsitelty erillisessä työryhmässä (1988). Kirjaston toiminnan tukemiseen tarvitaan operationaalinen tietojärjestelmä, jonka keskeisiä sovelluksia ovat:

- kirjastotietokannan ylläpito,
- lainaustoiminnan seuranta,
- metsäsanasto ja
- lehtikierron seuranta.

Laitoksen kirjaston ja tietohallinnon tulee voida tarjota tutkijoille pääsy keskeisiin kotimaisiin ja ulkomaisiin tietopankkeihin. Laitoksen omien julkaisujen tallettaminen hakuja varten tietokantaan on tarpeellista. Tätä työtä voitaisiin ajatella tehtäväksi niillä tutkimusasemilla, joilla työvoiman saanti on helppoa. Tehtävänjakoa Helsingin Yliopiston metsäkirjaston kanssa on kehitettävä myös indeksoinnin ja tietojen talletuksen osalta.

Kirjaston tietojärjestelmä on läheisessä yhteydessä alla kohdassa 324 kuvattuun dokumenttien ja raporttien informaatiojärjestelmään.

Metsäntutkimuksen tieto- ja käsittehakemisto METKA

Käsittehakemistossa kuvataan yksityiskohtaisesti tässä mietinnössä ja sen jatkoprojekteissa laaditut mallit, kohteet, niiden ominaisuudet, luokitukset, riippuvuudet ja tietojärjestelmien kehitystyössä käytettävät ohjelmistot ja algoritmit.

Käsittehakemisto on oleellinen myös tutkimuksen suunnittelussa, kun päätetään tutkimuksen käsitelmistä sekä mitattavista ja käsiteltävistä objekteista ja sovitaan tallennuslomakkeiden sisältö. Ilman käsittehakemistoa tietojen

yhteiskäyttöön laitoksessa on vaikea päästä. Käsittehakemiston tulee olla käytössä laitoksen ulkopuolellakin.

Tietohakemisto on kolmas METKAN tarjoama palvelu. Se kuvaa, mitä tietoa eri aiheista on jo aikaisemmin kerätty ja laskettu.

Kolmas METKAN sovellus on tietoaineistojen arkistointi tallenteiden, tiedostojen ja magneettimedian kirjanpitovälineeksi. Sen prototyyppi on käytössä jo nyt Rovaniemen tutkimusasemalla.

323. Operatiiviset paikkatietojärjestelmät

Seuraavassa kuvattavat järjestelmät luovat ja käsittelevät operatiivista perustietoa kuten edellisekin. Oleellista niissä on kytkentä paikkatietoon. Vastaava jako on tehty metsähallituksen tietojärjestelmien kehittämissuunnitelmaa laadittaessa (Paikkatietojärjestelmien... 1989).

Paikkatietoydin PATI

Tieto luonnonvaroista on yleensä paikkaan sidottua. PATI on järjestelmä joka on vastikään määritelty metsähallituksen (1989b) projektissa. Metsähallituksen PATI keskittyy kuvaamaan metsähallituksen käyttämät erilaiset alueluokitukset ja niiden käyttötilanteet. Järjestelmä on sovellettavissa Metsäntutkimuslaitoksessakin, mutta inventointi- ja koelatietoja varten tarvitaan yleisempi järjestelmä.

PATI:n toteutus metsäntutkimuksessa sisältää sijaintitiedon ja integroi siihen toisissa tietokannoissa ylläpidettävän ominaisuustiedon ja aikatiedon. Sijaintitieto pitää sisällään piste-viiva-alue ja hilapohjaisen kuvauksen ja sitä hallitaan (ilmeisesti relaatiotietokannan ulkopuolella) PATI:n GIS-järjestelmässä. Näihin sijaintitietoalkioihin yhdistetään kulloisetkin ominaisuutiedot paikkatiedon perusteella. Esim. puu ja kaukokartoituspikseli yhdistetään pisteeseen, tie ja oja viivaan ja erilaiset hallinnolliset, maaperä- ja puustokuviot alueisiin.

Tällä hetkellä laitoksessa ei ole käytössä yhtään aitoa GIS-ohjelmistoa. Metsäntutkimuslaitokseen hankittavan GIS-järjestelmän täytyy:

- kyetä yhteyteen INGRES-tiedonhallintaohjelmiston kanssa, jota käytetään ominaisuus- ja aikatietojen hallintaan,
- olla integroitavissa aineistojen analysointia ja suunnittelua varten laadittuihin ja hankittuihin ohjelmistoihin,
- tukea paikkatiedon analysointia ja mallittamista sen eri esitysmuodoissa,
- sisältää integroidut kaukokartoitusmateriaalien käsittelyvälineet,

- olla käsitteellisesti yhteensopiva ympäristötietokeskuksen, maanmittaushallituksen ja metsähallituksen järjestelmien kanssa.

Muut tässä ryhmässä kuvatut tietojärjestelmät käyttävät PATI:n käsitteistöä paikkatiedon hallintaan, joten ne ovat riippuvaisia sen toteutuksesta.

Metsäntutkimuslaitoksen ympäristö- ja kaukokartoitusmateriaalien arkisto MYKKA

Laitoksen tulee tutkijoitaan varten pitää yllä arkistoa digitaalisessa muodossa olevista kartoista ja pinnanmuodostuksesta sekä satelliittikuvista, ilmakuviista ja muista kaukokartoitusmateriaaleista. Nämä tietoaineistot ovat kuitenkin valtaosaltaan peräisin laitoksen ulkopuolisista organisaatioista.

Vastaavia materiaaleja hankitaan Metsäntutkimuslaitokseen säähavainnoista, maa- ja kallioperätiedoista, ulkopuolisten organisaatioiden luonnonvarakartoituksista, jne. Näiden materiaalien hankinta on toistaiseksi jouduttu järjestämään erikseen jokaisessa tutkimushankkeessa. Kaikki nämä tiedot talletetaan vastedes MYKKA-arkistoon. Arkiston sisältö kuvataan tietohakemistossa. MYKKA:n käyttöliittymän kautta tulee olla pääsy maanmittaushallituksen paikkatietohakemistoon (ks. Rainio 1989).

MYKKA:n materiaalien tilantarve lasketaan gigatavuissa. Yksittäistä tietoa tarvitaan ja päivitetään verrattain harvoin. Näiden seikkojen johdosta arkisto lienee käytännöllisintä tallettaa optisille levyille.

Kokeiden hallinnan tietojärjestelmä KOTKA

Toimiva koerekisteri mahdollistaa aineistojen hyödyntäminen useammassa tutkimuksissa. Koerekisteri on linkki tutkimussuunnittelun, paikkatiedon ja mittauksien välillä. Se on myös oleellinen tietolähde niille ulkopuolisille organisaatioille, joiden mailla on laitoksen koealoja.

KOTKA-järjestelmän keskeiset rekisterit kattavat

- kokeet,
- koealat,
- käsittelyt ja
- koejärjestelymenetelmät.

Järjestelmän avulla voidaan

- hakea tietyllä alueella olevat koealat,
- tarkastella niiden mittaus- ja koejärjestelyyn liittyviä tietoja,

- tarkastella koealojen laskentatuloksia,
- suunnitella koe tietylle alueelle karttapohjalle,
- tarkastella laitoksen maille kokeiden perustamiseksi tehtyjä suunnitelmia,
- saada tukea sopivan koejärjestelyn valitsemiseksi ja
- löytää jo aiemmin perustetut kokeet ja mittaustulokset, jotka voitaisiin hyödyntää uudelleen.

Kokeet voivat olla myös laboratoriossa tehtyjä, jolloin paikkatietoa ei käytetä.

Mittaustietokantajärjestelmä MITKA

Mittaustietojen hallintaa on kuvattu jo kohdemallin yhteydessä luvussa 312. MITKA on järjestelmä, joka koostuu toimintayksikkö- ja projektikohtaisista mittaustietokannoista. Nämä toteutetaan saman arkkitehtuurin pohjalta, mutta erillisinä. Kaikki laitoksessa mitattavat ominaisuudet ja objektityypit kuvataan kuitenkin yhteisessä tietohakemistossa (METKA-järjestelmä), mikä parantaa tietojen yhteiskäytön edellytyksiä.

Kohdemallissa MITKA on normalisoitu viidenteen normaalimuotoon, jotta se olisi riittävän yleinen kuvaamaan kaikki mittaustapahtumat. Tämä mahdollistaa myös sen, että ominaisuudet voidaan kuvata erillisessä käsittehakemistossa. Käytännön toteutuksessa eri tietokantoja rakennettaessa on todennäköisesti syytä denormalisointiin, jotta järjestelmän tehokkuus ei kärsisi.

MITKAn sovellukset kattavat tietokantoihin liittyvän normaalin tapahtumankäsittelyn, kuten tietojen tallennuksen, tarkistuksen, korjauksen, lajittelun, lukemisen ja poiston. MITKasta on ehdottomasti oltava suora yhteys laitoksessa käytettävään tilastollisen analyysin ohjelmistoon siten, että tietojen muokkaus tapahtuu tietokannassa eikä sen ulkopuolella.

Laboratorio- ja näytetietokantajärjestelmä LABTI

Laboratorion tietojärjestelmä muistuttaa mittaustietokantajärjestelmää ja liittyy läheisesti tähän, mutta mitattavan objektin asemasta ydinkohde on näyte. Tämä useimmiten liittyy metsässä olevaan mitattavaan kohteeseen kuten koalaan. Näytteen mittaustulos kiinnitetään näytteen kautta mitattavaan objektiin. LABTI:n muut taulut käsittelevät:

- analyysimetodeja,
- mittaustapahtumia ja -välineitä,
- mittaustapahtumien laadunvalvontaa ja
- näytteiden varastointia.

LABTI tarjoaa samat peruspalvelut kuin MITKA, mutta lisäksi se kattaa:

- näytevaraston valvonnan,
- mittausvälineiden varastonvalvonnan ja erityisesti
- mittauksen automatisoinnin.

Laboratorion mittauslaitteiden tiedonkeruun automatisointi vaatii oman sovelluksensa. Ei ole tarkoituksenmukaista hankkia jokaisen mittauslaitteen kanssa erillistä mikrotietokonetta, vaan tavoitteena tulee olla ohjata laboratoriolaitteita yhdeltä monen käyttäjän tietokoneelta, joka sisältää myös itse näyte- ja mittaustietokannat.

Biologian ja metsätuhojen tietojärjestelmä METBIO

Metsätuhotietoa laitokseen kerätään:

- metsän terveydentilan kartoituksissa,
- valtakunnan metsien inventoinneissa,
- tutkimushankkeissa ja niiden maastoinventoinneissa,
- tuhorekisterin kyselyjen kautta sekä
- satunnaisten tuhotapausten konsultoinnin yhteydessä.

Näiden lisäksi samantapaista biologista peruskartoitusta tehdään laitoksen hallinnassa olevilla luonnonsuojelualueilla.

Bioottisten tuhojen suhteen on kyseessä kahden mitattavan objektin, puun ja tuhoniheuttajan välinen suhde, joka noudattaa omia lainalaisuuksiaan. Esim. tietty tuho esiintyy vain tietyssä puulajissa. Ilman huomattavaa monimutkaistamista mittaustietokannan ilmaisuvoima ei riitä tämän suhteen kuvaamiseen. Sen vuoksi nämä tiedot, jotka nojautuvat erilaisiin biologisiin luokituksiin on syytä tallettaa erikseen omaan tietokantaansa, jotta tietokantaan voidaan rakentaa malli itse luonnon kohteista. Tällainen syvän rakenteen luominen tietokantaan tapahtuu objektipohjaisen tietorakenteen ja pitkälle menevän normalisoinnin avulla.

Puumarkkinoiden seurannan tietojärjestelmä PUUMA

PUUMA on nykyisin selväpiirteinen informaatiojärjestelmä. Operatiivista perusdataa PUUMAan ei kerätä, vaan ulkopuoliset organisaatiot toimittavat sinne valmiiksi summattua tilastotietoa, jonka varastona PUUMA toimii. Puuman sisältää nykyään tietoja:

- leimausmääristä,
- leimaustilauksista,

- raakapuun ostomääristä ja hinnoista,
- markkinahakkuista ja niiden työvoimasta,
- raakapuun ulkomaankaupasta,
- metsäteollisuustuotteiden viennistä,
- raakapuuvarastoista,
- metsäveroperusteista,
- raakapuun kaukokuljetuksista ja
- metsänhoito- ja perusparannustöistä.

PUUMA-järjestelmä on syntynyt tilastotiedon käyttäjien neuvottelujen tuloksena (Puumarkkinoiden... 1988). Siihen liittyviä tuloksia julkaistaan Puumarkkinatiedotteissa ja Metsätilastotiedotteissa, joita ilmestyy vuodessa yhteensä noin 100 kpl. Puumarkkinoihin liittyvää puunkäyttö- ja poistumatilastoa laaditaan nykyään PUUMA-järjestelmän ulkopuolella.

PUUMAA sivuavaa tietoa kerätään toiseen kertaan metsäverotuksen valmistelua varten. Puunostajat joutuvat lakisääteisesti tätä varten antamaan Metsäntutkimuslaitokselle tiedon keskimäärin maksamistaan puun hinnoista. Laitoksella on oikeus tarkistaa perustiedoista, että keskiarvot pitävät paikkansa. Lisäksi osittain samoja tietoja kerätään erilaisia tutkimuksia varten.

Jatkossa PUUMAN informaatiotietokannan tehtävät siirretään alla kuvattavan metsäsektorin informaatiokannan METINFO:n tehtäväksi. PUUMA rakennetaan uudestaan siten, että sinne pyritään kokoamaan perusdataa metsien käytöstä ja puukaupasta. Tämä edellyttää neuvotteluja ja yhteisten etujen löytämistä tietoa tuottavien tahojen kanssa. Perusdatan käyttö edellyttää ankaraa tietosuojaa. Sen avulla saadaan merkittäviä etuja:

- moninkertainen tietojen keruu vähenee,
- metsien käyttöä koskevat tiedot tarkentavat metsävaratietojen laskentaa ja
- palvelut monipuolistuvat, kun tietojen yhdistely uusiin tarkoituksiin tulee mahdolliseksi.

Kiinteistöjen hallinnan tietojärjestelmä KIHITI

Tämä järjestelmä pitää sisällään kiinteistötietojen ylläpidon ja niihin kohdistuvat perustoimenpiteet. Raportointiin kiinnitetään toteutuksessa erityistä huomiota. Järjestelmän on oltava yhtenevä maanmittaushallituksen kiinteistörekisterin kanssa ja täydennettävä sen tietosisältöä mm. rasitteiden, oikeuksien ja vireillä olevien toimitusten suhteen.

Rakennushallituksessa pidetään yllä rakennusrekisteriä, jonka käyttöä jatketaan. KIHITI:iin sisällytetään myös nautintaoikeuksien ja vuokraustoiminnan järjestelyä tukevat sovellukset.

Luonnonvarojen käytön suunnittelun tietojärjestelmä LUOTI

LUOTI on laaja kokonaisuus, jonka tarkoitus on palvella laitoksen omien metsien ja luonnonsuojelualueiden käytön suunnittelua ja seurantaa. Pitkällä aikavälillä LUOTI:sta pyritään kehittämään viimeisimmän tutkimustiedon sisältävä operationaalinen metsätietojärjestelmä, joka on myös myyntiartikkeli laitokselle.

Luonnonvarojen käytön suunnittelu alkaa paikkaan sidotun tiedon hankkimisesta tutkimusalueiden paikkatietojärjestelmästä. Tämä LUOTI:n ensimmäinen sovellus ylläpitää suunnittelun ja toteutuksen tarvitsemat tutkimusmetsien perustiedot laskettuna kuvioittain ja rasteripohjalla. Perustiedot kattavat mm.:

- puustotiedot,
- kasvupaikkatiedot,
- metsien aikaisemmat käsittelyt,
- riistan elinympäristöt,
- kalavedet,
- uhanalaisten lajien elinympäristöt,
- virkistysarvoluokituksen ja
- koetoiminnan ym. aluevaraukset.

Järjestelmästä on yhteys kokeiden hallinnan tietojärjestelmään ja METBIO:n biologiseen kartoitustietoon. Sovellus toteutetaan GIS-pohjaisena PATI:n rutiinien avulla.

LUOTI:n ensimmäinen suunnittelu-sovellus kattaa strategisen suunnittelun tason. Siihen kuuluu:

- tavoitteiden asettaminen alueiden käytölle,
- maankäyttömuotojen aluevaatimusten yhteensovittaminen sekä
- varaukset koetoimintaan ja sen vaatimat painotukset metsien käsittelyyn eri alueilla.

Tämä sovellus toteutetaan GIS-pohjaisena päätöstukijärjestelmänä.

LUOTI:n toinen suunnittelu-sovellus kattaa taktisen metsätalouden suunnittelun. Sen vaiheet ovat:

- käsittelyvaihtoehtojen tuottaminen,
- vaihtoehtojen vertaamisen ja
- jonkun vaihtoehdon valitseminen.

Tämä sovellus muokataan MELA-järjestelmästä (ks. luku 324).

LUOTI:n kolmas sovellus tukee edellä laadittujen suunnitelmien toteutusta. Sen osia ovat:

- puun korjuun sovellus, joka tukee työmaasuunnittelua ja resurssien allokoointia;

- puun tuottamisen sovellus, joka pitää kirjaa ja tuottaa tietoja metsänhoidollisten ja perusparannukseen liittyvien toimenpiteiden toteutuksesta ja seurannasta sekä kokeiden perustamisesta;
- puun myynnin ja varasto- ja valvontasovellus, jonka avulla pidetään kirjaa puutavaravarastoista ja valvotaan puun kuljetuksia.

LUOTI:ssa on myös sovellukset monikäytön tarvitsemien toimenpiteiden suunnittelua ja seurantaan varten.

Metsänjalostuksen tietojärjestelmä JALTA

Metsänjalostuksen tietojärjestelmän keskeiset tiedot kattavat:

- kantapuut,
- alkuperät,
- siemenerät,
- siemenviljelykset,
- kloonikokoelmat ja
- koeviljelykset.

Viimeksi mainitun taulun kautta on pääsy kokeisiin, mittaustietoihin ja laskettuihin tietoihin.

Em. tauluja ja niiden avulla tavoitettavia tietoja käsitellään sovelluksilla, joilla voidaan mm.:

- hakea eri puiden emot ja alkuperätiedot,
- laskea ja vertailla eri alkuperien menestymistä eri oloissa ja
- laskea jalostushyöty.

Taimituotannon tietojärjestelmä

Tätä järjestelmää tarvitaan laitoksen taimitarhoilla. Se voidaan toteuttaa metsähallituksen (1989c) vastaavan järjestelmän osana.

323. Informaatiojärjestelmät

Metsäntutkimuslaitos tuottaa operationaalista perusdatasta uusia tietoaaineistoja yhdistelemällä ja laskemalla. Seuraavassa on kuvattu ne informaatiojärjestelmät, jotka perustuvat johdettuihin tietoihin.

