



FinOHTA

TERVEYDENHUOLLON MENETELMIEN ARVIOINTIYKSIKKÖ
FINNISH OFFICE FOR HEALTH CARE TECHNOLOGY ASSESSMENT

Perinteisestä filmikuvantamisesta digitaalikuvantamiseen

Hilkka-Helena Vesala
Harri Sintonen
Kauko Hartikainen

FinOHTAn raportti 17
2001

Stakesin monistamo
Helsinki 2001

ISBN 951-33-0531-7
ISSN 1239-6273

Raportti on luettavissa internetissä osoitteessa <http://www.stakes.fi/finohta/>

TIIVISTELMÄ

Hilkka-Helena Vesala, Harri Sintonen, Kauko Hartikainen

Perinteisestä filmikuvantamisesta digitaalikuvantamiseen

Yksinkertaistettu laskentamalli terveyskeskuksille radiologisen toiminnan kustannusten selvittämiseksi

FinOHTAn raportti 17/2001. Stakes / FinOHTA, Helsinki 2001. ISBN 951-33-0531-7 ISSN 1239-6273.
Raportti on luettavissa internetissä osoitteessa <http://www.stakes.fi/finohta/>

Terveyskeskuksissa radiologisten yksiköiden laitekanta on vanhaa ja laitteiden uusiminen on ajankohtaista. Monissa terveyskeskuksissa kuvauksia on vähän, jolloin kuvausten yksikkökustannukset nousevat korkeiksi. Lähitulevaisuudessa joudutaan miettimään, miten radiologisia palveluja järjestetään tulevaisuudessa. Digitaaliradiologia on voimakkaasti tulossa terveyskeskuksiin. Se mahdollistaa tuotantoprosessin, jossa kuvaus, diagnostinen tarkastelu, kuvien siirto ja arkistointi tapahtuvat sähköisesti. Tällöin perinteiset filmille tallennetut röntgenkuvat voidaan poistaa kokonaan käytöstä. Sen arviointi, onko siirtyminen perinteisestä filmikuvantamisesta digitaalikuvantamiseen taloudellisesti järkevää, edellyttää kustannusten tarkempaa laskentaa.

Tässä raportissa esitellään terveyskeskuksille sopivia kuvien digitoimis- ja arkistointimalleja sekä arvioidaan niiden kustannuksia. Raportissa esitetään yksinkertaistettu laskentamalli radiologisen toiminnan kustannusten laskemiseen pienissä ja keskisuurissa radiologisissa yksiköissä. Raportissa on esimerkkejä sekä perinteisen että digitaalisen kuvantamisen kustannusten laskemiseksi kuudessa erityyppisessä terveyskeskuksessa. Laskentamallissa terveyskeskukset yhteismitallistetaan, lasketaan yksikkökustannukset tutkimuslajeittain sekä lasketaan terveyskeskusten kokonaistuottavuus ja -taloudellisuusluvut. Lopuksi laskentamallin soveltamista laajennetaan koko sairaanhoitopiirin kuvien digitoinnista ja arkistoinnista aiheutuvien kustannusten arviointiin.

Laskentaesimerkit osoittavat, että kaikissa esimerkkikunnissa digitaalinen kuvantaminen johtaa korkeampiin kustannuksiin kuin perinteinen filmikuvantaminen. Tutkimusmäärän kasvaessa digitaalisen kuvantamisen kustannusero perinteiseen kuvantamiseen verrattuna supistuu. Vuotuisen tutkimusmäärän noustessa 15 000 tutkimukseen ovat digitaalisen toiminnan kustannukset yhtä suuret kuin perinteisellä filmikuvantamisella. Kun terveyskeskukset yhteismitallistetaan, laskelmat osoittavat huomattavia eroja eri tutkimuslajien yksikkökustannuksissa sekä kokonaistuottavuudessa ja -taloudellisuudessa.

Digitaalisen toiminnan kustannuksia nostaa kuvien digitointi kuvanlukijan avulla. Kuvanlukijan kustannukset ovat tällä hetkellä vielä korkeat. Sitä mukaa kuin markkinoille tulee hinnaltaan kohtuullisia suoraan digitaalista kuvaa tuottavia laitteita, kustannukset muuttuvat täysin.

ABSTRACT

Hilkka-Helena Vesala, Harri Sintonen, Kauko Hartikainen

From traditional film-based radiology to digital imaging

A simplified model for costing radiology services in small and medium-sized radiology units

FinOHTA Report 17/2001. Finnish Office for Health Care Technology Assessment (FinOHTA) / National Research and Development Centre for Welfare and Health (STAKES). Helsinki, Finland 2001. ISBN 951-33-0531-7 ISSN 1239-6273

In many Finnish primary health care centres the radiology equipment used is approaching the end of its life span and needs to be replaced. Furthermore, many primary health care centres perform only a limited number of radiological examinations, which leads to high unit costs. Therefore, there is a clear need to contemplate the future arrangement of radiological services. The need for contemplation is also supported by the strong advent of digital radiology that enables even primary health care centres to use a production process where imaging, diagnostic inspection, and transfer and archiving of images can all be performed electronically. This means that traditional film-based radiological images can be dispensed with, but also calls for a detailed calculation of whether this is economically reasonable.

This report presents digitalisation and archiving models suitable for primary health care centres and considers the costs of various options. The report also introduces a simplified model for costing radiology services in small and medium-sized radiology units, and features examples of how to calculate the costs of traditional and digital radiology services in six types of primary health care centres. In the model, primary health care centres are made commensurable, unit costs for each type of examination are calculated, and the total productivity and aggregate level of the unit costs of each primary health care centre are estimated. Finally, the application of the costing model is extended to cover costs which incur with digitalisation and archiving of images in a whole hospital district.

The examples presented show that digital radiology carries higher costs than traditional film-based radiology in all of the municipalities used as examples. However, the cost difference between digital and traditional radiology shrinks with an increasing number of examinations performed, and disappears when the number of yearly examinations reaches 15 000. When the primary health care centres are made commensurable, the calculations reveal significant differences in the unit costs of the different forms of examinations as well as differences in the total productivity and aggregate level of the unit costs of the centres.

The costs of digital radiology are largely dependent on the prices of digital scanners, which are still expensive. Therefore, the advent of reasonably priced apparatuses that directly generate digital images will totally change the economic considerations.

ESIPUHE

Suomen terveystieteissä tehdään vuosittain noin 1,5 miljoona radiologista tutkimusta. Asukaslukuun suhteutettuna tämä on eurooppalaisessa vertailussa poikkeuksellisen paljon. Omaleimaista Suomelle on myös radiologisen toiminnan hajautuneisuus varsin pieniin yksiköihin. Esimerkiksi Ruotsissa suuntaus on ollut päinvastainen ja radiologinen toiminta on pyritty keskittämään pääosin suuriin kuvantamiskeskukseen.

Lähivuosina monien Suomen terveystieteiden kuvantamislaitteet alkavat olla elinkaarensa lopussa. Monessa kunnassa joudutaankin ratkaisemaan, luovutaanko omasta radiologisesta toiminnasta vai korvataanko laitteisto joko perinteisellä tai nopeasti markkinoita valtaavalla digitaalisella teknologialla. Samanaikaisesti uusi säteilylaki asettaa toiminnalle uusia vaatimuksia, ja teleteknologian mukanaan tuomat kuvansiirtomahdollisuudet tarjoavat kokonaan uudenlaisia näköaloja. On siis syytä pysähtyä miettimään, mikä jatkossa olisi radiologisen kuvantamistoiminnan järkevin ja kustannus-tehokkuudeltaan paras järjestämistapa.

