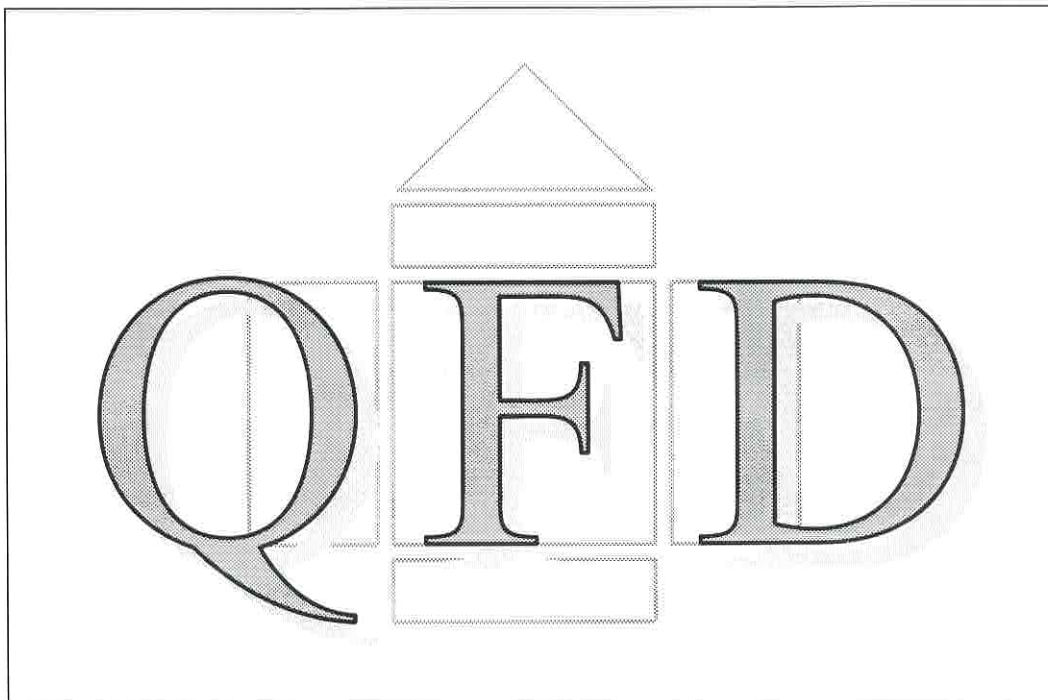


Antti Lakka, Petri Laurikka & Mikko Vainio

# Asiakaslähtöinen suunnittelu QFD rakentamisessa





# Asiakaslähtöinen suunnittelu QFD rakentamisessa

Antti Lakka, Petri Laurikka & Mikko Vainio

VTT Rakennustekniikka



ISBN 951-38-4840-X (nid.)

ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 951-38-6719-6 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)

ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)

Copyright © Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) 1995

#### JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT  
puh. vaihde (90) 4561, telekopio (90) 456 4374

Statens tekniska forskningscentral (VTT), Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT  
tel. växel (90) 4561, telefax 456 4374

Technical Research Centre of Finland (VTT), Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland  
phone internat. + 358 0 4561, telefax + 358 0 456 4374

VTT Rakennustekniikka, Rakentaminen ja kiinteistönhallinta, Tekniikankatu 1, PL 1802, 33101 TAMPERE  
puh. vaihde (931) 316 3111, telekopio (931) 316 3497

VTT Byggnadsteknik, Byggnade och fastighetsförvaltning, Tekniikankatu 1, PB 1802, 33101 TAMMERFORS  
tel. växel (931) 316 3111, telefax (931) 316 3497

VTT Building Technolgy, Construction and Facility Management, Tekniikankatu 1, P.O.Box 1802,  
FIN-33101 TAMPERE, Finland  
phone internat. + 358 31 316 3111, telefax + 358 31 316 3497

1.5.2005 lähtien/since 1.5.2005

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT  
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT  
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FI-02044 VTT, Finland  
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 4374

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Hermiankatu 8 G, PL 1802, 33101 TAMPERE  
puh. vaihde 020 722 111, telekopio 020 722 3497

VTT Byggnadsteknik, Hermiankatu 8 G, PB 1802, 33101 TAMMERFORS  
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 3497

VTT Building and Transport, Hermiankatu 8 G, P.O.Box 1802, FI-33101 TAMPERE, Finland  
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 3497

Lakka, Antti, Laurikka, Petri & Vainio, Mikko. Asiakaslähtöinen suunnittelu. QFD rakentamisessa [Quality Function Deployment. QFD in construction]. Espoo 1995, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1685. 54 s. + liitt. 9 s.