Koealojen peruslaskennan tietojärjestelmä KPL

Koealatiedoilla ja mittaustiedoilla on monta käyttöä. Yksi tärkeimmistä on metsikkötunnusten laskeminen, joka merkitsee pinta-alaa kohti laskettujen puustotunnusten estimointia mittaustiedoista. Tähän käytetään kasvupaikan kuvausta sekä puita ja puustoa kuvaavia malleja. Tulokset talletetaan laskettujen tulosten tietokantaan. KPL on perustana muille laajemmille sovelluksille.

VALMETTI -tietojärjestelmä

Valtakunnan metsien tilan seurantajärjestelmän tiedonhallinta nojautuu perustietoihin, jotka on kerätty

- paikkatietoytimeen (PATI),
- ympäristö- ja kaukokartoitusmateriaalien arkistoon (MYKKA),
- koealatietokantaan (KOTKA),
- mittaustietokantaan (MITKA),
- näytetietokantaan (LABTI) ja
- biologian ja metsätuhojen tietokantaan (METBIO).

VALMETTI -tietojärjestelmä laskee metsien tilaa koskevia tietoja erilaisten tilausten pohjalta. Tässä käytettävät sovellukset ovat:

- tietotarpeen ja informaatiokannassa valmiina olevan tiedon vertailu,
- metsää kuvaavien tietojen laskenta alueittain,
- suuralueen metsävaratietojen laskenta myös satelliittikuvien avulla,
- metsävaratietojen ajantasaistaminen ja
- metsien kehitystä koskevien ennusteiden ja vaihtoehtojen laatiminen.

Näiden avulla VALMETTI tuottaa informaatiokantaan metsien tilaa koskevat tiedot. Usein tarvittavat tiedot tuotetaan VALMETTI:n informaatiokantaan heti mittaustietojen valmistuttua ja ne ovat myös ulkopuolisten asiakkaiden selattavissa tilastoina tai GIS-näkymien avulla. Metsävaratietoja on saatava asiakkaiden käyttöön tietojärjestelmästä myös sellaisenaan. Tietoja voidaan jakaa myös CD-ROM levyillä.

Satelliittikuvien käyttö on keskeinen osa metsää kuvaavien tietojen johtamisessa. Niiden avulla tiedot voidaan johtaa hyvinkin pienille alueille, joista ei muuten olisi riittävästi mittaustietoa kerättyä. Tämä edellyttää, että satelliittikuvien kalibroiintiin on käytettävissä muitakin tietoja kuin vain tätä varten kerättyä maastomittaustietoa. Koealojen mittaustietojen saanti laitoksen eri tahoilta ja jopa käytännön metsäorganisaatioilta voi osoittautua tässä tarpeelliseksi.

Metsäsektorin informaatiojärjestelmä METINFO

Tämä informaatiojärjestelmä muodostetaan vähitellen metsätilastollisen vuosikirjan rinnalle. Vuosikirjaa kehitetään esitysgrafiikan suuntaan ja sen tietovaraston rooli siirretään METINFO:lle. Vuosikirjaan tulostetaan vain osa METINFO:n tiedoista, jotka ovat päätteeltä selattavissa ja älykkään käyttöliittymän kautta haettavissa.

Täydellisempiä tietoja laskettuna alueittain ja ajan suhteen taannehtivasti voidaan toimittaa käyttäjille vuosikirjan liitteenä olevalla tai erikseen myytävällä CD-ROM levyllä. Myös tietokannan suorakäyttö ulkopuolisille asiakkaille toteutetaan. Järjestelmä sijaitsee laitoksen omalla laitteistolla, jotta sen kehittämistyö voidaan helpommin integroida muuhun tutkimus- ja tietojärjestelmien kehittämistyöhön.

Eräitä METINFO:on valmiiksi tuotettavia tietoja ovat:

- metsävaratiedot ja niiden kehitystä kuvaavat vaihtoehdot,
- metsän terveydentilaa ja tuhoja koskevat tiedot ja ennusteet,
- metsähoito- ja perusparannustiedot,
- puun hintatiedot,
- metsäveroperusteita koskevat tiedot sekä
- puumarkkinoiden ja metsäteollisuustuotteiden kaupan suhdannekatsaukset.

METINFO:n tiedot tuotetaan operatiivisesta perusdatasta, erityisesti PUUMA:sta, mutta myös muista tietokannoista. Näitä tietoja tulee voida paikkatiedon avulla yhdistellä myös käyttäjien toimesta. METINFO:n palveluita markkinoidaan myös maanmittaushallinnon paikkatietohakemiston avulla.

Dokumenttien ja raporttien informaatiojärjestelmä DORIS

Tutkimustoiminnan tuloksena syntyy suuri määrä erilaisia raportteja ja dokumentteja. Näiden saantia voidaan edistää kahdella tavalla:

- laaditaan niistä tietokanta, jossa kuvataan mistä po. dokumentti on saatavana ja/tai
- talletetaan itse dokumentti elektroniseen muotoon tekstitietokantaan.

Edellinen tehtävä on kirjasto- ja arkistotoimen vastuulla. Jälkimmäiselle voidaan laatia oma informaatiojärjestelmänsä. Tällaisen tekstitietokannan hallintaan ei käytetä relaatiotietokantaa, vaan siihen tarvitaan hypertekstijärjestelmä. Jakelu hoidetaan mm. METINFO:n yhteydessä CD-ROM levyllä.

DORIS on informaatiokanta, johon kootaan laitoksen kaikki:

- tutkimukset ja raportit tekstimuotoisena,
- niihin liittyvät kuvat elektronisessa muodossa ja
- keskeisiä kuvamateriaaleja digitoituna.

Myös tietoaaineistojen dokumentaatio käyttäjiä varten voidaan hoitaa tämän tietojärjestelmän kautta. Omiin tietovarastoihinsa sijoitetaan:

- tietohakemistot,
- tietokantojen käyttöohjeet ja
- ohjelmistojen dokumentaatio.

Metsäntutkimuksen johdon tietojärjestelmä JOHTI

Tähän tietojärjestelmään tuotetaan yhteenvetotietoa laitoksen tuloksellisuuden kehittymisestä, projektien edistymisestä, resurssien käytöstä, julkisuudessa esiintyvistä tietotarpeista ja uutisista, tieteellisissä sarjoissa ulkomailla esiintulevista teemoista, jne. Järjestelmää käytetään tietotaustana laitoksen johtamisessa ja ulkoisessa esittelyssä.

324. Mallit ja asiantuntijajärjestelmät

Metsäntutkimuslaitoksen asiantuntemuksen esittäminen tietojärjestelmien muodossa on verraten uusi ilmiö. Tähän ryhmään kuuluvat erilaiset mallit, ohjelmakirjastot, suunnittelujärjestelmät, päätöstukijärjestelmät ja asiantuntijajärjestelmät. Tällaisten järjestelmien arvo tutkimustiedon välittäjinä on suuri ja ne on syytä ottaa näkyvästi huomioon laitoksen tietojärjestelmästrategiassa. Seuraavassa luetellaan toistaiseksi olemassa olevat tai rakenteilla olevat järjestelmät.

Metsätalouden suunnittelun järjestelmä MELA

MELA (Siitonen ym. 1983) on maassamme laajasti käytössä oleva metsätalouden suunnittelujärjestelmä. Se perustuu metsävaratietoihin ja niihin sovellettuihin simulointi- ja optimointimenetelmiin MELA:n edelleenkehittelyä jatketaan tekemällä siitä tuote, jota voidaan markkinoida metsävaratietojen mukana.

Metsänviljelyn päätösketjujen suunnittelujärjestelmä VILJO

Metsänviljelyn vaihtoehtojen vertailuun on Parviaisen ym. (1984) tekemä ohjelmisto VILJO. Tämäkin järjestelmä on käytössä erityisesti yksityismetsätaloudessa. VILJOn kehittelyä tulee jatkaa asiantuntijajärjestelmän suuntaan tavoitteena suurempi joustavuus ja liitännät käyttävän organisaation paikkatietokantaan.

Metsää kuvaavat mallit ja metsikkösimulaattori

Laitoksessa on laadittu huomattava määrä erilaisia metsää kuvaavia malleja. Näistä muodostettavalla ohjelmakirjastolla on runsaasti käyttäjiä. Mallien keskeinen osa tulisi koota ns. metsikkösimulaattoriksi. Järjestelmän tulee perustua yksittäisiin puihin ja spatiaaliseen dataan, jotta sen avulla voidaan tutkia erilaisen rakenteen omaavien metsien eri käsittelyvaihtoehtoja.

Integroitu metsän terveydentilan tietojärjestelmä

Tällä hetkellä ei ole käytettävissä kattavaa valikoimaa malleja, joilla voidaan vastata kysymyksiin, mitä tapahtuu metsien terveydentilassa, kun laskeumat tai ilmastonmuutos tunnetaan. Vastavaat mallit biottisten metsätuhojen aiheuttamista tuhoista ovat myös harvinaisia. Ilman malleja ja niihin integroitua perusdataa ennusteita metsän terveydestä ei kuitenkaan voida laatia.

Integroitu metsän terveydentilan tietojärjestelmä koostuu osista, jotka ovat:

- perustietojen kerääminen paikkatietojärjestelmästä,
- abiottisten prosessien mekanismit ja mallit (IIASA:n RAINS),
- tuhon tunnistaminen (TUHOMIES),
- tuhon dynamiikan ennustaminen,
- puun kehityksen ennustaminen (metsikkösimulaattori),
- puun vastustuskyvyn ja tuho vaikutuksen mekanismit ja mallit,
- torjuntavaihtoehtojen selvittäminen,
- hyöty/kustannusanalyysien tekeminen ja
- päätökset toimenpiteistä.

Tällä hetkellä laitoksessa on tekeillä metsätuhojen tunnistamiseen tarkoitettu multimedia-asiantuntijajärjestelmä TUHOMIES. Se on tarkoitettu kentälle metsätuhojen tunnistamisen ja koulutuksen apuvälineeksi. Järjestelmä tunnistaa sääntöjen avulla ja käyttäjältä tuhokohteen tietoja kyselemällä noin sata tärkeintä biottista ja abiottista tuhoa. Siihen liitetään myös kuvatietokanta, johon digitoidaan diakuvia metsätuhoista. Laitoksessa tehdään paljon työtä metsätuhojen perusmekanismien selvittämiseksi, mutta myös niitä kuvaavien mallien rakentaminen tulisi aloittaa, jotta päätösorientoitunut integroitu metsän terveydentilan järjestelmä saataisiin aikaan.

Integroitu metsänparannuksen tietojärjestelmä

1960-70 lukujen metsänparannuskohteet ovat tulossa ikään, jossa täytyy tehdä päätöksiä jatkotoimenpiteistä ja tulosten turvaamisesta. Näiden päätösten tueksi

tarvitaan asiantuntijajärjestelmä, joka tutkimustietoon perustuviin sääntöihin nojaten suosittelee toimenpiteitä. Järjestelmän tulee voida hallita tilanteet, jossa on useita erilaisia toimenpiteitä ja työkohteita yhdessä kokonaisuudessa. GIS-pohjaisella järjestelmällä voidaan myös suunnitella uudet ojat ja tiet suoraan näyttöruudulla näkyvälle karttapohjalle CAD:in tapaan. Järjestelmän rakentaminen tulisi aloittaa mahdollisimman pian.

33. Metsäntutkimuslaitoksen tietotekniikan soveltamisen vaihtoehdot ja edullisuusvertailu

Tietotekniikan soveltamisella Metsäntutkimuslaitoksessa tavoitellaan tuloksellisuutta tutkimustyössä, hallinnossa ja palveluissa. Tutkimuksessa tietotekniikka on jo mahdollistanut tehtäviä, joita ilman tietokoneita ei voitaisi lainkaan suorittaa. Näin määriteltynä tietotekniikan soveltamisen vaikutus metsäntutkimuksen tuloksellisuuteen jää laadulliselle tasolle. Markkamääräisiä hyötyjä tietotekniikan soveltamisen hyödyistä ei ole voitu osoittaa (vrt. Taipale ym. 1989). Tietotekniikka-hankkeet eivät saa kuitenkaan jäädä irralleen laitoksen muista tuloksellisuuspyrkimyksistä, vaan niiden vaikutukset on kohdistettava edistämään määrättyjä tavoitteita. Valtiovarainministeriön (1989) tietotekniikan edullisuus selvityksistä antamat suuntaviivat ovat tässä suhteessa keskeisiä.

Tietotekniikan hyväksikäytöllä Metsäntutkimuslaitoksessa tavoitellaan:

- tietoaineistojen laajaa ja toistuvaa hyväksikäyttöä metsäntutkimuksessa,
- tietojen yhdisteltävyyttä ja eri tutkimushaarojen yhteistyötä,
- parempaa ulospäin suuntautuvaa tietopalvelua luonnonvarojen käyttöä koskevan päätöksenteon tueksi,
- tehokkaampaa ja monipuolisempaa tutkimusaineistojen analysointia ja
- tutkimushallinnon tehokkuutta ja parempaa tutkimussuunnittelua.

Vaihtoehtoa tietotekniikan laajamittaiselle hyväksikäytölle metsäntutkimuksessa ei ole, mutta sen intensiivisyydestä voidaan tehdä suuntapäätöksiä. Työryhmä on ideoinut tietojärjestelmien kehittämiseksi kolme eri intensiivisyydestä, joiden kustannustasot ja vaikutukset hahmotellaan seuraavassa.

331. Tutkijan tietoasema-vaihtoehto

Tämä vaihtoehto jatkaa metsäntutkimuksen nykyisellä yksilökeskeisellä linjalla. Siinä tutkijoille pyritään järjestämään luova tutkimusympäristö ja sen vaatimat välineet sekä kaikki mahdollinen vapaus tuloksen tekemiseen ja yksilöllisten tietotekniikkasovellusten kehittämiseen. Tietoaineistojen keräämistä ja talletusta ei

ohjeisteta. Hallinnolla on omat tutkimuksesta erilliset järjestelmänsä. Tuloksellisuustiedot, kuten julkaisut ja esiintymiset, kerätään tietojärjestelmään.

Tietojärjestelmäarkkitehtuuri on nykyisen kaltainen koostuen keskikokoisesta keskuskoneesta, muutamasta osastokoneesta, palvelimesta ja mikroista. Lähiverkkoja tarvitaan lähinnä tulostuslaitteiden yhteiskäyttöön ja elektroniseen postiin. Keskuskoneiden palvelutaso ei riitä tietokantojen kehittämiseen, joten keskenään kilpailevat tutkimusryhmät suunnittelevat omat ratkaisunsa mikro- ja työasemaverkkoon.

Tietohallintoa johdetaan pienestä atk-toimistosta käsin, joka keskittyy käytönjärjestelyyn ja hallinnon järjestelmien kehittämiseen.

Kustannuksiltaan tämä vaihtoehto vastaa nykyistä:

- Keskuslaitteet ja verkot	1 Mmk /v
- Henkilökohtaiset työasemat	3 Mmk /v
- Käyttömenot ja ohjelmistot	4 Mmk /v
- Atk-henkilöstön määrä	10 henkilötyövuotta ja 1% laitoksesta

Vaikutuksista voidaan luetella seuraavat:

- Alkuperäistutkimusten määrä lisääntyy vapauden ja tuloksellisuuden seurannan painottamisen johdosta.
- Hallinnon tietojärjestelmiä ei saada kehitettyä henkilöresurssien puutteen vuoksi.
- Keskeisten tietokantojen rakentaminen on hidasta henkilöresurssien puutteen ja keskuskoneen tukkoisuuden vuoksi.
- Tietojärjestelmähankkeet eivät valmistu koordinaation ja suunnittelun ongelmien takia.
- Datan ja mallien myyminen laitoksesta vaatii poikkeustoimia.
- Informaatiopalvelu toimii, mutta sen tietojen yhdistäminen laitoksen muihin aineistoihin vaatii poikkeustoimia.

332. Kehittämisen ja suunnittelun integraativaihtoehto

Tämä vaihtoehto eroaa edellisestä siinä, että perustetaan voimakas organisaatioyksikkö hoitamaan suunnittelua, seurantaa ja tietojärjestelmäkehitystyötä. Laitoksessa hyväksytään asemakaavaan verrattava strateginen tietojärjestelmäsuunnitelma, jota ryhdytään järjestelmällisesti toteuttamaan. (Metsähallituksen tietohallintostrategia muistuttaa tätä vaihtoehtoa). Tietojärjestelmät otetaan avainasemaan kehittämistyössä.

Organisaatiokulttuuria kehitetään ryhmätyötä kannustavaksi. Tutkimushallinnon tietojärjestelmiä kehitetään ja tutkimusryhmät saavat parempaa tietoa projektiansa resursseista ja muiden projektien aineistoista ja suunnitelmista. Johdolle kehitetään oma tietojärjestelmä. Informaatiotietokantojen kehittämiseen kiinnitetään huomiota tavoitellessa hyvää ulkoista palvelutasoa. Laitoksessa käytetään vain standardiohjelmistoja.

Arkkitehtuuri on tietoliikennepainotteinen, mutta edellisen kaltainen. Mikrotietokoneet ovat kaikkien henkilöiden käytettävissä tutkimusalueita myöten.

Kustannuksiltaan tämä vaihtoehto ei eroa paljoa edellisestä:

- | | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| - Keskuslaitteet ja verkot | 2 Mmk /v |
| - Henkilökohtaiset työasemat | 4 Mmk /v |
| - Käyttömenot ja ohjelmistot | 5 Mmk /v |
| - Atk-henkilöstön määrä | 20 henkilötyövuotta ja 2% laitoksesta |

Vaikutukset ovat kuitenkin huomattavasti tuntuvammat kuin edellä:

- Alkuperäistutkimusten määrä lisääntyy ryhmätyön ja tuloksellisuuden seurannan painottamisen johdosta.
- Hallinnon tietojärjestelmät kehitetään ja niiden avulla saadaan aikaan verraten hyvä integraatio.
- Laitoksen strateginen johtaminen terävöityy.
- Keskeisten tietokantojen rakentaminen on hieman nopeampaa kuin edellisessä vaihtoehdossa, mutta silti henkilöresurssien puute ja varsinkin keskuskoneen tukkoisuus johtavat puutteellisiin tietojärjestelmiin ja pitkiin projekteihin.
- Datan ja mallien myyminen laitoksesta on suunniteltua, mutta aineistot karttavat hitaasti.
- Informaatiopalvelu toimii, mutta sen tietojen yhdistäminen laitoksen muihin aineistoihin on ongelmallista.
- Koulutusta tehostetaan, mikä nostaa tuottavuutta.

333. *Luonnonvarasektorin tietopankki-vaihtoehto*

Tämä vaihtoehto on toteutustavaltaan edellisen kaltainen, mutta sillä on pitempi tähtäin ja painotus metsää ja muita uudistuvia luonnonvaroja kuvaavan tietoa-aineiston kartuttamisessa. Laaja-alainen visio on luonnonvaratietopankki ja monitavoitteinen luonnonvarojen käytön suunnittelu. (Ympäristötietokeskus noudattaa tämän kaltaista strategiaa). Kehittämistyötä tehdään tutkimushallinnon järjestelmien toteuttamiseksi, mutta pääasiaksi nostetaan metsien tilan seuranta ja ennustaminen.