Stakesissa toimiva Terveystieteiden menetelmien arviointiyksikkö FinOHTA julkaisi vuoden 2000 loppupuolella raportin "Radiologia Keski-Suomessa – Alueellinen toimintamalli 2000-luvulle". Siinä kuvataan radiologisen toiminnan hajauttamisen ja keskittämisen hyviä ja huonoja puolia Keski-Suomen näkökulmasta. Se antoi samalla pohjaa radiologisen toiminnan järjestämisestä muualla maassa käytävälle keskustelulle. Nyt ilmestyvä radiologisen toiminnan kustannusten laskentamalli täydentää tätä raporttia ja antaa päättäjille konkreettisen työkalun kustannusten ja kustannus-tehokkuuden laskemiseksi. Laskentamallin laatimista on seurannut koko työn ajan FinOHTAn koolle kutsuma ns. kuvantamistyöryhmä, jossa FinOHTAn lisäksi on edustajia sosiaali- ja terveystieteiden ministeriöstä, Säteilyturvakeskuksesta, Suomen Kuntaliitosta sekä radiologiasiantuntijoita Pohjois-Savon, Pohjois-Pohjanmaan ja Varsinais-Suomen sairaanhoitopiireistä. Lisäksi laskentamallista on työn kuluessa pyydetty Suomen Radiologiyhdistyksen lausunto. Siinä todetaan, että vaikka laadittu malli on pelkistetty, se tuottaa todennäköisesti vertailukelpoista tietoa eri terveystieteiden kustannuksista ja soveltuu siten käytettäväksi tukena terveystieteiden röntgentoimintaa suunniteltaessa. Kustannusperuste on kuitenkin vain yksi suunnittelun pohjatiedoista. Toiminnallisia kokonaisuuksia suunniteltaessa on huomioitava myös muut näkökohdat, kuten tutkimusten saatavuus ja laatu.

Seppo Soimakallio

professori
Kuopion yliopisto

Risto Roine

ylilääkäri
FinOHTA

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	I
ABSTRACT	II
ESIPUHE.....	III
SISÄLLYS	IV
1. JOHDANTO.....	1
2. RÖNTGENKUVIEN DIGITOINTI JA ARKISTOINTI	2
3. LASKENTAMALLISSA KÄYTETYT KUSTANNUSLAJIT	3
3.1 HENKILÖSTÖKUSTANNUKSET	3
3.2 YLEISKUSTANNUKSET.....	3
3.3 KONSULTAATIOKUSTANNUKSET.....	3
3.4 MATERIAALIKUSTANNUKSET	3
3.5 TILAKUSTANNUKSET	4
3.6 LAITTEIDEN PÄÄOMAKUSTANNUKSET.....	4
4. LASKENTAMALLIN SOVELLUS LAITE- JA MATERIAALIKUSTANNUSTEN ARVIOINTIIN.....	5
4.1 RADIOLOGISTEN TUTKIMUSTEN YKSIKÖKUSTANNUSTEN LASKEMINEN KUUDESSA ESIMERKKIKUNNASSA	9
5. TERVEYSKESKUSTEN YHTEISMITALLISTAMINEN JA TUOTTAVUUDEN JA TALOUDELLISUUDEN LASKEMINEN	13
5.1 ESIMERKKILASKELMA KUVIEN DIGITOINNIN JA ARKISTOINNIN AIHEUTTAMISTA KUSTANNUKSISTA POHJOIS-SAVON SAIRAANHOITOPIIRISSÄ.....	14
6. YHTEENVETO.....	15
7. KIRJALLISUUTTA.....	16

1. JOHDANTO

Perusterveydenhuollossa joudutaan yhä useammin miettimään, mitä palveluita kannattaa tuottaa itse ja mitkä palvelut on kannattavinta ostaa muilta organisaatioilta. Koska terveyskeskusten radiologiset tutkimukset ovat huomattava kustannustekijä perusterveydenhuollossa, on tärkeää, että myös nämä kustannukset voidaan erikseen laskea.

Radiologisten tutkimusten tuotantorakenteessa on tapahtunut viime vuosina muutoksia. Läpivalaisututkimusten määrä on terveyskeskuksissa vähentynyt niin paljon, etteivät uusinvestoinnit ole useinkaan perusteltuja. Digitaaliradiologia on voimakkaasti tulossa terveyskeskuksiin. Se mahdollistaa tuotantoprosessin, jossa kuvaus, diagnostinen tarkastelu, kuvien siirto ja arkistointi tapahtuvat sähköisesti. Tällöin perinteiset filmille tallennetut röntgenkuvat voidaan poistaa kokonaan käytöstä. Digitaaliradiologia nopeuttaa potilaan hoitoa, sillä kuvien odotteluun ja kuvien siirtoon yksiköiden välillä ei kulu merkittävästi aikaa. Digitaalisia kuvia voidaan käsitellä ja kuvista on mahdollista – ainakin teoriassa – saada radiologin lausunto huomattavasti perinteistä käytäntöä nopeammin. Digitaalisen kuvantamisen odotetaan aikanaan tuovan myös kustannussäästöjä.

Tässä raportissa esitellään terveyskeskuksille sopivia kuvien digitoimis- ja arkistointimalleja sekä arvioidaan niiden kustannuksia. Lisäksi esitetään yksinkertaistettu laskentamalli radiologisen toiminnan kustannusten laskemiseen pienissä ja keskisuurissa radiologisissa yksiköissä. Raportissa on esimerkkejä sekä perinteisen että digitaalisen kuvantamisen kustannusten laskemiseksi kuudessa erityyppisessä terveyskeskuksessa. Lopuksi esitetään koko sairaanhoitopiirin kustannukset, jos se siirtyy digitaalikuvantamiseen ja arkistointiin.

Radiologisten tutkimusten kustannusten laskentamalli on tarkoitettu kustannusten suuruusluokan selvittämiseen. Sitä voidaan soveltaa mm. arvioitaessa uusien laiteinvestointien järkevyyttä. Vaihtoehtoisia toimintatapoja harkittaessa ja toimintoja keskitettäessä verrataan usein eri toimintayksiköiden kustannuksia keskenään. Tällöin on tärkeää, että kustannukset on laskettu yhdenmukaisella tavalla ja että kaikki olennaiset kustannustekijät on otettu huomioon.

Suomen Kuntaliitossa on 1990-luvun alussa kehitetty kustannuslaskentamalli radiologisille yksiköille. Mallin pohjalta tehty tietokoneohjelma on laajasti käytössä erikoissairaanhoidossa ja suurimmissa terveyskeskuksissa. Pienten terveyskeskusten radiologinen toiminta on kuitenkin usein volyymiltaan vaatimatonta luokkaa, jolloin kustannusten selvittämiseen riittää yksinkertainen, yhteisesti sovittu jakomalli.

2. RÖNTGENKUVIEN DIGITOINTI JA ARKISTOINTI

Röntgenkuvien digitointi mahdollistaa kuvien sähköisen arkistoinnin ja lähettämisen verkkoa pitkin toisiin toimintayksiköihin. Röntgenkuva voidaan digitoida kolmella eri tavalla:

- Perinteiset filmit muutetaan filmidigitoijan avulla digitaalisiksi.
- Levykuvantamisjärjestelmään perustuvassa digitaalisessa kuvantamisessa käytettävät röntgenputket ja kuvaustelineet ovat perinteisiä, mutta kasetit poikkeavat perinteisestä filmikuvantamisesta. Tässä järjestelmässä röntgensäteily synnyttää kuvan levyille, mistä se luetaan erillisellä laitteella digitaaliseksi.
- Suorassa digitaalisessa kuvantamisessa kuva tuotetaan suoraan digitaaliseen muotoon analogisesta signaalista. Kuvauksessa ei tarvita kasetteja, eikä kuvaa siirretä lukijaan tai kehityskoneeseen. Toimintaperiaatteeltaan laitteet voidaan jakaa valoon perustuviin (paneeli-ilmaisimet) tai ei-valoa käyttäviin (laatikkoilmaisimet). Tällä hetkellä on olemassa keuhkokuvaustelineitä ja kuvauspöytiä, jotka tuottavat suoraan digitaalisen kuvan.