Arkkitehtuuriltaan tämän vaihtoehdon vaatimat tietojärjestelmät ovat kahdesta edellisestä selvästi poikkeavat siinä mielessä, että laitoksella on suuritehoisten keskustietokoneiden verkosto ja runsaasti atk-henkilökuntaa paitsi tietohallinnossa myös tutkimusyksiköissä. GIS-järjestelmien tarjoamat mahdollisuudet johdattavat eri tutkimusryhmät yhteistyöhön laitoksen sisällä ja erityisesti ulkopuolisten tahojen kanssa.

Kustannuksiltaan tämä vaihtoehto on selvästi edellisiä kalliimpi:

- Keskuslaitteet ja verkot 7 Mmk /v
- Henkilökohtaiset työasemat 5 Mmk /v
- Käyttömenot ja ohjelmistot 7 Mmk /v
- Atk-henkilöstön määrä 20 henkilötyövuotta ja 2% laitoksesta
- Tutkimusyksiköiden atk-henkilöstön määrä suurempi kuin muissa vaihtoehtoissa.

Vaikutukset ovat samantapaiset kuin edellä, mutta kohdistuvat myös tietoaineistoihin ja ulkopuolisiin organisaatioihin:

- Alkuperäistutkimusten määrä aluksi laskee pitkän tähtäimen rakentamistyöhön investoitaessa, mutta myöhemmin lisääntyy ryhmätyön ja tuloksellisuuden seurannan painottamisen johdosta.
- Hallinnon tietojärjestelmät kehitetään ja niiden avulla saadaan aikaan verrattain hyvä integraatio.
- Laitoksen strateginen johtaminen vahvistuu ja yhteiskunnallinen asema tietoaineistojen tuottajana kasvaa.
- Laitoksella olevien keskuskoneiden kapasiteetti riittää laajojen tietokantojen käsittelyyn, minkä johdosta
- keskeiset tietokannat saadaan kuntoon muutamassa vuodessa.
- Laitoksen toimintayksiköiden yhteistyö tehostuu yhteisten tietoaineistojen kautta.
- Datan ja mallien myyminen laitoksesta on suunniteltua ja tuottaa suuren osan laitoksen tuloista. Uusia tietoihteita kyetään tuottamaan jatkuvasti.
- Informaatiopalvelu toimii ja sen tuloksia voidaan yhdistää laitoksen omiin ja muiden organisaatioiden tietoihin automaattisesti.
- Tietojärjestelmien strateginen hyväksikäyttö edellyttää laajaa koulutusta, mikä nostaa tuottavuutta.

334. Strategian valinta

Työryhmän tehtävä ei ole valita näiden strategoiden välillä, vaan se esittää ne keskustelun pohjaksi. Lopullinen valinta on tehtävä perusteellisen tarkastelun ja laitoksen kokonaisvisioiden muotoilun jälkeen. Koska kyseessä ovat myös verraten

mittavat taloudelliset ratkaisut, oikea päätöksentekotilanne on TTS- ja TMAE-suunnittelun yhteydessä.

Vaihtoehtojen riskien vertailu on vaikeaa, koska ne liittyvät ennenkaikkea johtamiseen, organisaatiokulttuurin muutoksen onnistumiseen ja ulkopuolelta hankittavien resurssien kehittymiseen.

Seuraavassa (kohta 34) esitetyt tietohallinnon osastrategiat ovat siinä määrin yleisiä, että ne mahdollistavat kaikki kolme edellä esitettyä vaihtoehtoa. Niiden painotus on kuitenkin viimeisessä vaihtoehdossa, joka vastaa parhaiten laitokselle annettuja tehtäviä. Ottaen huomioon sen, että viimeisen vaihtoehdon kustannukset ovat laitoksen kokonaismenoista kuitenkin vain marginaalisesti suuremmat kuin muiden, mutta vaikutukset kuitenkin laadullisesti eri kategoriassa, pidämme sitä parhaana vaihtoehtona. Tähän palataan suosituksissa (luku 4).

34. Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinnon strategia

341. Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinnon toiminta-ajatus ja päämäärät

Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinnon toiminta-ajatus on **käyttää ja kehittää tietotekniikkaa laitoksen päämäärien saavuttamiseksi ja toiminnan kehittämiseksi**. Päämääränä on siis edistää asiantuntemuksen, tutkimustulosten sekä inventointi- ja tilastotietojen saattamista niiden henkilöiden ja organisaatioiden käyttöön, jotka tekevät metsiin ja metsätalouteen liittyviä päätöksiä. Käytännössä tämän päämäärän saavuttaminen edellyttää sitä, että tutkimuksella on käytettävissään luovuutta ja tuloksellisuutta edistävä tietotekninen ympäristö ja että laitokseen kertyvät tietoaineistot saadaan organisoi-
tua siten, että niiden saatavuus on hyvä ja tiedon määrä ja laatu kehittyvät jatkuvasti.

Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinnon keskeiset tehtävät voidaan luetella seuraavasti: Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinto ylläpitää laitoksen tietoarkkitehtuuria sekä ohjaa yhteiskäyttöisten perustietokantojen ja -tietojärjestelmien rakentamista ja kehittämistä. Tietohallinto tukee tutkimukseen, hallintoon ja tutkimusalueiden hoitoon liittyviä toimintoja ja osallistuu myös laitoksen toiminnan kehittämiseen. Erityisesti tavoitteena on eri tahoilla kerättyjen tietojen yhdistäminen korkealaatuisen ja kattavan tietämyksen aikaansaamiseksi. Tietohallinto ylläpitää laitoksen keskustietokoneita, niiden ohjelmistoja ja tietoliikenneyhteyksiä sekä tarjoaa tietotekniikkaan liittyvää koulutusta ja neuvontaa. Tietohallinto kehittää ja koordinoi laitoksen ulkopuolelle tarjottavia tieto- ja tietämyspalveluja.

342. Tietohallinnon kriittiset menestystekijät

Tietohallinnon päämäärän saavuttamiseksi ovat seuraavat tekijät kriittisiä (strategiset keinot):

- Tietokoneresurssien on oltava riittävät ja toimivat. Tämä koskee ennen kaikkea prosessorien ja levytilan määrää, käytön jakamista, tietoliikenne-yhteyksien toimivuutta sekä asiantuntevan käyttöhenkilöstön määrää.
- Käytettävissä tulee olla riittävän laadukkaat ja monipuoliset ohjelmistot yleiseen tiedonhallintaan ja paikkatiedonhallintaan sekä tietojärjestelmien, mallien ja asiantuntijajärjestelmien rakentamiseen.
- On aikaansaatuva ja ylläpidettävä tietojärjestelmäarkkitehtuuria, joka kuvaa metsäntutkimusta sekä metsää ja metsätaloutta ja näihin liittyvää päätöksentekoa.
- Perustietokantojen pysyvyys ja tietojärjestelmien kehittyminen tulee turvata niin, että ne ovat jatkossakin käytettävissä ja pystyvät vastaamaan tieteen ja tekniikan edistymiseen.
- Tutkimuksessa tarvittavat tietojärjestelmät on hajautettava käyttäjien ulottuville.
- Tutkimushallinnon tarvitsemat järjestelmät on kehitettävä siten, että ne tukevat tutkimuksen ja hallinnon kommunikointia.
- Tietohallinto tulee organisoida niin, että se tukee edellä mainittuja muita kriittisiä tekijöitä.
- On osoitettava tietohallinnon kehittämisestä saatavat hyödyt (kohta 33).
- Tietohallinto käsitteenä ja strategiana sekä tietohallinnon organisointi täytyy onnistua markkinoimaan laitoksessa ylös-, alas- ja ulospäin (johdolle, käyttäjille ja sidosryhmille) siten, että tietohallintostrategiaan ja sen toteutustapoihin sitoudutaan.

343. Tietohallinnon osastrategiat ja toteutustavat

Toimiva tietohallinto on monimutkainen ja kallis kokonaisuus. Se koostuu monista osista, joiden yhteensopivuus on tärkeää. Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinnon osastrategiat on esitetty seuraavassa.

Tietokantastrategia

Tietokannat rakennetaan yhtenäisen arkkitehtuurin ja käsitteistön pohjalta. Käsitteistöä ja laitoksen arkkitehtuurin kuvauskantaa ylläpidetään keskuslaitteistolla. Mikäli tietoaineisto on ajallisesti tai paikallisesti kattava tai sillä on monia käyttäjiä, tietokanta tai sen osa muodostetaan palvelinkoneelle.

Tietokannan hallintaan käytetään ainoastaan laitoksen tietohallinnon tukemia tietokannan hallintaohjelmistoja. Tietojen pysyvä ylläpitäminen merkkimuotoisissa, erillissovelluksilla käsiteltävissä tiedostoissa ei ole suotavaa. Tiedon muokkauksessa tulee välttää tiedon tarpeetonta monistumista. Tietokannan ylläpitämisessä käytetään paikkatietostandardeja ja laitoksen tietohallinnon tukemia paikkatiedonhallintaohjelmistoja (*GIS*) tietokannan hallintaohjelmiston lisäksi. Näillä tavoitellaan eri tahoilla kerätyn tiedon yhdistämistä.

Kaikelle tiedolle ja jokaiselle tietokannalle on määritelty vastuuhenkilö sekä tietoa hallitseva ja hoitava organisaatioyksikkö. Tiedot ovat laitoksen yhteistä omaisuutta, ja mikäli niiden hyväksikäyttöä tai julkaisua ei ole erikseen aikatauluistettu, tiedot ovat yleensä kaikkien tarvitsijoiden käytettävissä laitoksen sisällä. Tutkimusraporteissa mainitaan tiedon keruuseen merkittävän käsitteellisen tai suorittavan panoksen antaneiden henkilöiden nimet. Yhteiskäyttöisiin tietokantoihin tulevan tiedon keruu otetaan huomioon tuloksellisuutta arvioitaessa.

Laitoksessa ylläpidetään viranomaistehtävien ja luottamuksellisten haastatteluiden tuloksena mittavia aineistoja (puukauppa, ym.), jotka ovat vain asianomaisten tutkijoiden virkavastuulla käytettävissä. Näille tiedoille järjestetään tarpeelliset suojaukset.

Informaatiojärjestelmät ja tietopalvelu

Informaatiojärjestelmällä tarkoitetaan perustiedoista johdettuja tietoja tai valmiina tilastotietona ulkopuolelta kerättyjä tietoja. Mittaustiedot ja johdetut tiedot on talletettava selvästi eroteltuina. Ulkopuolisille organisaatioille tarkoitetut tietokannat ylläpidetään laitoksen keskustietokoneella. Laitoksen keskeiset tietoineistot ovat ulkopuolisten tiedon tarvitsijoiden saatavissa maanmittaushallinnon ylläpitämään paikkatietohakemiston avulla. Informaatiojärjestelmät toteutetaan samoilla tiedonhallintavälineillä ja samojen periaatteiden mukaan kuin perustietokannat.

Laitoksen intressinä on aina hankkia käyttöönsä alkuperäinen data (eikä muualla valmiiksi summattua tietoa) aina kun se on mahdollista. Tämä mahdollistaa tietojen yhdistelyn uusia tutkimushankkeita varten.

Laitoksen kirjasto kehittää tietopalvelutoimintaansa siten, että laitoksen tutkijat voivat työasemiltaan tehdä tietohakuja ulkopuolisiin tietokantoihin. Laitoksen omat julkaisut ja raportit ovat päätteeltä haettavissa ja selattavissa.

Mallien ja tietämysjärjestelmien kehittäminen

Tutkimustieto pyritään koodaamaan yleiskäyttöisiksi malleiksi ja asiantuntijajärjestelmiksi. Tätä varten tietohallinto ylläpitää ohjelmointi- ja ohjelmien kirjastointivälineitä. Yleiset ohjelmistot on määritelty laitoksen tietoarkkitehtuurissa. Tietohallinto ylläpitää kaikkien saatavissa olevia välineitä asiantuntijajärjestelmien kehittämiseksi ja tarjoaa koulutusta ja konsultointia näiden järjestelmien kehittämisestä kiinnostuneille.

Tutkimuksen tukeminen

Tietohallinto ylläpitää luovuuteen ja tulokselliseen työskentelyyn tähtäävää tietojenkäsittely-ympäristöä. Tähän kuuluvat tutkimuksen tarvitsemat tilastollisen analyysin välineet ja ohjelmakirjastot (ks. kohta Ohjelmistot alla).

Toimistotuki ja automaatio

Laitoksen toimintayksiköillä tulee olla valmiudet hoitaa talous-, henkilöstö-, kiinteistö- ja kalustohallinnon tehtävät tietokoneilta käsin. Tietojen toimintayksiköiden ja keskushallinnon välillä tulee toimia siten, että mitään tietoa ei jouduta tallentamaan kahteen kertaan. Tietohallinto vastaa normien asettamisesta toimistoautomaation suhteen.

Kehittämisstrategia ja organisointi

Tietojärjestelmien kehittämistyö tapahtuu tutkimushankkeissa. Tavoitteelliset tietojärjestelmät, jotka on määritelty tässä mietinnössä ja muualla, toteutetaan pieninä osaprojekteina. Osaprojektit otetaan laitoksen työsuunnitelmaan ja rahoitetaan samaan tapaan kuin tutkimushankkeet.

Kehittäminen tapahtuu pääsääntöisesti tietohallinnon ja lopullisen käyttäjän yhteistyönä. Kehittämistyössä tietohallinnon edustaja vastaa siitä, että järjestelmä on yhteensopiva laitoksen muun tietojenkäsittelyn kanssa sekä tuo tarvittavan menetelmällisen asiantuntemuksen projektiin. Projektin päättyessä ylläpitovastuu jää käyttävälle toimintayksikölle. Tietojärjestelmähankeiden toteuttaminen vain yhden toimintayksikön toimesta ei ole suositeltavaa.

Tietohallinto vastaa laitoksen johtamisen ja tutkimussuunnittelun järjestelmien kehittämisestä. Laitoksen tutkimussuunnitelu ja seuranta siirretään tietojärjestelmän avulla suoritettavaksi ja tietotekniikkaa käytetään tutkimuksen ja hallinnon kommunikoinnin ja yhteistyön välineenä.

Metsäntutkimuslaitoksen tietohallinnon ydin on metsäntutkimuksen tietokeskus. Tietokeskusta johtaa atk-päällikkö, joka vastaa resursseista ja hallinnon järjestelmistä. Tietojärjestelmien erikoistutkija vastaa tietojärjestelmien arkkitehtuurista, liittymisestä tutkimukseen sekä kehittämisprojektien organisoinnista. Lisäksi tietokeskuksessa on käyttö- ja suunnitteluhenkilökuntaa. Jokaisessa toimintayksikössä on tietokeskuksen yhteyshenkilö.

Metsäntutkimuksen tietokeskuksen muita toimintoja ovat tai siihen läheisesti liittyvät informaatiotietokantojen ylläpito, tietopalvelu, maksullisen palvelutoiminnan toiminnot, kirjasto- ja julkaisutoiminta, koulutus, menetelmäkonsultointi ja laitoksen yleinen kehittäminen. Tietokeskus on tutkimusjohtajan alainen.

Tietojärjestelmien tutkimusohjelma perustetaan mikäli se organisaatiouudistuksen jälkeen katsotaan tarpeelliseksi. Sitä johtaa tietojärjestelmien erikoistutkija.

Hajautus

Tietojärjestelmien kehittämistehtävä hajautetaan valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaisesti keskusyksikön ulkopuolelle siltä osin kuin se on tarkoituksenmukaista. Tämä merkitsee tietokeskuksen toimintojen ylläpitämistä yhdellä tai kahdella suurimmista tutkimusasemista.

Perustietokannat hajautetaan maantieteellisesti sinne missä tietojen keruu ja ylläpito tapahtuu. Hajautus toteutetaan siten, että yhtenäinen näkymä perustietovarastoon on saatavissa erityisesti keskusyksiköstä käsin. Vastaava hajautettu arkkitehtuuri pyritään toteuttamaan muidenkin aineistojen suhteen silloin, kun se on tarkoituksenmukaista.

Koska laitoksessa on vain yksi arkkitehtuuri mittaustietokannalle, näytetietokannalle, jne., tietokannat ositetaan tarpeen mukaan eri organisaatioyksiköihin, jotta niiden ylläpitovastuut pysyvät selkeinä.

Laitteet

Laitoksessa ei pyritä yhtenäiseen laitekantaan, vaan tavoitteena on ylläpitää heterogeenista ympäristöä, mikä mahdollistaa uusien tutkimustarpeiden nopean huomioonottamisen.

Laitoksessa on 1) suurtietokoneita keskeisten tietokantojen ylläpitämiseen, 2) osasto- ja tutkimusasemien monen käyttäjän koneita paikallisiksi tietokantapalvelimiksi sekä tietoliikenteen solmukoneiksi, 3) mikrotietokoneita ja päätteitä henkilökohtaisiksi työasemiksi, 4) työasematietokoneita vaativiin laskenta- ja erikoissovelluksiin sekä 5) mittauslaitteisiin kytkettyjä analyysi- ja tiedonkeruutietokoneita.

Tietokantojen kehittämisen onnistuminen riippuu paljon siitä, minkälaisen palvelutason tietokoneet tarjoavat. Jotta palvelutaso pysyisi tyydyttävänä, laitoksen on kiinnitettävä erityistä huomiota tietokantapalvelimina toimivien keskustietokoneiden riittävään suorituskykyyn nimeomaan tapahtumankäsittelyssä ja aineiston läpimenossa (*I/O throughput*). Metsäntutkimuksessa kertyvät suuret tietoaaineistot vaativat erittäin suuritehoisia tietokantapalvelinkoneita. Tähän mennessä juuri puuttuvat keskustietokoneet ovat estäneet keskeisten tietokantojen kehittämisen.

Suorituskykyisten laitteistojen lisäksi on tärkeää, että keskustietokoneita ei kuormiteta tehtävillä, jotka voidaan hoitaa halvemmilla laitteilla. Tieteellisen laskennan vaatima laskentateho on saavutettavissa työasematietokoneissa, ja prosessointi pyritään tekemään niissä niin paljon kuin mahdollista käyttäen keskuskoneita vain tietokantojen palvelimina (*client-server* arkkitehtuuri). Tekstin-käsittelyä ym. vuorovaikutteista työskentelyä ei tehdä lainkaan keskuslaitteistolla.

Laitteet hajautetaan sinne missä perustietokannatkin ovat. Tämä merkitsee suorituskykyisten tietokantapalvelinkoneiden ylläpitämistä niillä tutkimusasemilla, joilla on vastuu alueen perustietokannoista.

Ohjelmistot

Metsäntutkimuslaitos noudattaa valtioneuvoston päätöstä avoimista ja laitteistoriippumattomista järjestelmistä. Myös tutkimuksen kannalta tarpeellisen heterogeenisen verkon ylläpitäminen edellyttää laitteistoriippumattomien käyttöjärjestelmien, ohjelmistojen ja avointen tietoliikennekäytäntöjen suosimista. Tietohallinto ylläpitää tietoliikennettä ja verkko-ohjelmistoja.