Kuvien järkevä digitointi- ja arkistointitapa riippuu tutkimusmääristä. Jos kuvauksia on vuodessa vähän, filmipohjaiset kuvat voidaan digitoida filmidigitoijan avulla ja lähettää sähköinen versio. Filmien digitointi filmidigitoijalla vie lisää aikaa noin kaksi minuuttia tutkimusta kohden. Jos kuvauksia on vuodessa 3 000–10 000, kuvat voidaan digitoida kuvanlukijan avulla. Tällöin itse kuvantaminen perustuu levykuvantamiseen. Arkistointi voidaan järjestää paikallisesti web-palvelimen ja massamuistin avulla. Tällaiseen arkistoon sopivat ½–1 vuoden kuvat. Kuvista voidaan tuottaa myös filmipohjainen kopio.

Alueellinen kuva-arkisto voi toimia terveyskeskusten digitaalisten kuvien varmuusarkistona. Se voidaan järjestää joko sairaanhoitopiireittäin tai useamman sairaanhoitopiirin kanssa yhteisesti. Alueellisella arkistolla voi olla vielä yksinkertainen varmuusarkisto.

3. LASKENTAMALLISSA KÄYTETYT KUSTANNUSLAJIT

3.1 Henkilöstökustannukset

Henkilöstökustannukset on mallissa laskettu käytetyn työajan mukaan. Radiologiseen yksikköön kohdistettava työaika on laskettu prosentteina kokonaistyöajasta, koska pienissä terveyskeskuksissa kuvaava henkilö tekee usein muutakin kuin kuvantamiseen liittyvää työtä. Tutkimuksen mukaan (Vesala 2000) suurehkoissa sairaaloissa kuluu keskimäärin 14 minuuttia tutkimusta kohden filmien käsittelyyn ja kuljettamiseen. Täysin filmittömästi toimivassa radiologisessa yksikössä tämä aika jää pois. Tämän vuoksi on kuvaavan henkilön työpanoksesta vähennetty digitaalisessa toimintamallissa kahdeksan minuuttia tutkimusta kohden. Käsittelyajan vähennys perustuu em. tutkimuksen pohjalta tehtyyn arvioon.

3.2 Yleiskustannukset

Yleiskustannukset kohdistuvat usein epätarkasti ja näin myös niiden kohdentaminen radiologisiin tutkimuksiin on hankalaa. Laskentamallissa yleiskustannukset on kohdistettu kertoimen avulla henkilöstökustannuksiin. Röntgenhoitajan tai muun kuvaavan henkilön keskimääräinen vuosipalkka (110 000 markkaa) on kerrottu 1,5:llä. Näin on saatu laskennalliset palkkakustannukset, jotka sisältävät keskimääräisen palkan, henkilösivukulut, hallinnon kustannukset, yhteiset toimitila- ja tietotekniikkakustannukset sekä mm. koulutuskustannukset.

3.3 Konsultaatiokustannukset

Konsultaatiokustannukset koostuvat radiologille kirjanpidon mukaan maksetuista palkkioista. Jos konsultaatiokustannukset ovat saatavilla ainoastaan kuntayhtymätasolla, kustannukset voidaan jakaa asukasmäärien mukaan eri terveyskeskuksille. Tässä esitetyissä laskentaesimerkeissä konsultaatiokustannukset on pidetty molemmissa toimintamalleissa (perinteinen vs. digitaalinen) samoina.

3.4 Materiaalikustannukset

Materiaalikustannukset koostuvat filmi-, kemikaali-, varjoaine-, lääke- ja tarvikkeuskustannuksista. Viimeksi mainittuihin kuuluvat esimerkiksi kuvakuoret. Kun kuvantaminen on täysin digitaalista, materiaalikustannukset todennäköisesti pienenevät merkittävästi. Sovellutusesimerkeissä on käytetty materiaalikustannuksena filmipohjaisessa toimintamallissa 9,30 mk tutkimusta kohden.

3.5 Tilakustannukset

Tilakustannukset koostuvat vuokrasta sekä siivouskustannuksista. Vuokra sisältää yllä- ja kunnossapitokustannukset sekä kiinteistöjen korjauksen ja uusinnan vaatimat kustannukset eli tiloista syntyvät pääomakustannukset. Vuokra on laskettu radiologisen yksikön kokonaispinta-alan mukaan. Tässä esimerkissä vuokra on 55 markkaa/m²/kk ja siivouksesta aiheutuvat kustannukset ovat 20 markkaa/m²/kk. Filmiarkisto vie terveyskeskuksissa useimmiten vain vähän tilaa, joten sitä ei tässä laskelmassa ole otettu huomioon. Digitaalimallissa filmiarkiston tilavarausta ei tarvita lainkaan.

3.6 Laitteiden pääomakustannukset

Laittekustannukset ovat osa pääomakustannuksista ja ne luetaan pitkävaikutteisiin tuotannon tekijäkustannuksiin. Kustannukset koostuvat mallissa laitteen hankintahinnasta tai jälleenhankintahinnasta syntyvästä pääomakustannuksesta (poistot ja korot) sekä huoltokustannuksista. Vuotuiset pääomakustannukset on laskettu annuiteettimenetelmällä, jossa laitteiden perushankintakustannus on jaettu annuiteettitekijän avulla investointiajanjakson eri vuosille annuiteeteiksi. Tällöin kustannusten vuotuinen määrä on vakio. Tässä laskentaesimerkissä korkona on käytetty viittä prosenttia ja laitetyypistä riippuen pääoman kuoletusajaksi on laskettu 5–10 vuotta, jonka jälkeen laitteen jäännösarvo on nolla markkaa. Jos todellisia huoltokustannuksia ei ole tiedossa, huoltokustannusten arviona voidaan käyttää 5–10 prosenttia hankintahinnasta.

4. LASKENTAMALLIN SOVELLUS LAITE- JA MATERIAALIKUSTANNUSTEN ARVIOINTIIN

Laskentamallin sovelluksessa lasketaan laite- ja materiaalikustannukset perinteisellä filmikuvantamisella sekä digitaalisella kuvantamisella. Molemmille toimintamalleille lasketaan kustannukset samojen tutkimusmäärien ja kuvauslaitteiden mukaan. Tällä tavalla toimintamalleja voidaan verrata keskenään. Tässä vaiheessa ei vielä oteta huomioon henkilöstö-, yleis-, konsultaatio- ja tilakustannuksia, mutta ne otetaan huomioon kohdassa 4.1 radiologisten tutkimusten yksikkökustannuksia laskettaessa.

Malli I:ssä tutkimusmäärä on 1 000–3 000 vuodessa, ja yksiköissä suoritetaan pelkästään natiivikuvauksia. Digitaalimallissa kuvat digitoidaan filmidigitoijalla ja lähetetään sen jälkeen verkkoa pitkin alueelliseen arkistoon.

Malli II:ssä tutkimusmäärä on 3 000–15 000 vuodessa. Tutkimusmäärän ollessa 3 000 lasketaan kustannukset pelkästään natiivikuvausten mukaan. 4 000–15 000 tutkimukselle lasketaan kustannukset natiivi- ja ultraäänitutkimusten mukaan. Kuvien digitointi tapahtuu kuvanlukijan avulla. Tällöin itse kuvaus perustuu levykuvantamiseen. Digitaalimallissa toimii paikallinen web-palvelimella toimiva arkistointi ja kuvat lähetetään alueelliseen arkistoon. Ultraäänitutkimuksista arkistoidaan pelkästään still-kuvat.

Malli III:ssä tutkimusmäärä on 3 000–7 000 vuodessa. Kuvaus tapahtuu paneelidetektoriperiaatteella ja tällöin kuvauslaite tuottaa suoraan digitaalisen kuvan. Malli III:a ei voi verrata perinteiseen filmikuvantamiseen. Laitteella tehdään pelkästään natiivikuvauksia ja sillä ei voida kuvata aivan kaikkea.

Taulukossa 1 on esitetty kuvauslaitteiden hankintahinnat, vuotuiset pääoma- ja huoltokustannukset sekä laitteiden pitoaika. Natiivitutkimuslaitteet sisältävät Bucky-pöydän, thorax-telineen, röntgenputken kattotelineen ja generaattorin. Esimerkin ultraääni- ja läpivalaisulaite tuottavat suoraan digitaalisen kuvan. Kehityskonetta ja liuossekoitinta käytetään ainoastaan perinteisesti filmillä kuvattaessa.

Taulukossa 2 on esitetty filmidigitoijan kustannukset.

Taulukossa 3 on esimerkki radiologisen yksikön kustannuksista, jos toiminta digitoidaan kuvanlukijan avulla ja kuvien arkistointi ja jakelu järjestettäisiin paikallisesti web-palvelimella. Web-palvelin sisältää lisenssin, joka mahdollistaa viisi yhtäaikaista käyttäjää. Esimerkin kuvanlukija lukee 50 kuvaa tunnissa ja filmitulostin on pieni lasertulostin. Jos filmitulosteiden tarve on vähäinen, voivat esim. ortopediset kuvat olla myös paperitulosteita.

Taulukossa 4 on esitetty paneelidetektoriperiaatteella toimivan kuvauslaitteen sekä alueellisen digitaalikuva-arkiston kustannukset. Esimerkin alueelliseen arkistoon voidaan tallentaa 300 000 tutkimusta vuodessa ja kapasiteetti on laskettu 10 vuodeksi. Tutkimusta kohden kustannukset ovat 2,8 markkaa.

Laitteiden hankintahinta on laskettu eri laitetoimittajien ilmoittaman listahinnan mukaan (Agfa, Medion, Tamro, Siemens).

Taulukko 1. Kustannukset kuvauslaitteista, joita on käytetty taulukoiden 5 ja 6 malleissa I ja II.

Laitteet	Hankintahinta, mk	Pääomakustannukset/v, mk	Huoltokustannukset 5 %, mk	Kustannukset/v yhteensä, mk	Pitöaika, vuotta
Natiivitutkimuslaitteet	500 000	64 750	25 000	89 750	10
Ultraäänilaitte (digitaalinen)	400 000	69 120	20 000	89 120	7
Läpivalaisulaite (digitaalinen)	1 500 000	194 250	75 000	269 250	10
Ortopantomografialaite	100 000	17 280	5 000	22 280	7
Kehityskone ja liuossekoitin	50 000	8 640	2 500	11 140	7
Yhteensä	2 550 000	354 040	127 500	481 540	

Taulukko 2. Kustannukset filmidigitoijasta, jota on käytetty taulukon 5 mallissa I.

	Hankintahinta, mk	Pääomakustannukset/v, mk	Huoltokustannukset 7 %, mk	Kustannukset/v yhteensä, mk	Pitöaika, vuotta
Filmin digitoija ja lähettävä tietokone	200 000	34 560	14 000	48 560	7

Taulukko 3. Kustannukset kuvien digitoinnista kuvelukijalla sekä Web-palvelimeen ja massamuistiin perustuvasta paikallisesta arkistoinnista. Kustannuksia on käytetty taulukon 5 mallissa II.

Laitteet	Hankintahinta, mk	Pääomakustannukset/v, mk	Huoltokustannukset 7 %, mk	Kustannukset/v yhteensä, mk	Pitöaika, vuotta
Kuvanlukija ja työasema	500 000	115 500	35 000	150 500	5
Web-palvelin, lisenssi viidelle yhtäaikaiselle käyttäjälle	200 000	46 200	14 000	60 200	5
NT-työasemiin kuvankatseluohjelmia 4 kpl à 10 000 mk	40 000	9 240	2 800	12 040	5
Kuiva laserprintteri	100 000	17 280	7 000	24 280	7
Yhteensä	840 000	188 220	58 800	247 020	

Taulukko 4. Kustannukset paneelidetektorilla toimivasta kuvauslaitteesta, jota on käytetty taulukon 5 mallissa III, sekä alueellisesta arkistosta, jota on käytetty taulukon 5 kaikissa malleissa.

Laitteet	Hankintahinta, mk	Pääomakustannukset/v, mk	Huoltokustannukset 7 %, mk	Kustannukset/v yhteensä, mk	Pitöaika, vuotta
Paneelidetektorikuvauslaite ja työasema	2 000 000	259 000	200 000	459 000	10
Alueellinen digitaalinen arkisto	2 500 000	577 500	250 000	827 500	10

Digitaalimallin laskuesimerkeissä on oletettu terveyskeskuksille neljä NT-palvelimien kuvankatseluohjelmaa (12 040 markkaa). Hyvätasoinen NT-työasema ei tulevaisuudessa tarvitse mitään erillistä kuvankatseluun sopivaa ohjelmaa.

Kuvien siirron aiheuttamat verkkokustannukset vaihtelevat tällä hetkellä 3 000:sta 10 000:een markkaan kuukaudessa riippuen etäisyyksistä, verkon omistajasta, siirtonopeudesta sekä siirron ajankohdasta. Laskuesimerkeissä käytettiin verkon kustannuksina 5 000 markkaa/kk ja se sisältää ainoastaan ulkoisen verkon kustannukset. Alueellisessa arkistossa kuvat oletetaan arkistoitavan magneettinauhalle. Yhdelle magneettinauhalle mahtuu noin 2 000 tutkimusta.

Taulukossa 5 on esitetty digitaalimallien vuotuiset laite-, materiaali- ja verkkokustannukset eri laitteistoilla ja kuvausmäärillä, taulukossa 6 filmimallien vastaavat kustannukset ja taulukossa 7 on vertailtu molempien mallien kustannuksia.

Taulukko 5. Digitaalisen kuvantamisen vuotuiset laite-, materiaali- ja verkkokustannukset eri laitteistoilla ja kuvausmäärillä. Malli I: pelkkiä natiivitutkimuksia 1 000–3 000/vuosi; kuvat digitoidaan filmidigitoijalla ja lähetetään verkossa alueelliseen arkistoon. Malli II: natiivi- ja ultraäänitutkimuksia 3 000–15 000/vuosi; kuvat on digitoitu kuvanlukijalla; paikallinen web-palvelimella toimiva massamuistiin perustuva arkistointi + alueellinen arkisto. Malli III: pelkkiä natiivitutkimuksia, suoraan digitaalinen kuva, 3 000–7 000/vuosi.