Laitoksella on standardivälineet tilastollisten analyysien tekoon, tiedonhallintaan, paikkatiedon hallintaan, satelliittikuvien analysointiin ja asiantuntijajärjestelmien kehittämiseen. Tietohallinto pitää yllä näitä standardiohjelmistoja ja pyrkii kohottamaan tutkijan työn tuottavuutta tarjoamalla ne tutkijoiden käyttöön metsäntutkijan työasemassa.

Standardista poikkeavien ohjelmistojen hankinta ei ole kiellettyä, mutta edellyttää neuvottelua tietohallinnon kanssa. Henkilökuntaa kannustetaan uusien ohjelmointimenetelmien ja ohjelmistojen hankintaan ja käyttämiseen, koska nämä tukevat luovaa tutkimustoimintaa. Samalla laitoksen tietohallinto kuitenkin pitää huolen siitä, että standardivälineet ovat kaikkien saatavissa.

Toimistoautomaatiossa ja tietoliikenteessä käytetään yhtenäisiä välineitä koko laitoksessa.

Tietoliikenne

Tietoliikenteen tarkoituksena on yhdistää laitoksen eri yksiköt ja ulkopuoliset organisaatiot. Erityisen laajakaistaisia yhteyksiä vaaditaan keskusyksikön ja niiden tutkimusasemien välillä, joissa ylläpidetään perustietokantoja.

Laitos on osana yliopistojen tietoverkossa (FUNET), kansainvälisissä verkoissa (INTERNET ja EARN/BITNET) sekä valtionhallinnon järjestelmissä.

Koulutus

Tietohallinto tarjoaa koulutusta laitoksen muun koulutuksen osana ja on koulutuspäällikön alainen koulutuksen järjestämistä koskevissa asioissa.

Koulutus kattaa kaikki tuetut tietotekniikan muodot ja niihin liittyvät menetelmät. Metsäntutkijan työasemaan kerättävät standardiohjelmistot saa käyttöönsä henkilö, joka on käynyt näihin liittyvät kurssit.

Tietohallinto järjestää laitoksen johdolle teemapäiviä atk:hon liittyvien asioiden kehittymisestä ja uusista tietotekniikan hyödyntämismahdollisuuksista.

Hankinta

Tietohallinto hankkii keskuslaitteet, toimintayksiköiden yleiskäyttöiset koneet, kalliimmat työasemat, niiden ohjelmistot sekä tietoliikenneväylät. Muutoin hankinta tapahtuu toimintayksiköiden ja projektien toimesta ja varoin. Tietohallinto ohjaa laitteiden hankintaa yhdenmukaiseen ja edulliseen suuntaan.

Markkinointi

Tietohallinto ei pyri kattamaan omia kulujaan palveluiden myynnillä ulos tai sisäänpäin, vaan periaatteena on mitata tuloksellisuutta pitemmän tähtäimen tavoitteiden saavuttamisella ja käyttäjien tyytyväisyytenä.

Laitoksen tilaustutkimusmenettelyä kehitetään siten, että datan, informaation ja ohjelmistojen myyminen tulee joustavaksi ja kannustavaksi. Periaatteena on, että tutkijat markkinoivat tutkimuksiaan tarvitsijoille ja saavat tietohallinnolta tukea järjestelmien ja myynnin toteuttamisessa.

4. TYÖRYHMÄN SUOSITUKSET

Tämän tutkimuksen vaikutukset on tähdätty ajoittuviksi koko 1990-luvulle. Seuraavassa esitettävillä toimenpiteillä on tarkoitus kehittää laitoksen toimintaa ja organisaatiota siten, että se kykenisi suoriutumaan lisääntyvistä ja muuttuvista tehtävistä tietotekniikan soveltamisessa. Haastatteluissa esiintulleiden ongelmien ja tutkimuksen aikana laaditun materiaalin pohjalta työryhmä esittää seuraavia toimenpiteitä:

41. Toimintaa ja organisaatiota koskevat suositukset

1. Laitoksen toiminta-ajatus ja kehittämisen visiot otetaan uudelleen tarkasteltavaksi. Toiminta-ajatus ja laitoksen organisaatiokulttuuri muotoillaan selvästi sektoritutkimuksen ja tietoyhteiskunnan palvelulaitoksen suuntaan pitäen eräänä kantavana visiona luonnonvaratietopankkia ja siihen liittyvää toimintaa.
2. Organisaatiouudistuksen yhteydessä laitokseen perustetaan vahva tietojärjestelmäyksikkö, joka on normaalien tietojärjestelmätehtävien lisäksi vastuussa hallinnon ja tutkimuksen toimintojen yhdistämisestä tietojärjestelmien avulla sekä laitoksen toiminnan ja menetelmien kehittamisestä. Tämä yksikkö on tutkimusjohtajan alainen ja huolehtii tutkimussuunnittelun keskeisistä tehtävistä.
3. Tietopalvelu- ja markkinointitehtävien antamista tietojärjestelmäyksikölle harkitaan.

4. Tietojärjestelmien kehittämiseen siirretään riittävästi henkilökuntaa sekä em. tietojärjestelmäyksikössä että tutkimusyksiköissä.
5. Maastomittaustoiminto ja näytteiden analysointitoiminto ryhmitetään laitoksen toimintayksiköissä omiksi ryhmikseen. Niiden yhteiskäyttöisiä tietokantarakenteita kehitetään.
6. Metsätilaston tuottaminen saatetaan yhteen yksikköön organisaatio-uudistuksen yhteydessä.

42. Tietohallintoa koskevat suositukset

1. Työryhmässä laadittu tietokaava hyväksytään laitoksessa tietojärjestelmäkehitystyön pohjaksi. Siinä määritellyt mittaus-, näyte-, laskenta- ja tilastotietokannat toteutetaan saman arkkitehtuurin pohjalta eri toimintayksiköissä.
2. Laitoksen tietohallinnon strategiaksi valitaan luvussa 333 esitetty vaihtoehto, joka suuntaa toiminnan luonnonvaratietopankkitoimintaan.
3. Työryhmän määrittelemät tietojärjestelmät rakennetaan 1990-luvun aikana.
4. Tilastotiedon tuottamisessa pyritään pääsemään eroon valmiiksi lasketun summätiedon keräämisestä ja hankkimaan laitokselle perusaineistot. Tämä mahdollistaa tietojen paremman yhdistelyn ja paremmat palvelut esim. metsäveroselvityksissä.
5. Atk-työryhmä, jonka pääasiallinen tehtävä eli resurssien jako on muuttunut, lakkautetaan ja tilalle nimitetään tietohallinnon suunnittelu- ja seurantar ryhmä. Työryhmän tehtävä on:
 - metsäntutkimuslaitoksen tietohallinnon strategisen ja taktisen suunnittelun koordinointi,
 - tietojärjestelmätutkimuksessa määriteltyjen ja muiden tietojärjestelmäprojektien käynnistäminen ja seuranta sekä
 - ehdotusten tekeminen laitoksen atk-resurssien suuntaamisesta.

43. Koulutusta ja kehittämistä koskevat suositukset

1. Koulutus otetaan laitoksessa osaksi urasuunnittelua. Laitokseen palkataan koulutuspäällikkö.
2. Tietokantakoulutus otetaan osaksi tutkijan jatkokoulutusta laitoksessa.

3. Laitoksen johdolle, toimintayksiköiden päälliköille ja johtaville tutkijoille järjestetään koulutusta tietotekniikan tarjoamista mahdollisuuksista. Tämä järjestetään säännöllisenä kerran vuodessa pidettävänä kurssina joka kattaa strategiat, arkkitehtuurit, tietokannat, GIS-järjestelmät, tekoälyn, satelliittikuvat, jne. Tietohallinnon edustajille järjestetään koulutusta metsäsektorin strategioista.

4. Projektityöskentelyn koulutus aloitetaan.

5. Laitoksen organisaatiouudistuksen yhteydessä säilytetään yhtenäinen menetelmä tutkijoiden ryhmä erityisesti koulutuksen ja konsultoinnin organisointiin liittyvistä syistä.

44. Suositukset tietojärjestelmäprojektien priorisoimiseksi

Työryhmä suositaa tietojärjestelmien rakentamiseksi taulukossa 2 (seuraava sivu) esitettyä järjestystä. Tärkeysjärjestys perustuu aihepiirin tärkeyteen ja tietojärjestelmien rakentamisen keskinäiseen loogiseen järjestykseen.

Yhteensä kyseessä on työmäärä, joka vastaa lähes sataa henkilötyövuotta. Jos järjestelmät halutaan rakentaa 1990-luvulla, se edellyttää noin 10 täyspäiväisen henkilön irrottamista näihin tehtäviin. Sen lisäksi tarvitaan vielä ao. tutkimusalan asiantuntijoiden osallistumista projekteihin.

45. Jatkoselvitykset

Tietojärjestelmätutkimus johti monien selvittämättömien kysymysten esiintuloon, joista suosituksiin on voitu ottaa vain osa. Työryhmä katsoo tarpeelliseksi lisäselvitykset ja lisätyön seuraavissa asioissa:

1. Tietojärjestelmätutkimuksen tuloksista tiedotetaan sekä laitoksen sisällä että ulkopuolisissa organisaatioissa. Tämän jälkeen päivitetään TTS:n liitteenä oleva tietohallinnon kehittämissuunnitelma.

2. Selvitetään saatavilla olevien GIS-järjestelmien käyttökelpoisuus ja valitaan laitokselle paikkatiedon hallinnan standardiohjelmisto. Mikäli selvitys antaa aihetta, GIS otetaan laajennukseksi jo käytössä olevalle INGRES tietokantajärjestelmälle ja otetaan käyttöön kaikkien paikkatietojärjestelmien perustana. GIS-hankintaprojekti toteutetaan maalissyyskuussa 1990 yhteistyössä metsähallituksen kanssa.

Taulukko 2. Työryhmän erittelemät tietojärjestelmät, niiden vaatimat työmäärät, kokoarvio vuonna 1999 mikäli ne kehitetään luvussa 32 määritellyllä tavalla sekä järjestelmien priorisointiehdotus. Merkinnot: ****=kiireellinen.... *=ei kiireellinen, o=toiminnassa.

JÄRJESTELMÄ	LYH.	PRIOR.	TYÖM. htv	KOKO MB
Operatiiviset tutkimushallinnon järjestelmät:				
Toiminta- ja taloussuunnittelun tietojärjestelmä	TOTTI	**	2	10
Metsäntutkimuksen suunnittelun tietojärjestelmä	MESTI	****	3	100
Tuloksellisuuden seurannan tietojärjestelmä	TSEKA	***	1	100
Projektihallinnan ja ajankäytön tietojärjestelmä	PAKTI	*	2	10
Valtion maksuliikennejärjestelmä ja sen liitännät	VALMA	o	1	50
Henkilöstöhallinnon tietojärjestelmä ja sen liitännät	HELMI	o	1	20
Koulutuksen suunnittelun ja seurannan tietoj.	KOSTI	*	1	10
Asiakirjojen hallinnan ja arkiston tietojärjestelmä	ARKKI	***	2	50
Kalustorekisteri ja työvälinevaraston tietojärjestelmä	KATTI	***	1	10
Tiedotuksen ja kansainvälisten kontaktien tietoj.	TIKKA	*	1	10
Kirjaston tietojärjestelmä	KIRTI	**	2	50
Metsäntutkimuksen tieto- ja käsittehakemisto	METKA	***	3	100
Operatiiviset paikkatietojärjestelmät:				
Paikkatietoydin	PATI	****	3	100
Ympäristö- ja kaukokartoitusmateriaalien arkisto	MYKKA	**	1	20000
Kokeiden hallinnan tietojärjestelmä	KOTKA	***	1	100
Mittaustietojärjestelmä	MITKA	****	2	1000
Laboratorio- ja näytetietojärjestelmä	LABTI	***	2	100
Biologian ja metsätuhojen tietojärjestelmä	METBIO	***	2	300
Puumarkkinoiden seurannan tietojärjestelmä	PUUMA	*o	1	1000
Kiinteistöjen hallinnan tietokanta	KIHTI	**	1	10
Luonnonvarojen käytön suunnittelun tietojärj.	LUOTI	****	12	200
Metsänjalostuksen tietojärjestelmä	JALTA	**o	2	10
Taimituotannon tietojärjestelmä		*	2	10
Informaatiojärjestelmät:				
Koealojen peruslaskennan tietojärjestelmä	KPL	o	1	50
VALMETTI -tietojärjestelmä	VALMETTI	***	5	200
Metsäsektorin informaatiojärjestelmä	METINFO	**	5	200
Dokumenttien ja raporttien informaatiojärjestelmä	DORIS	*	3	200
Metsäntutkimuksen johdon tietojärjestelmä	METJOHTI	*	1	10
Mallit ja asiantuntijajärjestelmät:				
Metsätalouden suunnittelun järjestelmä	MELA	o		10
Metsänuudistamisen suunnittelujärjestelmä	VILJO	**o	2	10
Metsää kuvaavat mallit ja metsikkösimulaattori		o	5	10
Integroitu metsän tervydentilan tietoj. --diagnoosi	TUHOMIES	****o	2	50
-- kokonaisuus		****	10	100
Metsänparannuksen tietojärjestelmä		**	4	20
Yhteensä	34 kpl		n.100	n. 30 GB

3. Asiantuntijajärjestelmäkehittimen hankintaprojekti käynnistetään edellisen jälkeen lokakuussa 1990.

4. Käynnistetään tutkimus, jossa kartoitetaan metsäntutkimukseen ja metsäsektoriin kohdistuvat informaatiotarpeet. Työryhmän informaatiotarpeista tekemä alustava kysely tuotti hyvin vaihtelevan tuloksen, joka ei riitä informaatiokantojen määrittelyn pohjaksi. Tarvekartoituksen tulee kattaa kaikki tiedon tasot: data, informaatio ja päätöstuki. Erityisen tärkeä tämä selvitys on tilastotietokantojen ja metsätilastollisen vuosikirjan kehittämiseksi. Tutkimus tehdään normaalina tutkimushankkeena 1990-1991.

5. Tutkijan tietoaasema -projekti käsittelee em. järjestelmistä ja muista tutkijan perusvälineistä koottavan tietoaaseman rakentamisen mahdollisuuksia. Tavoitteena on kehittää kaikkien saatavissa oleva, tuottava tietotekninen ympäristö, jossa olisi helposti käsillä kaikki laitoksen tietojärjestelmäarkkitehtuurin kulmakivet. Tarkoitus on toteuttaa tietoaarkkitehtuuri tutkijan työympäristössä ja vähentää toimivan työympäristön kokoamiseen kuluva aikaa ja lisätä tuottavuutta. Projekti käynnistetään tutkimushankkeena 1990 tai 1991.

5. TARKASTELU

51. Tietojärjestelmien kehittäminen ja Metsäntutkimuslaitoksen kehittäminen

Tietojärjestelmätutkimukseen kuului laitoksen kehittämiskohteiden kartoitus. Työryhmän työskentely muodostui odotettua raskaammaksi siksi, että toimintojen tietotarpeiden etsintä johtaa koko toiminnan analysointiin ja tietojärjestelmien kehittäminen vastaavasti toiminnan kehittämiseen. Olemassa olevan toiminnan tarkastelu ei yksin riittänyt, vaan toimintoja jouduttiin määrittelemään uudelleen.

Toinen tärkeä havainto oli, että tietojärjestelmillä on yhdistettävä laitoksen eri toimintoja. Tärkein esimerkki tästä on tutkimushallinto ja tuloksellisuuden seuranta. Paikkatiedon avulla tapahtuva tietojen yhdistäminen koaloilta satelliittikuvien kalibrointiin, tai metsän terveydentilan ja metsänuudistamisen tulosten yhdistäminen fyysikaalisen ympäristön kartoituksiin ovat esimerkkejä tutkimuksen vastaavista sovelluskohteista.

Kolmas havainto oli, että tietojärjestelmän integrointia voidaan yksinkertaistaa käyttämällä samoja rakenteita eri tutkimusten ja toimintayksiköiden tietokantoja

muodostettaessa. Käytännössä yleisrakenteen soveltaminen monimutkaistaa yksittäisten järjestelmien rakentamista sovellustasolla, mutta yksinkertaistaa kokonaisuuden perusrakenteen ylläpitoa sekä yhdenmukaistaa erillisten sovellusten käyttöä. Yhtenäistäminen keventää erimerkiksi tietojärjestelmän peruskäyttäjien koulutusta.

Työskentely on ollut kriittistä laitoksen toiminnan ja sen kehittämisen suhteen. Niitä tarkasteltiin perusteellisesti sekä sisäisten että ulkoisten sidosryhmien määrittelemien ongelmien ratkaisemiseksi. Taloudellisessa toiminnassa toimintoja ja organisaatioita kuvaavissa malleissa kehittämistoiminnolla on selvästi osoitettava paikkansa (kuva 8). Tietojärjestelmätutkimuksessa metsäntutkimustoimintaa käsiteltiin tuotantotoimintana eikä kehittämistoimintana. Tutkimus on moniulotteista ja vaativaa eikä tutkimus useinkaan johda itse tutkimustyön kehittämiseen. Paradoksaalisesti tutkimustoiminnan kehittäminen jää usein tekemättä sen vuoksi, että luullaan itse tutkimuksen olevan kehittämistä.

Tietojärjestelmien kehittäminen on jatkossa laitoksen tarjoaman palvelun ohella yhä lisääntyvässä määrin laitoksen toiminnan kannalta keskeinen sisäinen tehokkuustekijä. Sen takia sisäinen kehittämistyö pitää organisoida pysyvästi tutkimushallinnon ja tietojärjestelmien kehittämisen yhteyteen.

52. Tietojärjestelmien kehittämisen tavoite on palvelujen kehittäminen

Usein tuodaan esiin pelkoja, että tietojärjestelmien kehittäminen vie resursseja "varsinaiselta" tutkimustoiminnalta. Tietojärjestelmien kehittämisen pelätään myös riistävän tutkijoilta vapauden. Valjastetaanko luova tutkimustoiminta ja koko laitos tietojärjestelmien palvelijoiksi? Vastakkainasettelu on ymmärettävää, jos niukkoja resursseja joudutaan jakamaan useampiin tarkoituksiin. Toisaalta voidaan kysyä, onko vapaa tutkimustoiminta tähän mennessä ollut niin tuottavaa, että sitä voidaan ohjeistuksella vahingoittaa? Jos tietojärjestelmä palvelee mittaustoimintaa, eikö tietojärjestelmä palvele tutkijoita ja laitoksen asiakkaita? Kaikki nämä kysymykset voidaan palauttaa siihen, mikä on Metsäntutkimuslaitoksen rooli palvelulaitoksena.

Tietojärjestelmäsuunnitelman hyväksymisellä ja määrätietoisella toteuttamisella on enemmän hyviä kuin huonoja puolia. Tietojärjestelmäkaavalla ei yhdenmukaisteta tutkimusta, vaan sillä yhdenmukaistetaan tietohallinnon palvelut. Kyseessä ei ole uusi *Gosplan*, vaan palapeli, jota voidaan koota halutun suuruisissa osissa ja resursseihin mukaan. Mitä useampia paloja on paikallaan, sitä suurempi kuva tutkimustiedon maailmasta saadaan. Edelleen, tietojärjestelmien rakentaminen on tutkimusta, jos siitä tutkimusta halutaan tehdä. Nykyiset tietojärjestelmien rakentamistavat edellyttävät syvää käsiteanalyysia ja synteesiä itse tiedon kohteesta. Metsä-

talouden suunnittelun tutkimus on tullut jo lähes yksinomaan metsätalouden tietojärjestelmien kehittämiseksi.

Investoinnit tietojärjestelmiin näkyvät parempana palveluna. Jos työryhmän esittämä visio luonnonvarojen tietopankista (luku 333) toteutetaan, on mahdollista, että se johtaa ennen pitkää läpimurtoon metsäsektorin tietotarjonnassa. Erityisesti metsien tilaa ja kehitysvaihtoehtoja koskevilla tiedoilla, jotka ovat laitoksen strateginen vahvuus, on suuret markkinat. Metsävarojen riittävyteen ja metsien terveydentilaan tällä hetkellä kohdistuviin kysymyksiin saadaan luotettavat vastaukset vain, jos perustietovarastot ovat kunnossa. Panoksien ja vaikutusten suuruuteen verrattuna tarvittavat investoinnit tietotekniikkaan ja organisaatioon ovat pieniä.

Sen sijaan, että tietojärjestelmiin investoiminen söisi muun tutkimuksen resursseja, hyvin hoidettuna tietopalvelu kohottaa Metsäntutkimuslaitoksen julkista kuvaa ja johtaa sitä kautta tutkimuksen resurssien yleiseen nousuun. Jotta tähän päästäisiin, on kuitenkin tehtävä tuntuva perusinvestointi metsiä ja metsän käyttöä koskevien tietokantojen aikaansaamiseksi. Tämä investointi olisi pitänyt tehdä jo 1970-luvulla eikä sitä voida enää lykätä.

Viime kädessä kysymys on siitä, kuinka metsää koskevista päätöksistä voidaan tehdä parempia. Tähän on kaksi tietä, jotka eivät sulje toisiaan pois, vaan ovat kumpikin välttämättömiä:

- on luotava syvempi tietämys metsän toiminnan perusmekanismeista sekä
- on tarjottava päättäjille ja tutkijalle enemmän ja paremmin käsiteltävissä olevaa perusdataa.

Tietojärjestelmien kehittäminen ei ole itsetarkoitus eikä se ratkaise kaikkia ongelmia, mutta sillä voidaan merkittävästi tukea edellistä ja kokonaan toteuttaa jälkimmäinen.

VIITTEET

- Anthony, R.N. 1965. Planning and control systems: framework for analysis. Divisional Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, Boston.
- Dangermond, J. 1989. The organizational impacts of GIS technology. ARC News, 2/1989, 25-26.
- Environment Data Centre. 4 pp. Brochure. 1989.
- Espoon kaupunki. 1988. TEKMA - tietojärjestelmätutkimus. Loppuraportti. 49 ss., liitt.

- Kaila, E. & Saarenmaa, H. 1990. Tietokoneavusteinen päätöksenteko metsätaloudessa. *Folia Forestalia* (painossa).
- & Saarenmaa, L. 1990. RIEKKO metsäorganisaation koulutuksen tietokanta ja suunnittelujärjestelmä. 15 ss. Ounastieto Oy, Rovaniemi.
- Larronmaa, A. & Juslin, H. 1989. Markkinoinnin suunnittelun tietotarpeet suomalaisessa metsäteollisuudessa. 65 ss., liitt. Helsingin Yliopisto, Puumarkkinatieteen laitos.
- Maa- ja metsätalousministeriö. Puumarkkinoiden seurantatoimikunnan raportti. 15 ss., liitt. Työryhmämuistio MMM: 1988: 33.
- Machlup, F. 1980. Knowledge and knowledge production. Princeton University Press.
- 1984. The economics of information and human capital. Princeton University Press.
- Metsähallitus 1989a. Paikkatietojärjestelmien kehittämisprojektin loppuraportti. Tuotanto-osasto 3/1989, 16 ss., liitt.
- 1989b. Paikkatietoydin-projektin loppuraportti. Tuotanto-osasto 6/1989, 18 ss., liitt.
 - 1989c. Metsänviljelyaineiston tietojärjestelmien kehittämisprojekti. Loppuraportti. Tuotanto-osasto 5/1989, 19 ss., liitt.
- Metsäntutkimuslaitos 1985. Metsäntutkimuslaitoksen hallinnon tietojenkäsittelyn kehittämissuunnitelma vuosille 1986-90. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 203, 45 ss.
- 1988. Tietopalvelun kehittäminen Metsäntutkimuslaitoksessa. Metsäntutkimuslaitoksen kirjastotyöryhmän mietintö. 13 ss., liitt.
 - 1989a. Metsäntutkimus - tietoa tulevaisuutta varten. Metsäntutkimuslaitoksen toimintalinjat. 23 ss.
 - 1989b. Tietohallinnon kehittämissuunnitelma. TTS-liitemuistio, 5 ss.
 - 1990a. Organisaatiotyöryhmän mietintö. Käsikirjoitus.
 - 1990b. Tuloksellisuustyöryhmän mietintö. Käsikirjoitus.
- Mikkonen, M. & Soini, T. 1988. Yrityksen tietosuunnittelu. 344 ss., liitt. Weilin+Göös, Espoo.
- Niitamo, O. Tilastollinen tietohuolto 1990-luvun kynnyksillä. 24 ss., liitt. Muistio 7.12.1988.
- Palo, M. 1983. Strategic planning of information systems in forest sectors of developing countries. FAO, Rome. Manuscript 356 pp.
- Parvianen, J., Sokkanen, S. & Ruotsalainen, M. 1985. Metsänuudistamisen vaihtoehtoja vertaileva laskentaohjelma VILJO. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 179, 93 ss.
- Päivinen, R. 1989. Tropical forest assessment project, a part of the UNEP/GRID activities. Manuscript 5 pp. Joensuun Yliopisto.
- Rainio, A. 1989. Paikkatietojen yhteiskäyttö - orastavat paikkatietomarkkinat. Maanmittaushallitus, 8 ss.
- Rhind, D. 1989. Why GIS? *ARC News* 2/1989, 28-29.

- van Schaik, E.A. 1985. A management system for the information business: organizational analysis. Prentice Hall, New Jersey.
- Siitonen, M. 1983. MELA metsälaskelma. Helsingin Yliopiston Metsänarvioimistieteen laitoksen tiedonatoja.
- Smeds, R. 1985. Organisaatio 2000 - tietojärjestelmien vaikutus organisaation rakenteeseen. Teos: Lehtinen, U. & Mäkinen, V. (toim.) 1985. Suomalaista liiketaloudellista tutkimusta. Yrityksen taloustieteen ja yksityisoikeuden laitoksen julkaisuja, sarja A1: tutkimuksia 28, 443- 455.
- Soini, T. 1985. Tietoanalyysi. 269 ss. IBM ja Weilin+Göös, Espoo.
- Sullivan-Trainor, M.L. 1989. Leaders go beyond basics, link information systems to business strategy. Computerworld Premier 100 Special Issue.
- Taipale, M., Kinnunen, H. & Kaila, E. 1989. Tietotekniikka ja metsäntutkimus. 164-170. Teos: Saastamoinen, O. & Varmola, M. (toim.) Lapin Metsäkirja. Acta Lapponica Fenniae 15, 199 ss. Lapin Tutkimusseura, Rovaniemi.
- Texas Instruments. 1989. Information Engineering Facility TM, statement of direction, 18 pp.
- Tilastokeskus 1987. Tilastotoimen kehitys 1987.
- Valtiokonttori 1987. VALMA-projekti. Maksuliike- ja kirjanpitojärjestelmän kehittämiprojektin määrittelyvaiheen raportti. 109 ss.
- 1989. Valtion henkilöstöhallinnon tietojärjestelmän määrittelyvaiheen suunnitelma. Tiivistelmä 20 ss.
- Valtion Tiede ja Teknologianeuvosto. Kirje 20.6.1989. Sektoritutkimuksen kehittäminen. 9 ss., liite.
- Valtiovarainministeriö. 1989. Tietotekniikan edullisuusselvitykset. 25 ss., liitt. Järjestelyosasto.
- Kirje 5.1.1989. Valtioneuvoston päätös atk-hankintojen ohjaamisesta pääkaupunkiseudun ulkopuolelle.
- Kirje J182/750/89 22.3.1989. Valtioneuvoston päätös valtion tietohallinnon kehittämisestä. 4 ss.
- Kirje 343/750/89 28.6.1989. Suositus avointen tietojärjestelmien ratkaisuksi. 7 ss.
- Kirje J507/750/89 21.12.1989. Valtion tilastotoimen kehittämisohjelma. 6 ss.
- UNEP 1985. GRID Base de donnees relatives aux ressources mondiales. 16 pp. Publication du GEMS.

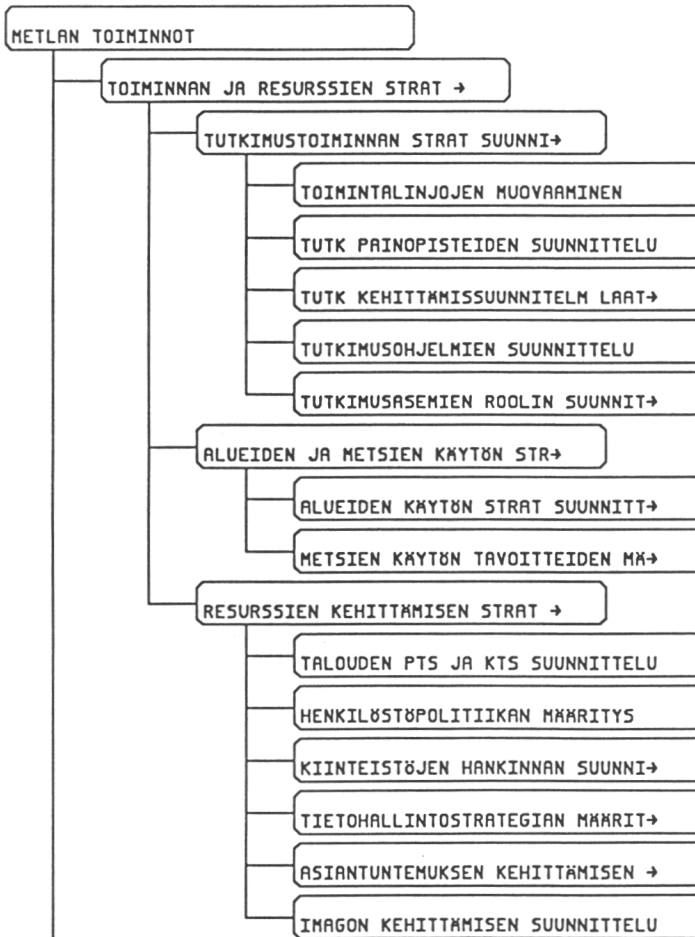
LIITTEET

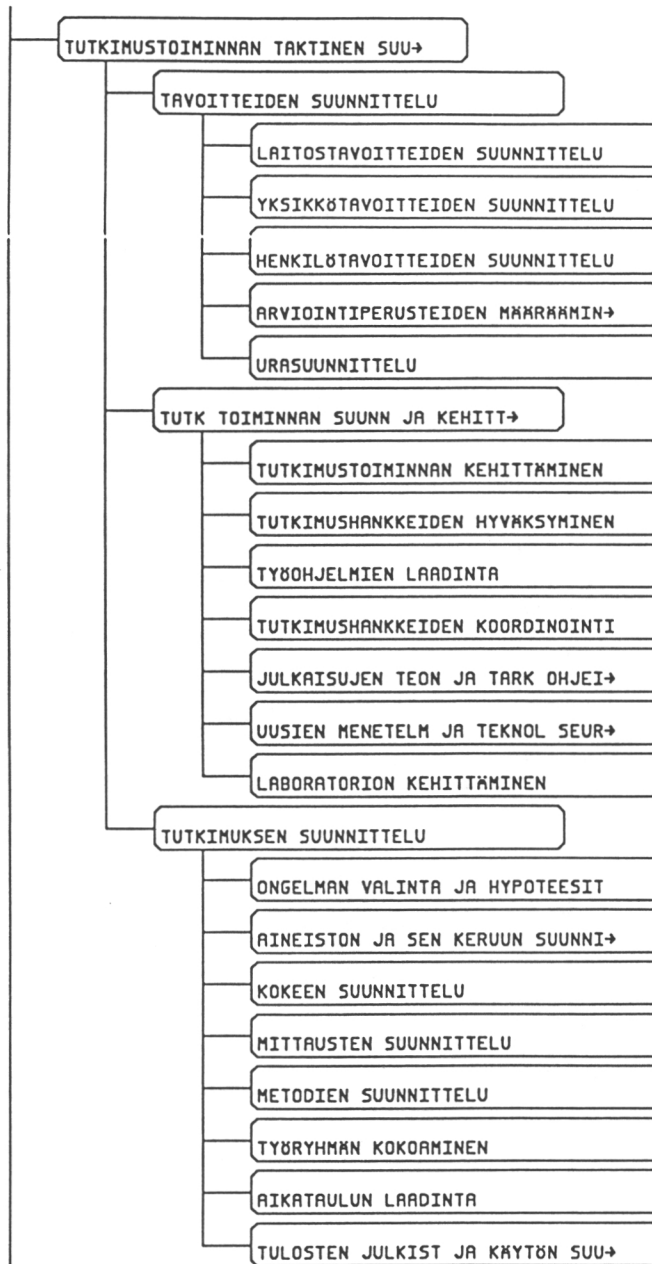
Kukin liite on liimattavissa yhteen kokonaiskuvan saamiseksi.

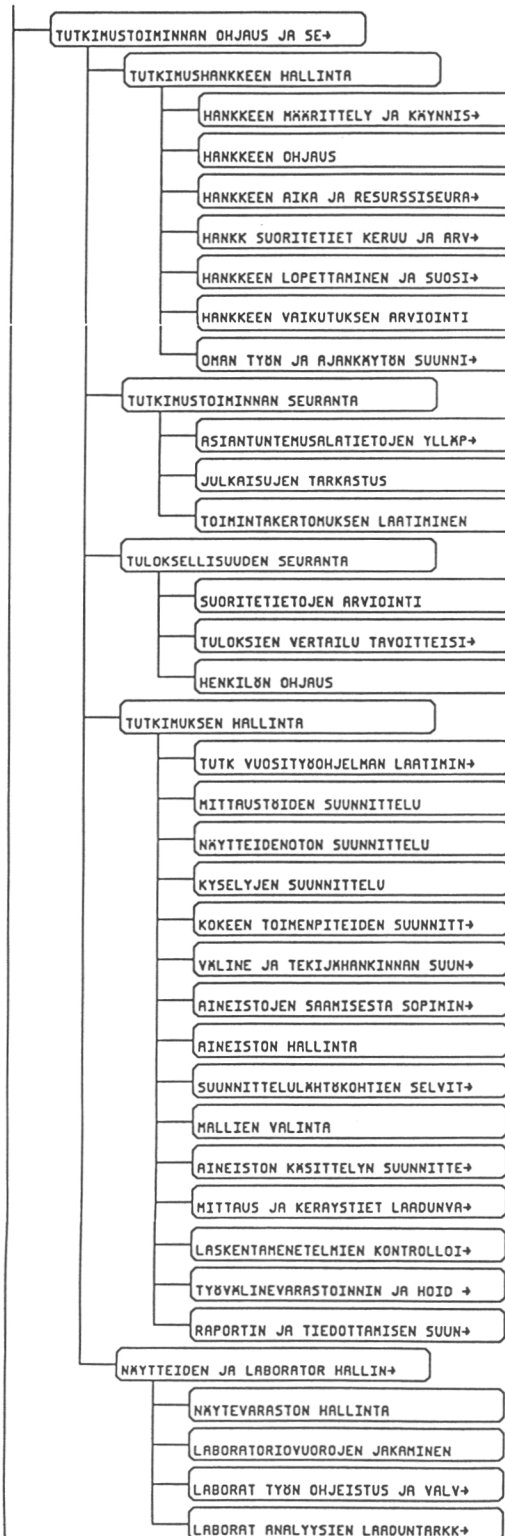
Liite A. Metsäntutkimuslaitoksen toimintomalli. Yleiskatsaus kuvassa 11.

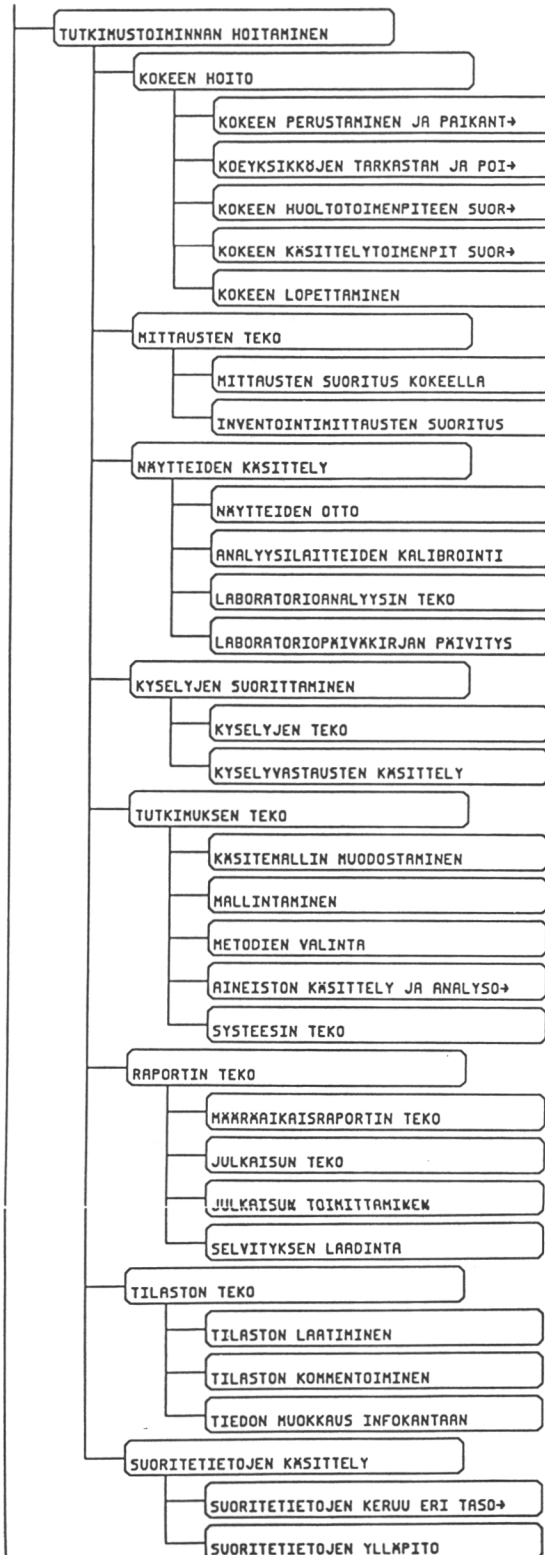
Liite B. Metsäntutkimuslaitoksen kohdemalli ja kohderyhmät. Yleiskatsaus kuvassa 12.