Malli	Tutkimusmäärä	Kuvauslaite-kustannukset, mk	Materiaali-kustannukset, mk ^a	Digitoimis-kustannukset, mk	Verkkokustannukset, mk ^b	Alueellisen arkiston laitekust., mk ^c	Yhteensä, mk	Tutkimusta kohden, mk
I	1 000	^d 100 890	9 300	^e 60 600	60 000	3 050	233 840	234
	1 500	100 890	13 950	60 600	60 000	4 500	239 940	160
	2 000	100 890	18 600	60 600	60 000	6 100	246 190	123
	2 500	100 890	23 250	60 600	60 000	7 700	252 440	101
	3 000	100 890	27 900	60 600	60 000	9 150	258 540	86
II	3 000	^f 89 750	–	^g 247 020	60 000	9 150	405 920	135
	5 000	^h 178 870	–	247 020	60 000	15 250	501 140	100
	6 000	178 870	–	247 020	60 000	18 300	504 190	84
	7 000	ⁱ 268 620	–	247 020	60 000	21 350	596 990	85
	8 000	268 620	–	247 020	60 000	24 400	600 040	75
	9 000	268 620	–	247 020	60 000	27 450	603 090	67
	10 000	268 620	–	247 020	60 000	30 500	606 140	61
	12 000	268 620	–	247 020	60 000	36 600	612 240	51
	15 000	268 620	–	247 020	60 000	45 750	621 390	41
III	3 000	^j 555 520	–	–	60 000	9 150	624 670	208
	5 000	555 520	–	–	60 000	15 250	630 770	126
	7 000	555 520	–	–	60 000	21 350	636 870	91

^a materiaalikustannukset (filmit + kemikaalit + kuvakuoret) 9,30 mk/tutkimus

^b 5 000 mk/kk

^c 2,8 mk/tutkimus + nauhakustannukset

^d natiivikuvauslaitteisto 89 750 mk + kehityskone ja liuossekoitin 11 140 mk = 100 890 mk

^e filmidigitoija ja lähettävä tietokone 48 560 mk + kuvankatseluohjelmat 12 040 mk = 60 600 mk

^f natiivikuvauslaitteisto

^g kuvanlukija ja työasema 150 500 mk + web-palvelin 60 200 mk + kuvankatseluohjelmia 12 040 mk + laserprintteri 24 280 mk = 247 020 mk

^h natiivikuvauslaitteisto 89 750 mk + ultraäänilaitteisto 89 120 mk = 178 870 mk

ⁱ kaksi natiivikuvauslaitteistoa 179 500 mk + ultraäänilaitteisto 89 120 mk = 268 620 mk

^j paneelidetektorilla toimiva kuvauslaitteisto 459 000 mk + web-palvelin 60 200 mk + kuvankatseluohjelmia 12 040 mk + laserprintteri 24 280mk = 555 520 mk

Taulukko 6. Perinteisen filmikuvantamisen vuotuiset laite-, ja materiaalikustannukset sekä mallin vaatiman lisätyöajan kustannukset eri laitteistoilla ja kuvausmäärillä.

Malli	Tutkimus- määrä	Kuvauslaite- kustannukset, mk	Materiaalikus- tannukset, mk	Työajasta tuleva lisä, mk	Yhteensä, mk	Tutkimusta kohden, mk
I	1 000	100 890	9 300	-	111 190	111
	1 500	100 890	13 950	-	116 340	78
	2 000	100 890	18 600	-	121 490	61
	2 500	100 890	23 250	-	126 640	51
	3 000	100 890	27 900	-	131 790	44
II	3 000	100 890	27 962	39 000	167 852	56
	5 000	190 010	46 604	65 000	301 614	60
	6 000	190 010	55 924	78 000	323 934	54
	7 000	279 760	65 245	91 000	436 005	62
	8 000	279 760	74 566	104 000	458 326	57
	9 000	279 760	83 886	117 000	480 646	53
	10 000	279 760	93 207	130 000	502 967	50
	12 000	279 760	111 849	156 000	547 609	46
15 000	279 760	139 811	195 000	614 571	41	

Mallissa I kustannukset koostuvat natiivikuvauslaitteista sekä materiaalikustannuksista. Mallissa II kuvantamislaitteet ovat samat kuin digitaalikuvantamisessa ja niihin on lisätty filmien kehittämiseen tarvittavan kehityskoneen ja liuossekoittimen kustannus 11 140 mk. Materiaalikustannuksiksi on laskettu 9,30 mk/tutkimus. Digitaalimallissa ei mene työaikaa filmien käsittelyyn, mutta filmikuvantamisessa menee. Tästä lisätyöajasta, 8 minuuttia/tutkimus, syntyvä kustannus on lisätty malliin käyttäen tuntipalkkana 65 mk/tunti ja se on kerrottu 1,5 :llä.

Taulukko 7. Mallien I ja II yksikkökustannusten vertailu.

Malli	Tutkimusmäärä	Digitaalimalli, mk/tutkimus	Filmimalli, mk/tutkimus	Kustannusero (digitaalimalli kalliimpi), mk/tutkimus
I	1 000	234	111	123
	1 500	160	78	82
	2 000	123	61	62
	2 500	101	51	50
	3 000	86	44	42
II	3 000	135	56	79
	5 000	100	60	40
	6 000	84	54	30
	7 000	85	62	23
	8 000	78	57	21
	9 000	67	53	14
	10 000	61	50	11
	12 000	51	46	5
15 000	41	41	0	

Mallissa I filmien digitointi filmidigitoijalla nostaa tutkimusten yksikkökustannukset laite- ja materiaalikustannusten osalta kaksi kertaa kalliimmiksi perinteiseen malliin verrattuna. Mallissa II kuvanlukijaa ja web-palvelinta käytettäessä tutkimusmäärän täytyy olla 15 000, jotta edellä mainitut kustannukset tutkimusta kohden ovat samansuuruiset kuin perinteisesti filmillä kuvattaessa.

4.1 Radiologisten tutkimusten yksikkökustannusten laskeminen kuudessa esimerkkikunnassa

Tässä luvussa on sovelletaan laskentamallia radiologisten tutkimusten yksikkökustannusten arviointiin kuudessa esimerkkikunnassa (A–F). Tällöin otetaan huomioon laite- ja materiaalikustannusten lisäksi henkilöstö-, yleis-, konsultaatio- ja tilakustannukset.

Laskentamallissa on käytetty pohjatietoina edellisen vuoden toteutuneita kustannuksia (vuoden 1999 hintataso). Radiologisten tutkimusten laskentamallin periaate riippuu siitä, millaisia tutkimuksia radiologinen yksikkö tuottaa. Laskentamallissa radiologiset tutkimukset on jaoteltu seuraaviin tutkimuslajeihin: natiivitutkimukset (nat), läpivalaisu- ja varjoainetutkimukset (lvp) sekä ultraäänitutkimukset (uä). Jaon perusteena on tutkimusten vaatima laitteisto. Natiivitutkimuksiin luetaan keuhko-, luu- ja ilman varjoainetta suoritettut vatsakuvaukset. Läpivalaisu- ja varjoainekuvauksista yleisimpiä ovat ruuansulatuskanavan tutkimukset sekä urografiat. Ultraäänitutkimus on useimmiten vatsan alueen primaarikuvaukset. Radiologisten tutkimusten yksikkökustannukset voidaan laskea joko suoralla jakolaskennalla tai tuotosyksikkölaskennalla.