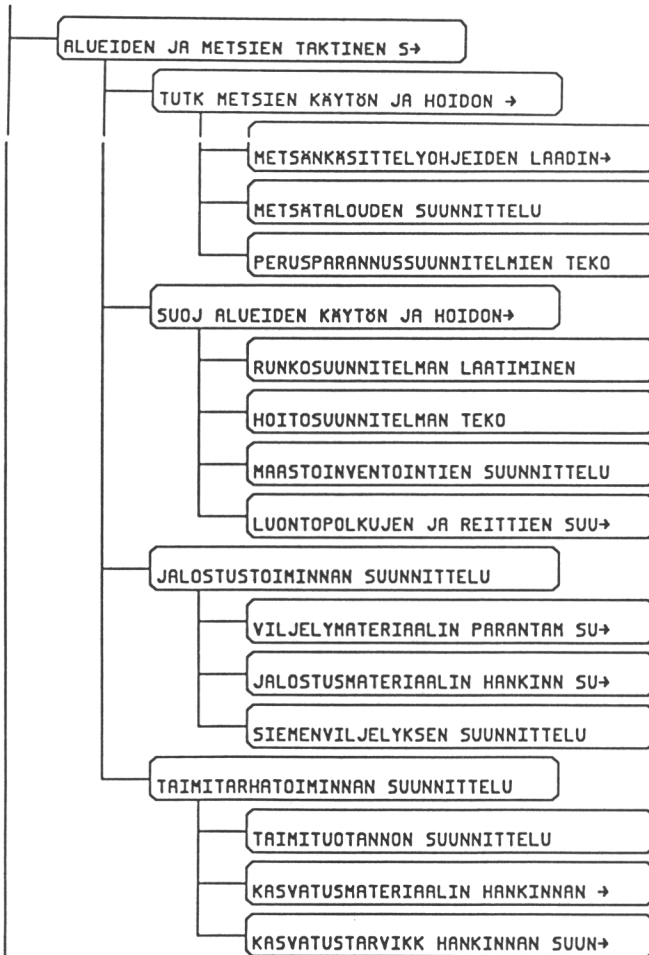
Liite C. Tietojärjestelmien rajaus. Yleiskatsaus kuvassa 13.