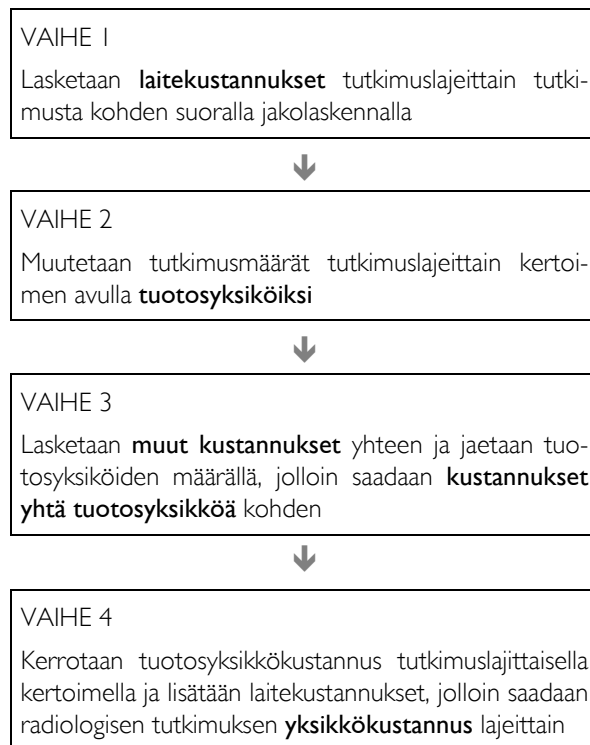
Jos radiologinen yksikkö tuottaa jatkuvasti yhtä ainoaa tuotelajia, esimerkiksi natiivikuvauksia, on kysymys yhtenäistuotannosta. Tällaiselle yksikölle sopii suora jakolaskenta. Siinä kaikki kustannukset lasketaan yhteen ja jaetaan suoritteiden (= tutkimusten) määrällä. Näin saadaan natiivitutkimuksen yksikkökustannus.

Jos radiologisessa yksikössä tuotetaan natiivi-, ultraääni- sekä läpivalaisu- ja varjoainetutkimuksia, käytetään suoraa jakolaskentaa sekä tuotosyksikkölaskentaa. Tuotosyksikkölaskennassa kustannukset jaetaan muussa suhteessa kuin tasan suoritteille. Tuotosyksikkölaskennassa tutkimusmäärät muutetaan tuotosyksiköiksi tutkimuslajeittain. Yhden tuotosyksikön aikaansaaminen aiheuttaa saman määrän kustannuksia.

Tuotosyksikön kustannusten laskentaperusteena on välitön työaikakustannus. Välitön työaika on eri tutkimuslajeissa seuraava:

- natiivikuvauksessa keskimäärin 15 minuuttia = 1 yksikkö (kerroin 1)
- ultraäänitutkimuksessa keskimäärin 30 minuuttia = 2 yksikköä (kerroin 2)
- läpivalaisu- ja varjoainetutkimuksessa keskimäärin 1 tunti = 4 yksikköä (kerroin 4)

Laskenta tapahtuu mallissa vaiheittain seuraavasti:



Seuraavassa on laskuesimerkki terveyskeskuksesta, missä tuotetaan natiivi-, läpivalaisu- ja ultraäänitutkimuksia perinteisellä filmikuvantamisella (kunta D taulukoissa 8 ja 9).

Vaihe 1: Laitekustannukset tutkimusta kohden lasketaan suoralla jakolaskennalla

Laitteet	Tutkimusmäärä	Hankintahinta, mk	Pääoma- ja huoltokustannus, mk	Kustannukset/tutkimus, mk
Natiivitutkimukset	2 520	500 000	89 750	36
Ultraäänilaitte	560	400 000	89 120	159
Läpivalaisulaite	78	1 500 000	269 250	3 452
Ortopantomografia	180	100 000	22 280	124
Filmien kehitys		50 000	11 140	3
Yhteensä	3 338	2 550 000	481 540	

Vaihe 2: Tutkimusmäärät muutetaan tutkimuslajittaisella kertoimella tuotosyksiköiksi

Tutkimuslajit	Tutkimusmäärä	Kerros x tutkimusmäärä	Tuotosyksikkömäärä
Natiivitutkimuksia + ortopantomografioita	2 700	1 x 2 700	2 700
Ultraäänitutkimuksia	560	2 x 560	1 120
Läpivalaisu- tutkimuksia	78	4 x 78	312
Yhteensä	3 338		4 132

Vaihe 3: Muut kustannukset lasketaan tuotosyksikköä kohden

Kustannuslaji	Kustannus, mk	Tuotosyksikkömäärä	Kustannus/ tuotosyksikkö, mk
Henkilöstö (kerroin 1,5)	165 000		
Konsultaatio	97 000		
Materiaalit	40 000		
Tilat	70 200		
Yhteensä	372 200	4 132	90

Vaihe 4: Lasketaan yhteen kaikki kustannukset tutkimusta kohden

Tutkimuslaji	Laitekustannukset, mk	Muut kustannukset (kerroin x ykskust), mk	Yhteensä, mk
Natiivitutkimus	(36+3) 39	90	129
Ortopantomografia	(124+3) 127	90	217
Ultraäänitutkimus	(159+3) 162	2 x 90 mk = 180	342
Läpivalaisututkimus	(3 452+3) 3 455	4 x 90 mk = 360	3 815

Kunta D:ssä natiivitutkimuksen yksikkökustannus on siis 129 markkaa, ortopantomografian 217 markkaa, ultraäänitutkimuksen 342 markkaa ja läpivalaisututkimuksen 3 815 markkaa.

Taulukossa 8 on esitetty kuuden esimerkkikunnan terveyskeskusten radiologisten yksiköiden kustannukset perinteisellä filmikuvantamisella. Taulukossa 9 näkyvät samojen yksiköiden kustannukset, jos radiologinen toiminta digitoitaisiin. Digitointi- ja arkistointikustannuksia tutkimuslajeille jaettaessa kuvanlukijasta aiheutuneet kustannukset on laskettu ainoastaan natiivikuvauksille, kun taas verkko- ja arkistokustannukset on jaettu tasan eri tutkimuksille. Ultraäänitutkimuksista arkistoidaan ainoastaan still-kuvat. Läpivalaisututkimusten tietomäärä on suurempi kuin natiivikuvauksen, mutta nauhakustannuksissa eron merkitys on vähäinen.

Taulukko 8. Terveyskeskusten radiologiset kustannukset perinteisellä filmikuvantamisella.

	Kunta A	Kunta B	Kunta C	Kunta D	Kunta E	Kunta F
Tutkimusten määrä	nat 898	nat 1 580	nat 3 004	nat 2 520 ort 180 lpv 78 uä 560 yht. 3 338	nat 5 666 lpv 136 uä 644 yht. 6 446	nat 7 155 ort 130 lpv 55 uä 1 366 yht. 8 706
Henkilömäärä	0,5	0,5	1,0	1,0	1,8	2,0 +3/5 radiologi
Henkilöstökustannukset, mk	82 500	82 500	165 000	165 000	297 000	562 500
Konsultaatiokustannukset, mk	42 000	50 000	30 000	97 000	150 000	
Materiaalikustannukset, mk	9 200	13 000	44 000	40 000	76 000	130 000
Laitekustannukset, mk	100 890	100 890	100 890	481 540	459 260	481 540
Tila, m ²	40	102	60	78	75	90
Tilakustannukset, mk	52 250	91 800	54 000	70 200	67 500	81 000
Yhteensä, mk	286 840	338 190	393 890	853 740	1 049 760	1 255 040
Kustannukset/ tutkimus, mk	nat 319	nat 214	nat 131	nat 129 ort 217 lpv 3 815 uä 342	nat 96 lpv 2 296 uä 298	nat 89 ort 248 lpv 5 200 uä 218

nat=natiivitutkimus; ort=ortopantomografia; lpv=läpivalaisu- tai varjoainetutkimus; uä=ultraäänitutkimus

Taulukko 9. Terveyskeskusten radiologiset kustannukset digitaalisella kuvantamisella (suluissa muutunut henkilömäärä)

	Kunta A	Kunta B	Kunta C	Kunta D	Kunta E	Kunta F
Henkilöstökustannukset, mk	82 500 (0,5)	82 500 (0,5)	165 000 (1,0)	118 800 (0,7)	221 100 (1,4)	442 050 (1,6+3/5 radiol.)
Konsultaatiokustannukset, mk	42 000	50 000	30 000	97 000	150 000	
Materiaalikustannukset, mk	9200	13 000	44 000			
Tilakustannukset, mk	52 250	91 800	54 000	70 200	67 500	81 000
Kuvantamislaittekustannukset, mk	100 890	100 890	100 890	481 540	459 260	481 540
Kuvien digitointi filmidigitoijalla, mk	60 600	60 600	60 600			
Kuvien digitointi kuvanlukijalla, paikallinen massamuistiarkisto, mk				247 020	247 020	247 020
Verkkokustannukset, mk	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000
Alueellisen arkiston kustannukset, mk	2 764	4 724	9 161	10 146	19 549	26 577
Yhteensä, mk	410 204	463 514	523 651	1 084 706	1 224 429	1 338 187
Kustannus/ tutkimus, mk	nat 457	nat 293	nat 174	nat 221 ort 309 uä 322 lpv 3 753	nat 133 uä 269 lpv 2 206	nat 109 ort 268 uä 179 lpv 5 111
Vuotuiset kustannukset kasväsivät, mk (%)	123 364 (30 %)	125 324 (27 %)	129 761 (25 %)	230 966 (21 %)	174 669 (14 %)	83 147 (6 %)
Digitoinnista ja arkistoinnista johtuvat ylimääräiset kustannukset/ tutkimus, mk (negatiivinen = säästöä)	nat 138	nat 79	nat 43	nat 92 ort 92 uä -20 lpv -62	nat 37 uä -29 lpv -90	nat 20 ort 20 uä -39 lpv -89

Laskentaesimerkit osoittavat selkeästi, että kaikissa esimerkkikunnissa digitaalinen kuvantaminen johtaa korkeampiin kustannuksiin kuin perinteinen filmikuvantaminen. Tutkimusmäärän kasvaessa digitaalisen kuvantamisen kustannusero perinteiseen kuvantamiseen verrattuna supistuu. Vuotuisen tutkimusmäärän noustessa 15 000 tutkimukseen ovat digitaalisen toiminnan kustannukset yhtä suuret kuin perinteisellä filmikuvantamisella.

Läpivalaisututkimusten määrät ovat viime vuosina vähentyneet terveyskeskuksissa huomattavasti. Läpivalaisulaitteiston hankintahinta on 1 500 000 mk ja läpivalaisulaitteistosta johtuvat vuotuiset kustannukset ovat 269 250 markkaa. Jos terveyskeskuksessa on vuodessa esimerkiksi 50 läpivalaisututkimusta, laitekustannukset ovat 5 385 markkaa/tutkimus, 100 tutkimuksen vuosivolyymillä 2 693 markkaa/tutkimus ja 250 tutkimuksen vuosivolyymillä 1 077 markkaa/tutkimus. Laskuesimerkin mukaan läpivalaisututkimuksia ei kannata tehdä pienissä terveyskeskuksissa, vaan ne on järkevää keskittää suurempiin kuvausyksiköihin.

5. TERVEYSKESKUSTEN YHTEISMITALLISTAMINEN JA TUOTTAVUUDEN JA TALOUDELLISUUDEN LASKEMINEN

Edellä on tarkasteltu erilaisten radiologisten tutkimusten yksikkökustannuksia kuudessa esimerkkikunnassa, kun radiologinen toiminta perustuu perinteiseen filmikuvantamiseen tai digitaaliseen kuvantamiseen. Laskelmat osoittivat huomattavia eroja eri tutkimuslajien yksikkökustannuksissa terveyskeskusten välillä, mutta niiden perusteella ei voida kuitenkaan tehdä yleispäätelmiä siitä, mikä näiden terveyskeskusten tuottavuus ja taloudellisuus on kaiken kaikkiaan, sillä ne tuottavat erilaisia tutkimuksia erilaisia määriä, ts. erilaisen tuotoksen.

Jotta voidaan verrata eri terveyskeskusten tuottavuutta ja taloudellisuutta, täytyy niiden tuotos yhteismitallistaa. Kokonaistuottavuudella tarkoitetaan toiminnan tuotoksen ja sen aikaansaamiseksi käytettyjen panosten suhdetta. Taloudellisuus merkitsee sitä, että tietty tuotos saavutetaan mahdollisimman vähäisin voimavaroin. Kun radiologinen yksikkö tuottaa natiivi-, läpivalaisu- ja ultraäänitutkimuksia, tuottavuuden ja taloudellisuuden tunnusluvut on laskettu mallissa painokertoimen (tuotosyksiköiden) avulla, koska tutkimukset ovat eriarvoisia. Painokertoimet kuvaavat eri tutkimuslajien vaatimien työaikojen ja kustannusten määrällisiä suhteita. Painokertoimien arvot on muunnettu mallissa siten, että pienin painokerroin saa arvon yksi ja muut samassa suhteessa olevan arvon.

Yksikkökustannukset eivät sellaisenaan kerro, miten hyvä tai huono toiminnan tulos on. Niitä täytyy vertailla johonkin vertailulukuun. Laskentamallissa on natiivitutkimuksissa painokertoimena ollut 1 ja ultraäänitutkimuksissa 2. Läpivalaisu- tutkimukset on mallissa poistettu terveyskeskusten radiologisten tutkimusten valikoimasta, koska niiden yksikkökustannukset ovat kohtuuttoman suuret verrattuna muihin tutkimuksiin eikä niitä siten ole järkevää tehdä pienissä terveyskeskuksissa. Kokonaistuottavuus on saatu jakamalla painotetut tuotosyksiköt kustannuksilla x 100. Kokonaistaloudellisuus on saatu jakamalla kustannukset painotetulla tuotosyksikkömäärällä. Taulukossa 10 on yhteenveto esimerkkikuntien terveyskeskusten radiologisista yksikkökustannuksista sekä kokonaistuottavuudesta, kun radiologinen toiminta perustuu perinteiseen filmikuvantamiseen. Näin laskien toiminta on tuottavuudeltaan parasta esimerkkikunnassa F ja heikointa kunnassa A.

Taulukko 10. Terveyskeskusten radiologisen toiminnan kokonaistaloudellisuus ja -tuottavuus

	Kunta A	Kunta B	Kunta C	Kunta D (nat+uä)	Kunta E (nat+uä)	Kunta F (nat+uä)
Tuotosyksiköt	898	1 580	3 004	3 820	6 954	10 017
Kokonais- kustannukset, mk	286 840	338 190	393 890	584 490	780 510	985 790
Kustannukset/ yksikkö, mk	319	214	131	153	112	98
Kokonaistuottavuus	0,31	0,47	0,76	0,65	0,89	1,02

5.1 Esimerkkilaskelma kuvien digitoinnin ja arkistoinnin aiheuttamista kustannuksista Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä

Seuraavassa laskentamallin soveltamista laajennetaan kuvien digitoinnista ja arkistoinnista aiheutuvien kustannusten arviointiin kokonaisen sairaanhoitopiirin alueella. Laskentaesimerkki perustuu seuraaville lisäoletuksille:

- Radiologinen toiminta lopetetaan terveyskeskuksista, joissa on alle 3 000 tutkimusta vuodessa, ja tarvittavat kuvat otetaan muualla ja lähetetään terveyskeskuksiin verkkoa pitkin. Kuvat lähetetään myös kuntiin, joissa ei tällä hetkellä ole radiologista toimintaa. Tällöin kustannuksissa otetaan huomioon ainoastaan verkkokustannukset. Tutkimusmäärät radiologista yksiköistä, joista toiminta loppuisi, on lisätty kuntayhtymien pääterveysasemille.
- Kustannuksia laskettaessa on otettu huomioon kuvaavien yksiköiden olemassa oleva laitekanta. Kuopion yliopistolliseen sairaalaan sekä Iisalmen ja Varkauden aluesairaalaan on oletettu paikalliset pitkäaikaisarkistot. Terveyskeskuksissa kuvat digitoidaan kuvanlukijan avulla. Kaikista kuvista lähetetään kopiot alueelliseen arkistoon. Terveyskeskuksissa ei ole huomioitu erillisiä radiologeille tarkoitettuja työasemia. Oletus on, että konsultaatiopalvelut keskittään, ja ainoastaan ultraäänitutkimukset tehdään terveyskeskuksissa.