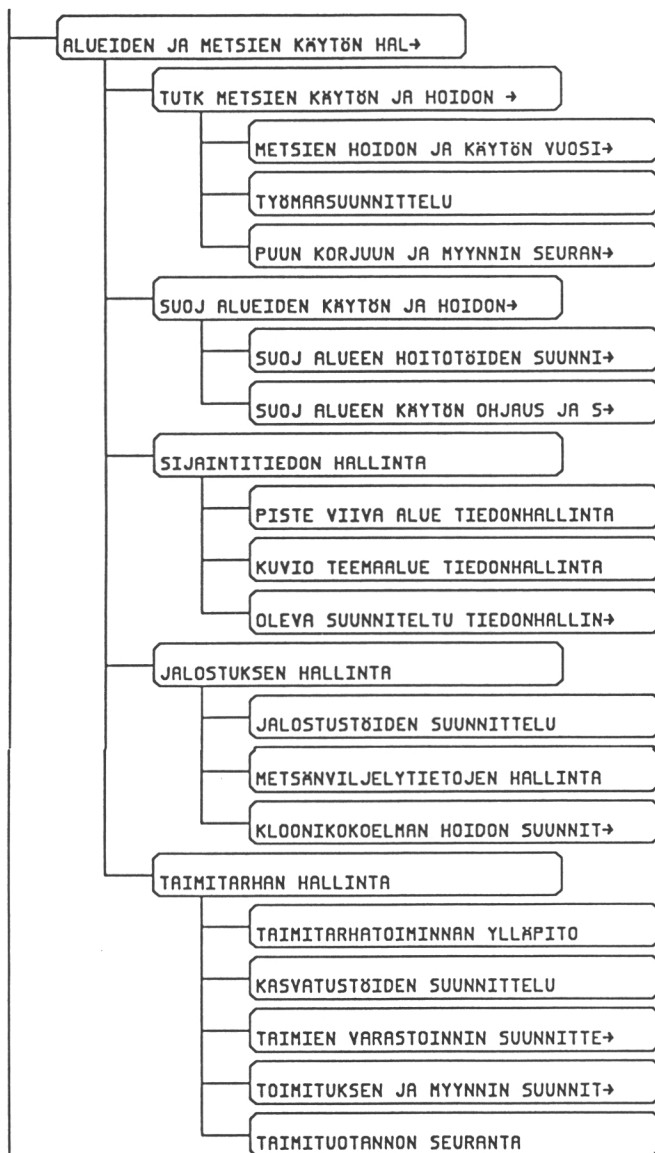


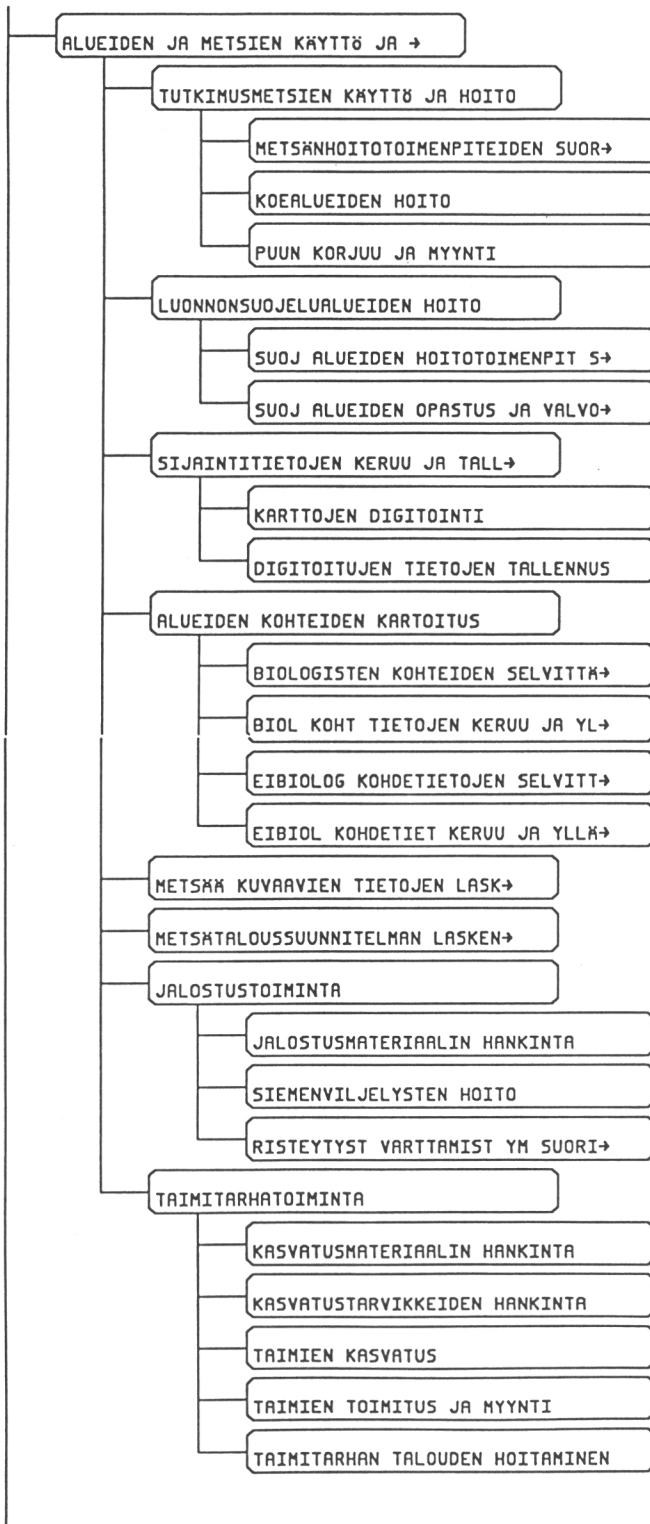


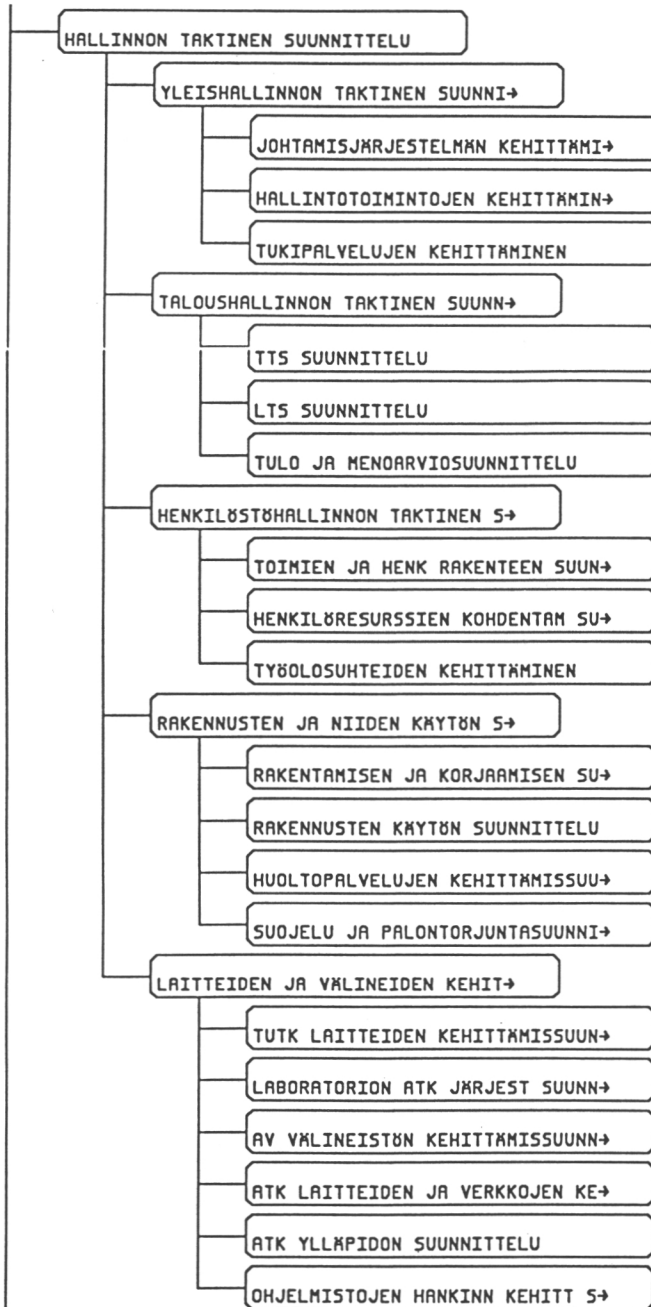


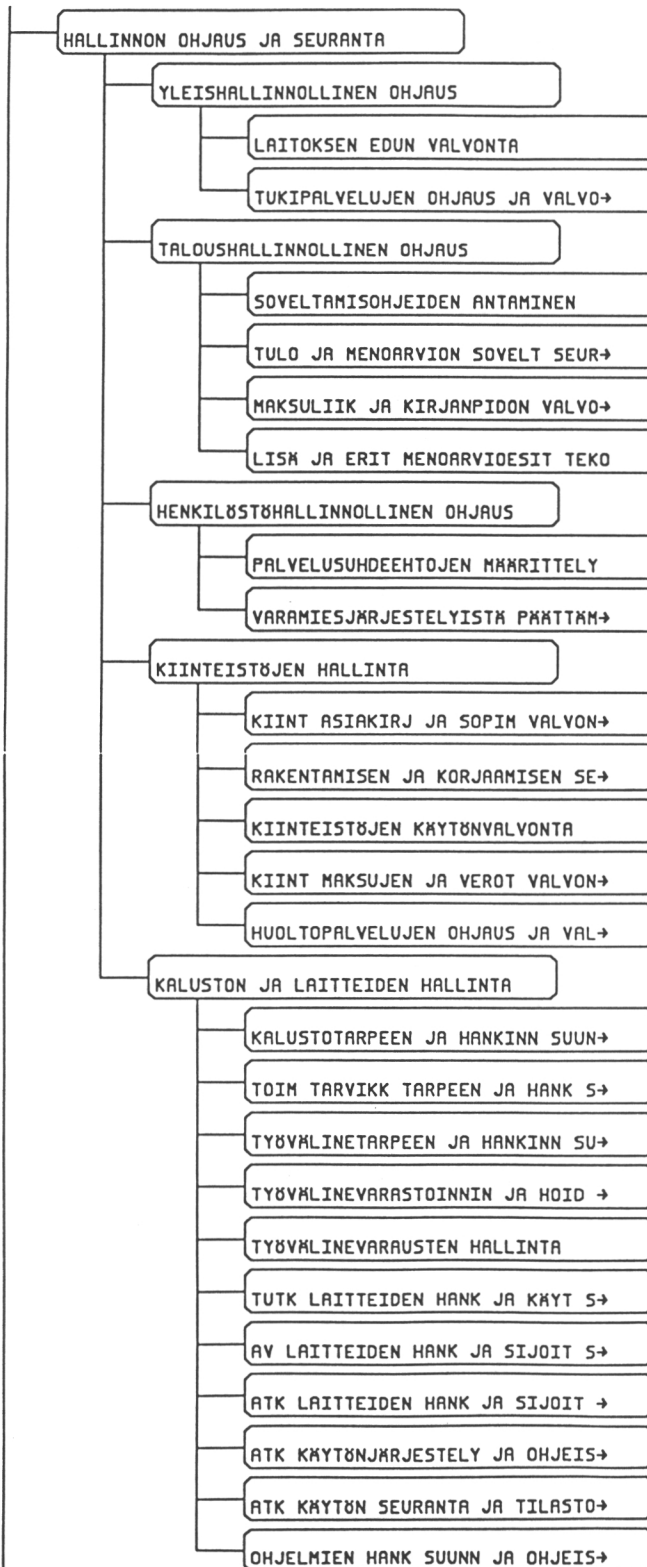


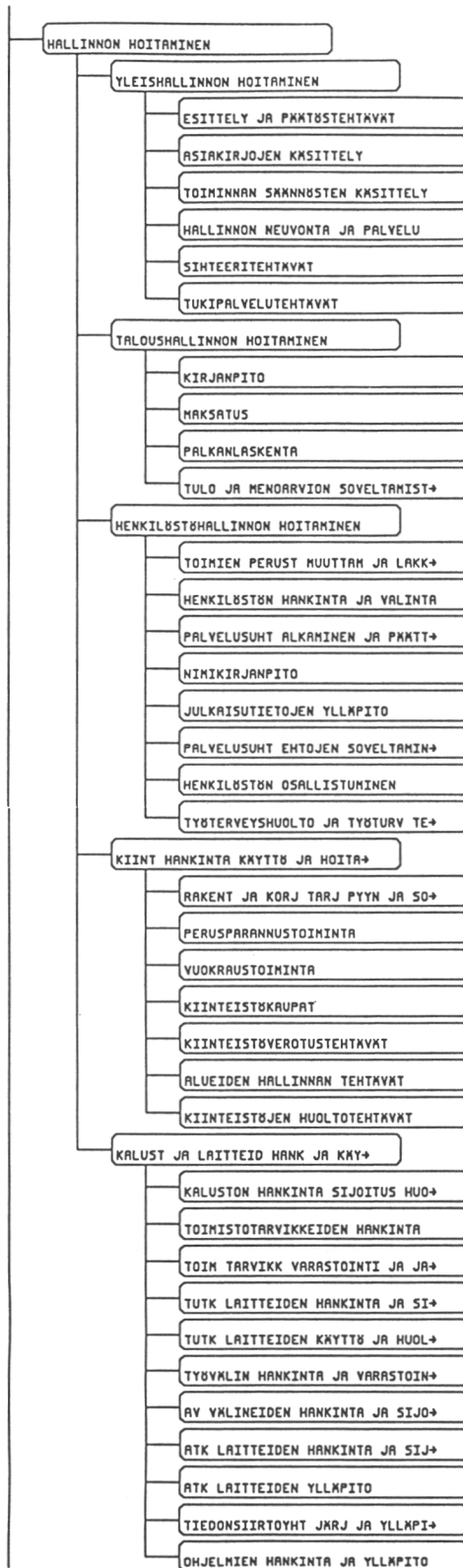


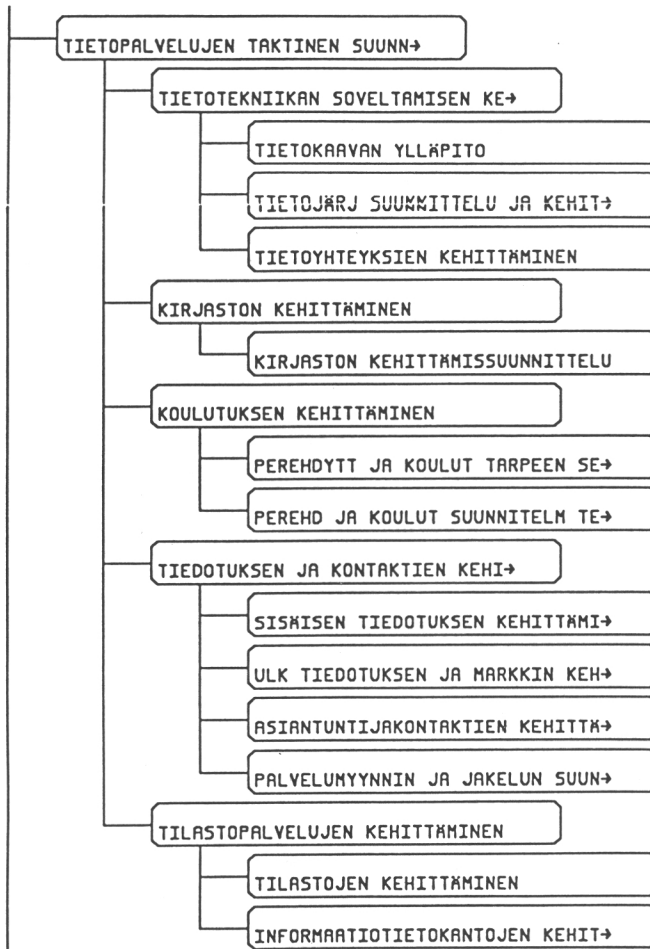


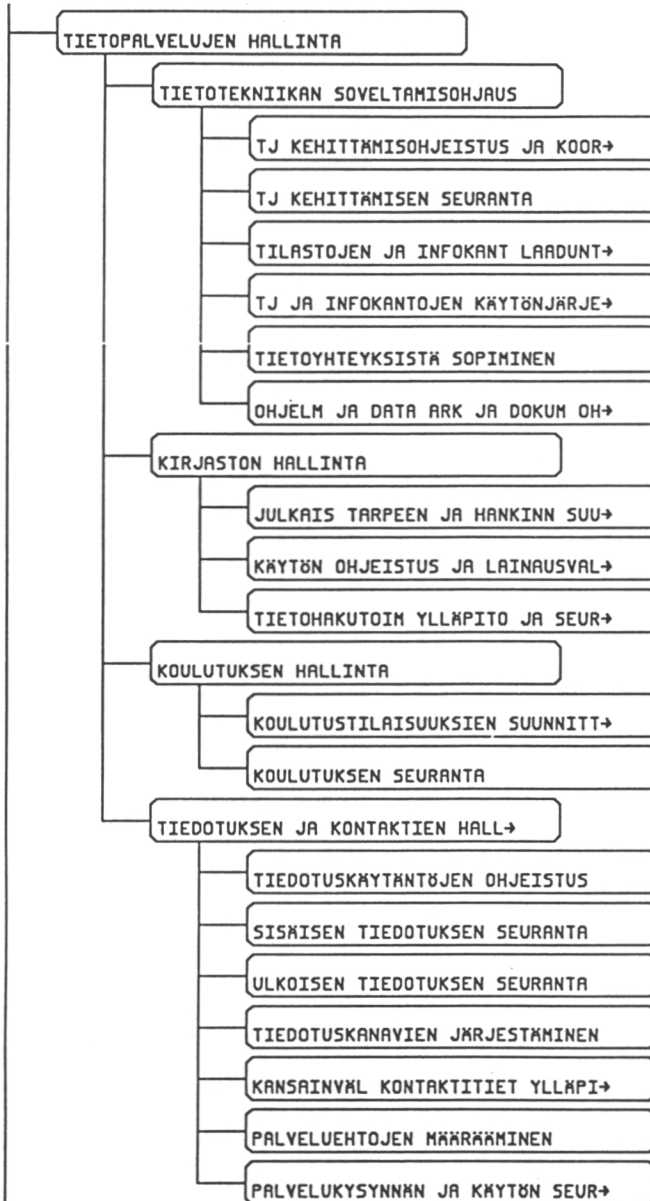


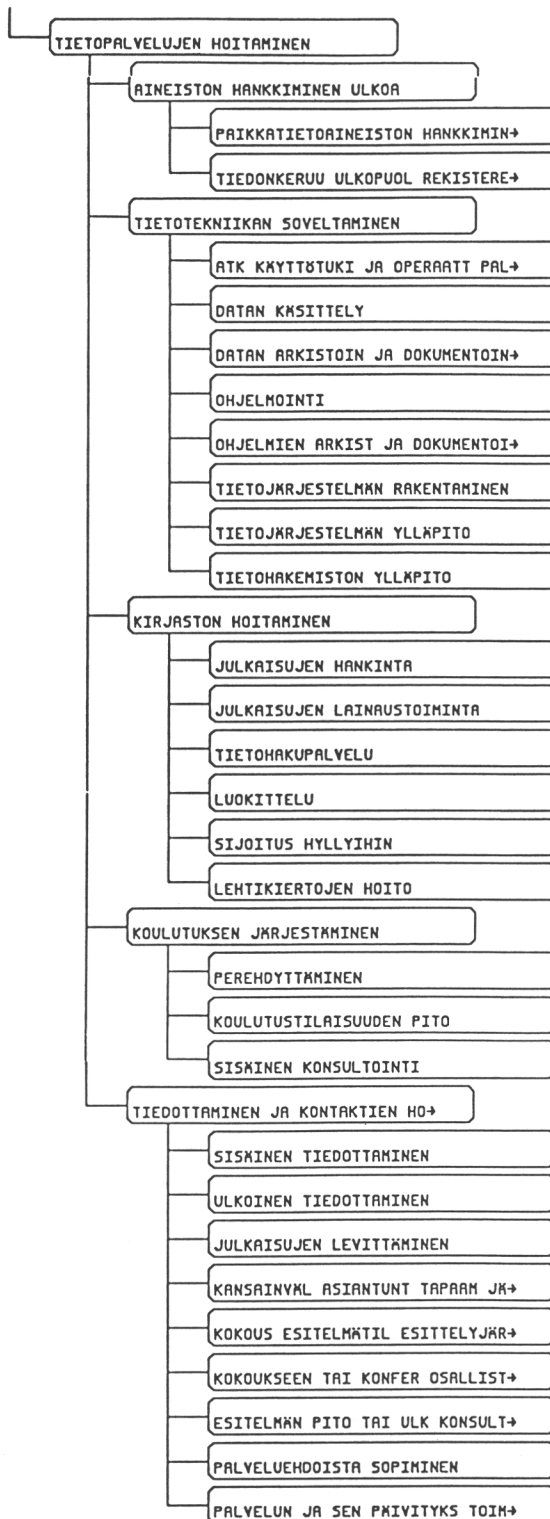


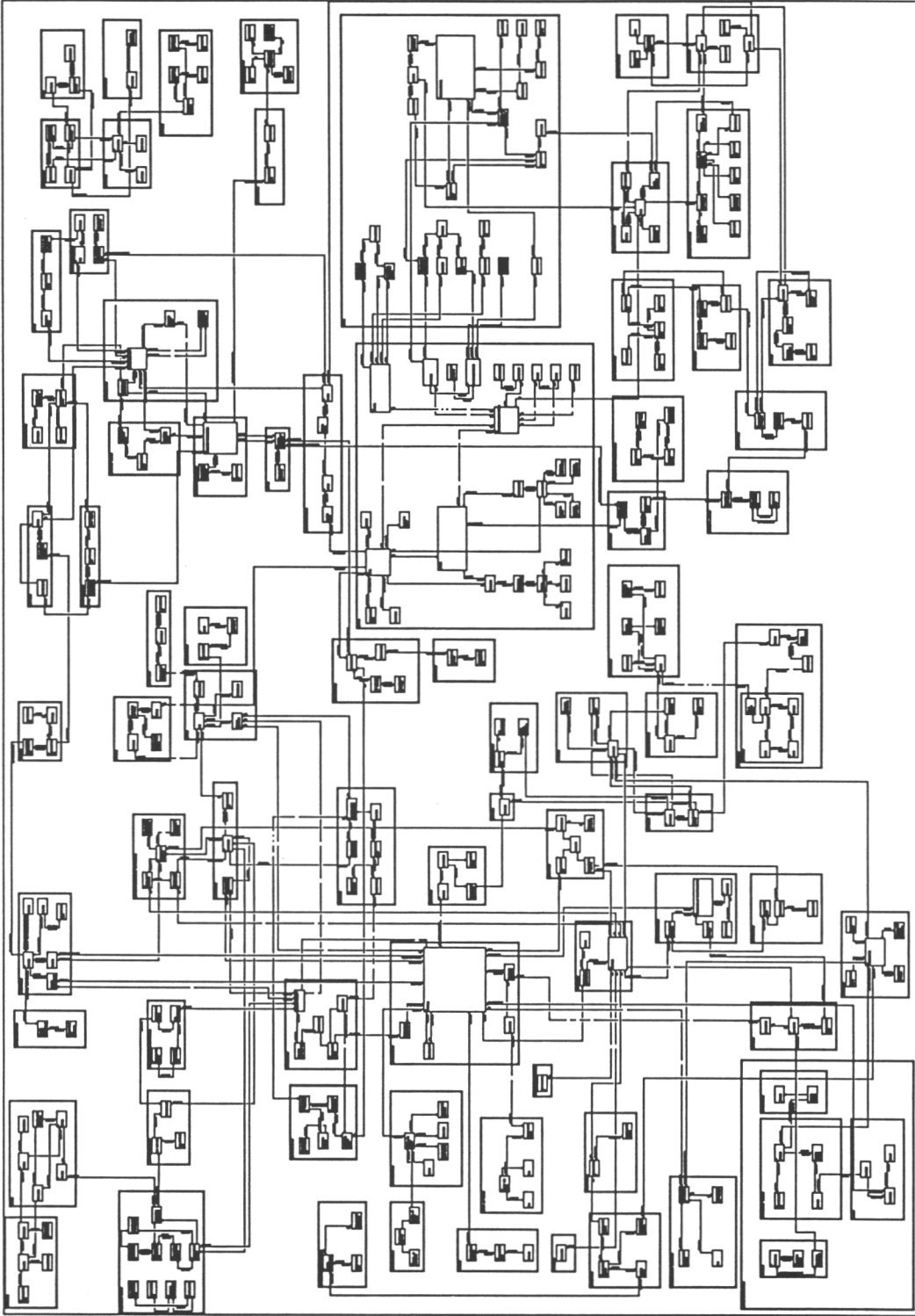


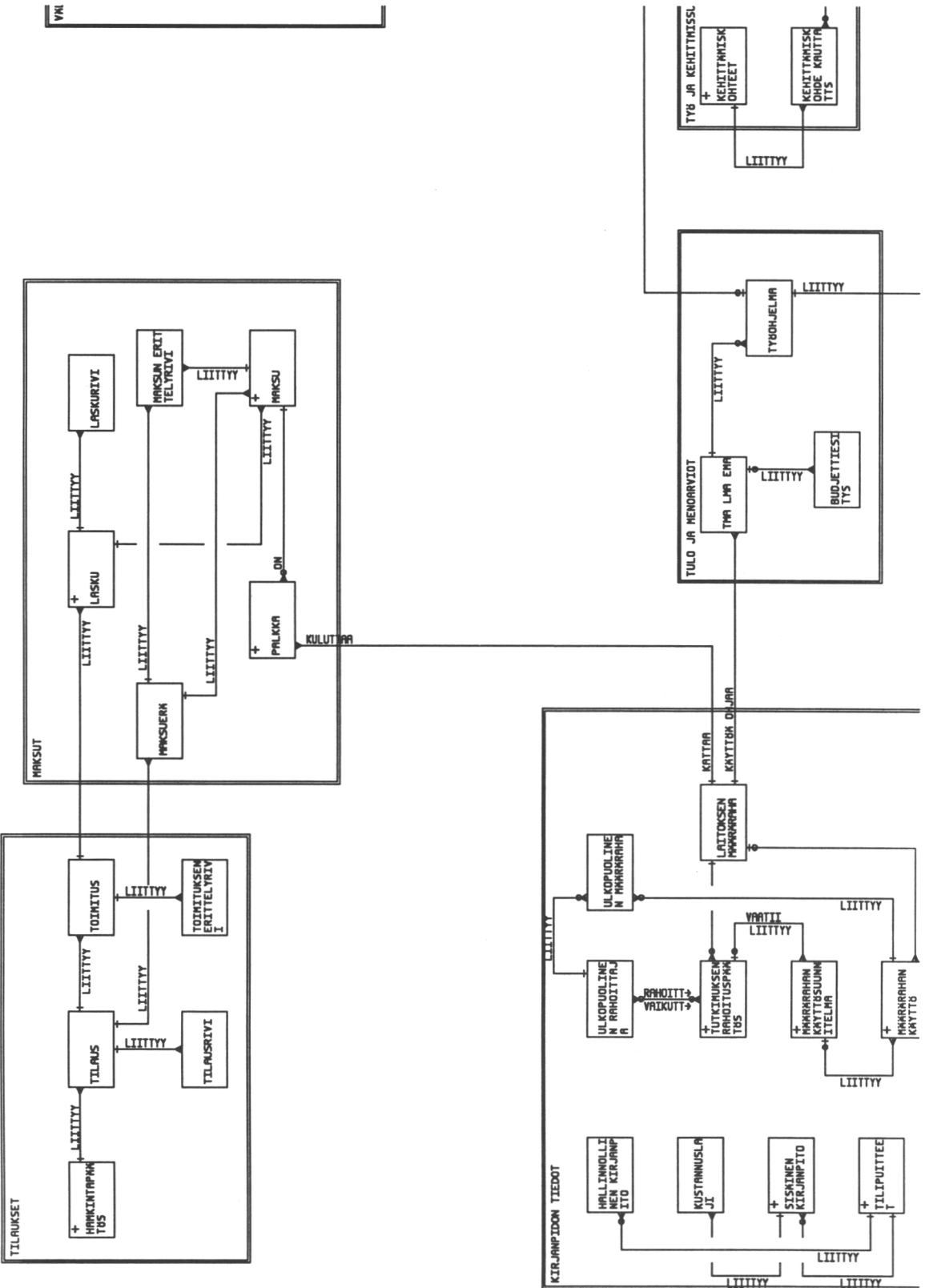


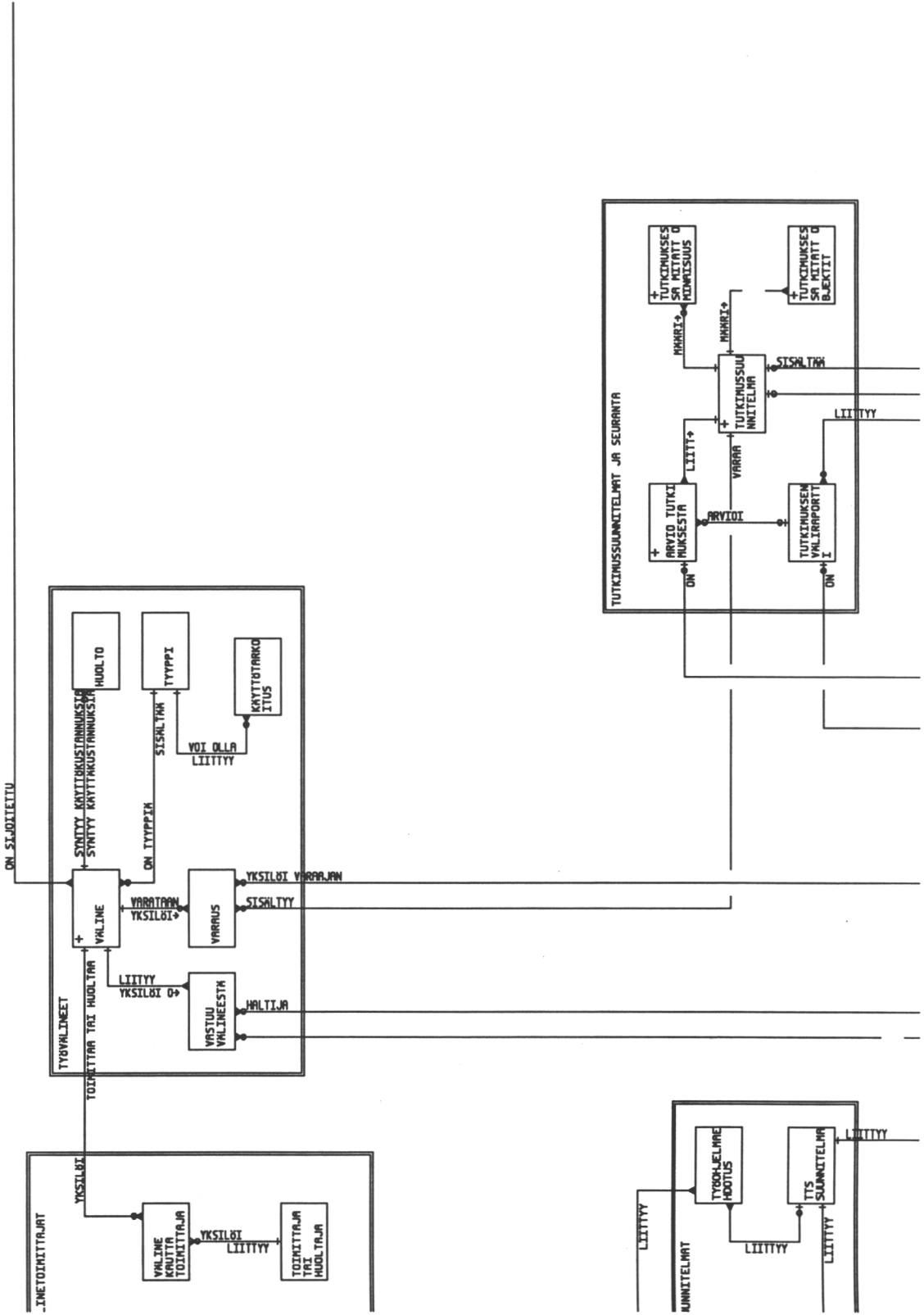


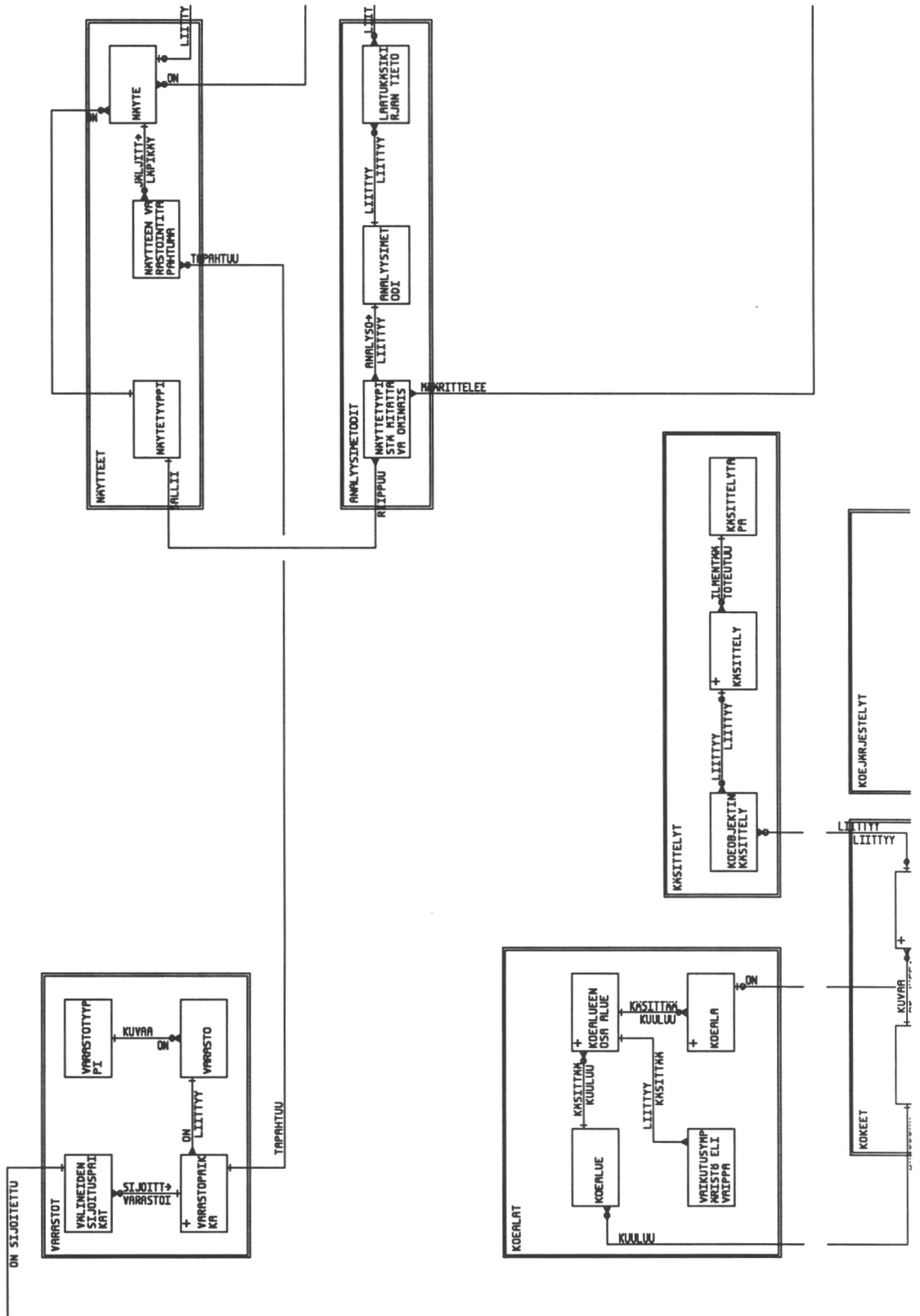


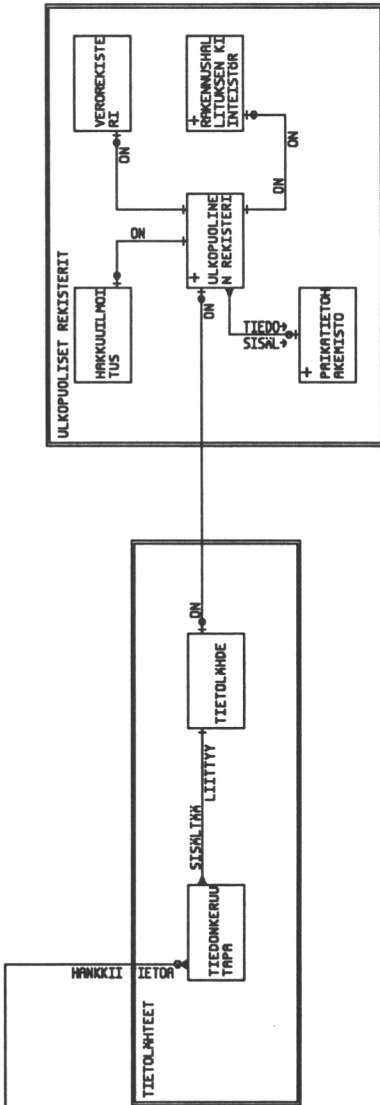
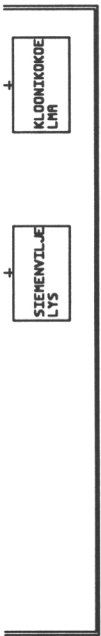