Taulukko 11. Kuvien digitoimisesta ja arkistoinnista aiheutuvat kustannukset Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä (KYS = Kuopion yliopistollinen sairaala; IAS = Iisalmen aluesairaala; VAS = Varkauden aluesairaala)

Sairaala/ terveyskeskus	Tutkimus- määrä	Digitointi- ja arkis- tointilaitteiden hankintahinta mk	Digitointi- ja paikal- liset arkistointikus- tannukset mk/vuosi	Verkkokus- tannukset mk/ vuosi ^a	Alueellisen arkiston laitekustannukset mk/vuosi ^b	Vuotuiset kustannukset yhteensä mk	Kustannuk- set/ tutki- mus mk
KYS	1 14 204	6 090 000	1 833 090	60 000	347 271	2 240 361	20
IAS	27 048	1 860 000	559 860	60 000	82 234	702 094	26
VAS	23 439	1 860 000	559 860	60 000	71 129	690 989	29
Kuopio tk	27 685	660 000	198 660	60 000	83 518	342 178	15
Vehmersalmi				60 000		60 000	
Siilinjärvi	8 706	800 000	234 980	60 000	26 377	321 357	44
Maaninka				60 000		60 000	
Lapinlahti	6 388	800 000	234 980	60 000	16 090	311 070	58
Varpaisjärvi				60 000		60 000	
Kiuruvesi	6 446	800 000	234 980	60 000	19 749	326 769	51
Sonkajärvi	3 004	800 000	234 980	60 000	9 161	316 181	105
Leppävirta	5 727	800 000	234 980	60 000	17 436	312 416	55
Nilsinä	6 215	800 000	234 980	60 000	18 802	313 782	60
Rautavaara				60 000		60 000	
Koillis-Savo							
Juankoski	6 529	800 000	234 980	60 000	19 981	314 961	67
Kaavi				60 000		60 000	
Tuusniemi				60 000		60 000	
Sisä-Savo							
Suonenjoki	8 302	800 000	234 980	60 000	25246	320 226	60
Karttula				60 000		60 000	
Vesanto				60 000		60 000	
Rautalampi				60 000		60 000	
Tervo				60 000		60 000	
Pielavesi	4 173	800 000	234 980	60 000	12 784	307 764	88
Keitele				60 000		60 000	
Yhteensä	247 866	17 670 000	5 266 290	1 440 000	749 778	7 420 148	30

^a 5 000 mk/kk

^b 2,8 mk/tutkimus + nauhakustannukset

Koko sairaanhoitopiirissä digitaalilaitteiden hankintahinta on 17,7 milj. mk ja vuotuiset kustannukset ovat 7,4 milj. mk. Vuotuiset kustannukset sisältävät digitoimisekä arkistointilaitteiden pääomasta johtuvat poistot (5 % korko), huoltokustannukset (7 % hankintahinnasta) sekä alueellisen arkistoinnin ja ulkoiset verkkokustannukset. Tutkimusta kohden kustannukset ovat keskimäärin 30 mk.

Kustannuksiin tulee lisäksi RIS:n (Radiologic Information System) kustannukset. RIS:n hankintahinta on noin 800 000 mk, josta vuotuinen pääomakustannus on 152 000 mk ja ylläpitokustannukset 120 000 mk, eli vuotuiset kustannukset ovat yhteensä 272 000 mk. Kun nämä vielä lisätään vuotuisiin kustannuksiin, saadaan kustannukseksi tutkimusta kohden 31 mk.

6. YHTEENVETO

Laskentaesimerkit osoittavat, että tutkimusmäärän kasvaessa digitaalisen kuvantamisen kustannusero perinteiseen kuvantamiseen verrattuna supistuu. Vuotuisen tutkimusmäärän noustessa 15 000 tutkimukseen ovat digitaalisen toiminnan kustannukset yhtä suuret kuin perinteisellä filmikuvantamisella. Kuvanlukijasta aiheutuvat kustannukset ovat tällä hetkellä vielä korkeat, mikä nostaa digitaalisen toiminnan kustannuksia. Markkinoille on kuitenkin tulossa terveyskeskuksille soveliaampia pienempiä laitteita. Sen jälkeen, kun markkinoilla on hinnaltaan kohtuullinen suoraan digitaalista kuvaa tuottava laite, kustannukset muuttuvat täysin.

Digitaalilaitteiden kustannuksia nostaa laitteiden lyhyt käyttöikä. Oletettavasti myös niiden huoltokustannukset ovat korkeammat kuin perinteisessä kuvausteknologiassa. Laskentamallissa on oletettu digitaalilaitteille viiden vuoden käyttöaika ja vuotuisen huoltokustannusten on arvioitu olevan 7–10 % laitteen hankintahinnasta. Tekniikan kehittymistä on vaikea ennakoida, mutta laitteiden ja ohjelmistojen käyttöiät näyttävät kuitenkin olevan pitenemään päin. Digitaalitekniikka on nopeasti kehittyvää teknologiaa ja markkinavoimat määräävät hinnan.

Suurin hyöty digitaaliradiologiasta saavutetaan tiedon kulun nopeutumisenä. Kuvien odottelu ei vie kohtuuttomasti aikaa ja kuvia käsittelemällä niistä saadaan enemmän informaatiota esille. Kuvat eivät ole kadoksissa ja ne ovat aina tarvittaessa käytettävissä. Digitaalinen kuvantaminen säästää huomattavasti työaikaa, sillä automatiikkaa huolehtii kuvaliikenteestä. Suurin hyöty tiedon kulun nopeutumisesta saadaan kuitenkin silloin, kun uudistetaan myös muita toimintatapoja ja käytetään kaikki tiedonsiirron ja digitaalisen arkistoinnin suomat mahdollisuudet.

7. KIRJALLISUUTTA

Jyrkkiö E, Riistama V 1999. Laskentatoimi päätöksenteon apuna. Porvoo: WSOY.

Sintonen H 1995. Terveysthuollon menetelmien tehokkuuden ja taloudellisuuden arviointi. Dialogi 1995;8:18-19.

Vesala H-H 1997. Selvitys ja taloudellinen arviointi Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin terveyskeskusten radiologisesta toiminnasta. Pro gradu-tutkielma. Kuopion yliopisto. Terveysthallinnon ja -talouden laitos.

Vesala H-H 2000. Mitä vaikuttaa siirtyminen röntgenfilmiarkistoinnista digitaaliarkistointiin. Arviointitutkimus arkistointimallien kustannuksista ja vaikutuksista työmenetelmiin. Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin julkaisu n:o 55/2000.