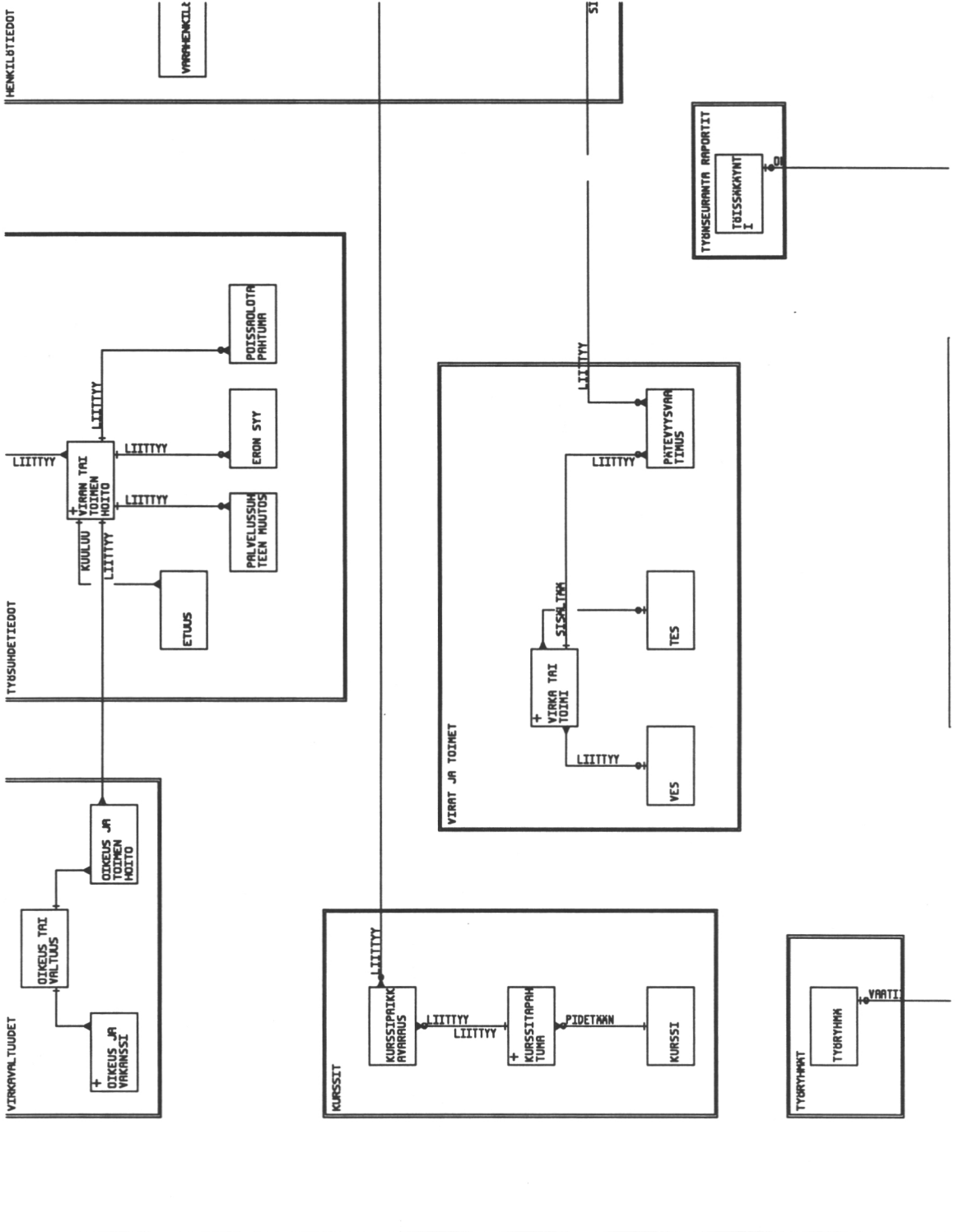


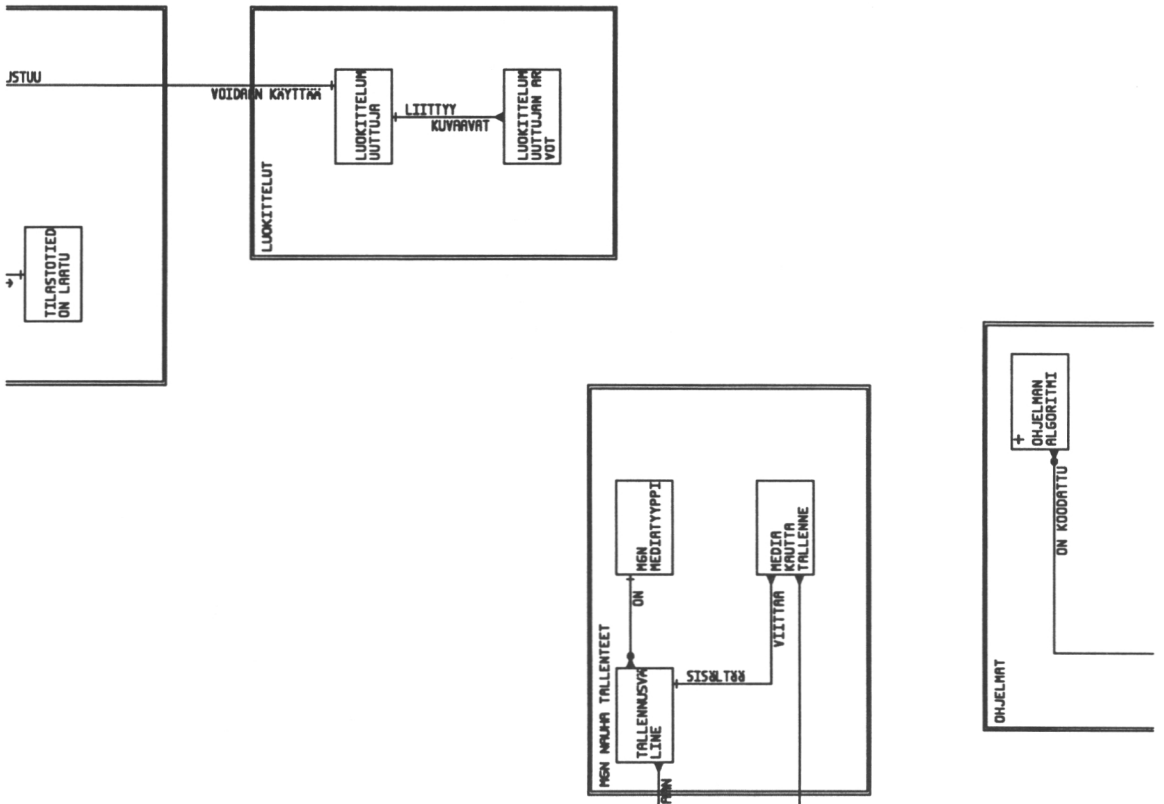
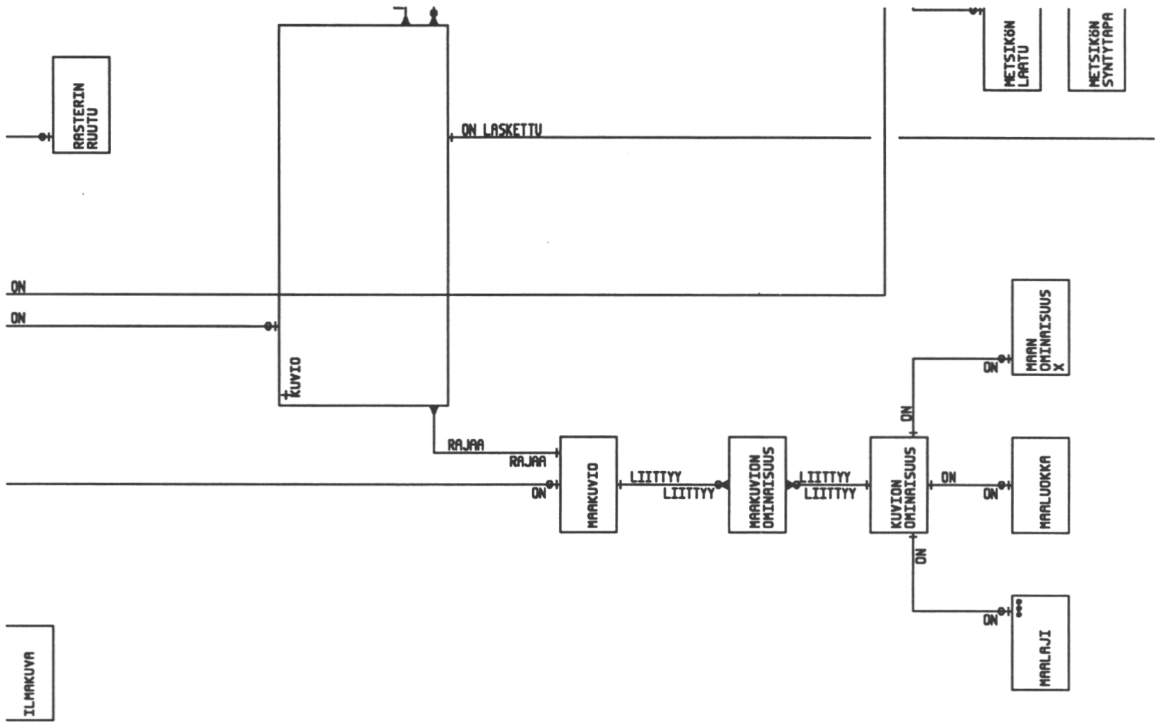


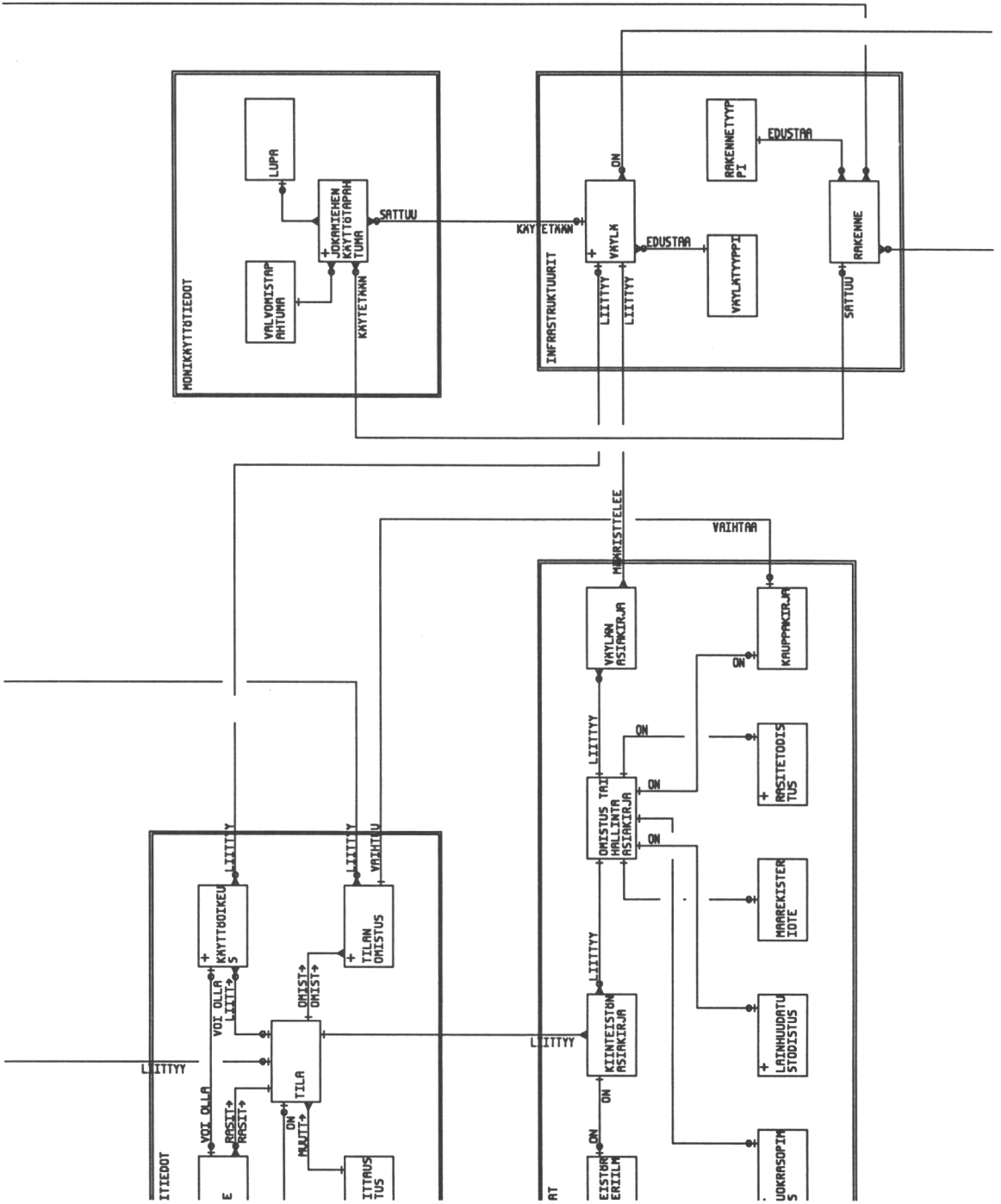


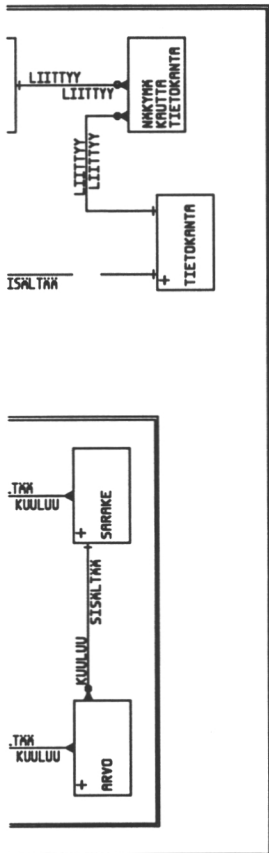


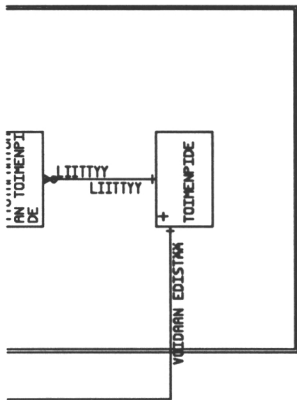
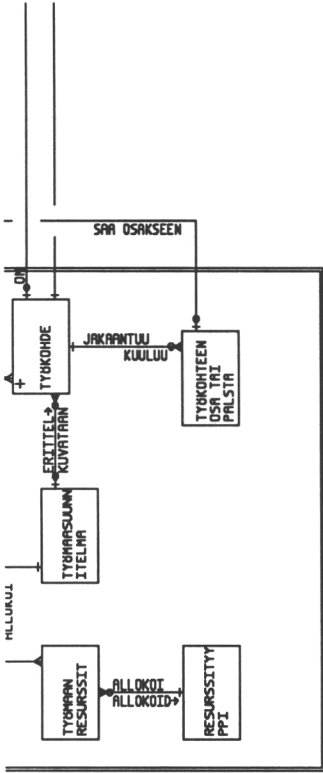














Cell Values:

- No reference
- C - Create
- D - Delete
- U - Update
- R - Read only

Business Function	Subject Area																						
	TULO JA MENORVIOT	TYÖ JA KEHITTÄMISSUUNNITELMAT	TOIMINTALINJAT	TUTKIMUSALAT	TUTKIMUKSET	TYÖRYHMÄT	TAVOITTEET	SUORITTEET	EVALUATIOTIEDOT	OHJASTIET	TUTKIMUSSUUNNITELMAT JA SEURANTA	MAKSUT	KIRJANPÄIDON TIEDOT	TILAKSET	HENKILÖTIEDOT	TYÖSUHDETIEDOT	VIRKAVALTUUDET	VIRAT JA TOIMET	TYÖNSEURANTA RAPORTIT	KURSSIT	ASIAKIRJAT	ARKISTOT	
RESURSSIEN KEHITTÄMISEN STRAT SU	C	C																					
YLEISHALLINNON TAKTINEN SUUNNITT	U	C																					
TALOUSHALLINNON TAKTINEN SUUNNIT	C	C																					
HENKILÖSTÖHALLINNON TAKTINEN SUU	C	C																					
RAKENNUSTEN JA NIIDEN KÄYTÖN SUU	C	C																					
LAITTEIDEN JA VÄLINEIDEN KEHITTÄ	U	C																					
KIRJASTON KEHITTÄMINEN	U	C																					
TUTKIMUSTOIMINNAN STRAT SUUNNITT			C	C																			
TUTK TOIMINNAN SUUNN JA KEHITTÄM				U	C	C																	
TUTKIMUSTOIMINNAN SEURANTA				U	U																		
TAVOITTEIDEN SUUNNITTELU							C																
TULOSELLISUUDEN SEURANTA								C	C														
SUORITETIETOJEN KÄSITTELY								C															
TUTKIMUKSEN SUUNNITTELU										C													
TUTKIMUSHANKKEEN HALLINTA										C													
TALOUSHALLINNOLLINEN OHJAUS											U	U											
TALOUSHALLINNON HOITAMINEN											C	C	C										
HENKILÖSTÖHALLINNOLLINEN OHJAUS															U	C	C						