UDK 69:658.62:658.5

Avainsanat construction, quality, requirements, design, product development, methods, customer-oriented, project, management

## TIIVISTELMÄ

QFD:n soveltaminen rakentamiseen -projektin tavoitteena oli soveltaa muussa teollisuudessa hyväksi havaittua asiakaslähtöisen suunnittelun menetelmää ja sovittaa menetelmä suomalaiseen rakentamisen projektikäytäntöön. QFD-menetelmä on kehitetty apuvälineeksi asiakasvaimusten ja tuoteominaisuuksien hallintaa varten ja sen avulla suunnitteluprosessia on pystytty nopeuttamaan ja parantamaan sen osu-matarkkuutta.

Menetelmä soveltuu rakentamisessa mm. seuraaviin tarkoituksiin:

### 1. Rakennushanke

- hankesuunnittelussa suunnittelutavoitteiden asettaminen
- erikoissuunnittelussa asiakkaan tavallisuudesta poikkeavan vaatimuksen täyttäminen

### 2. Rakennusyrityksen kehittämiseen

- strateginen suunnittelu
- tuotekehitys
- toiminnan kehittäminen.

Tutkimuksessa QFD:tä sovellettiin todellisissa rakennusprojekteissa. Testikohteiksi valittiin seuraavat rakennusprojektin vaiheet:

1. Asuinkerrostalon hankesuunnittelu
2. Suuren toimistorakennuskohteen ravintolan suunnittelu
3. Teollisuusrakennuksen rakennesuunnittelu.

Sovellettaessa QFD:tä rakennushankkeisiin menetelmä on erityisesti projektipäällikön johtamisen apuväline. Suurin hyöty menetelmästä on, että projektipäälliköllä on käytettävissään systemaattinen menetelmä koota ja analysoida asiakkaan tarpeita. Tarpeiden selvittäminen on soveltamisen kriittisin vaihe, johon käytetään erilaisia menetelmiä. Näitä ovat haastattelu, tiimityöskentely, kysely ja näiden erilaiset yhdistelmät. QFD-työskentely pakottaa asiakkaan keskittymään tulevaan tilaansa ja siihen kohdistuviin vaatimuksiin.

QFD ei korvaa asiantuntemusta. Menetelmän lisäarvo asiantuntijalle on, että sen avulla pystyy tunnistamaan kaikkein kriittisimmät asiakasvaatimukset ja löytämään niitä vastaavat ominaisuudet. Toisaalta matriisi muodostaa dokumentin, josta ilmenee tehtyjen päätösten perusteet vielä jälkikäteenkin.

Tässä tutkimuksessa ei pyritty kehittämään koko rakennusta kattavaa ominaisuusjärjestelmää. Kolmen sovelluskohteen kokemukset vahvistivat käsitystä, että menetelmää sovellettaessa kannattaa matriisin koko rajata alle 30 riviin tai sarakkeeseen.

Projektin yhteydessä kehitettiin QFD-Laatatulo-sovellus, jonka avulla voidaan täyttää ja hallita QFD-matriisia. Excel-tilukkolaskentaohjelman päälle laadittu sovellus osoittautui oivalliseksi työkaluksi hallita QFD-matriisia. Sen etuja ovat mm. helppokäyttöisyys, tilukon vapaa muokattavuus ja sovelluksen helppo levittävyys.

Lakka, Antti, Laurikka, Petri & Vainio, Mikko. Asiakaslähtöinen suunnittelu. QFD rakentamisessa [Quality Function Deployment. QFD in construction]. Espoo 1995, Technical Research Centre of Finland, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1685. 54 p. + app. 9 p.

**UDC** 69:658.62:658.5

**Keywords** construction, quality, requirements, design, product development, methods, customer-oriented, project, management

## ABSTRACT

The purpose of the QFD in Construction project was to apply the method of customer-oriented design proven in other industries, and to adapt it to the project management practice of Finnish construction. The method has been developed as a tool for controlling customer demands and product properties, and it has enabled the speeding up of the design process and made it more responsive to customer needs.

In construction, the method is applicable to purposes such as:

1. Building project
  - setting of project objectives in project programming
  - meeting of an unusual demand by customer which is not a routine procedure for the firm in special design
2. Development of a building company
  - strategic planning
  - product development
  - performance development.

The following phases of the construction project were selected for testing:

1. Programming for an apartment block
2. Restaurant of a large office complex
3. Structural design of an industrial building.

QFD is a tool of, especially, the project manager when applied to construction projects. Its greatest advantage is that it provides the project manager with a systematic method of compiling and analysing the customers needs. The problem is, generally, that the customer himself does not know his needs. Application of QFD forces the customer to focus on his future situation and the related demands.

The most critical phase of application is the definition of customer demands. Various methods are available according to the needs. They include interviews, teamwork, inquiries and various combinations of these. The filling in of the matrix in itself is just a mechanical procedure required to organize the material.

QFD is not a substitute for expertise. It provides added value to the expert in that it enables distinguishing the most critical customer demands and discovering the

corresponding properties. On the other hand, the matrix is a document that shows the grounds for decisions later on.

This study did not aim at developing a property system to cover the entire building. The experiences from the three application projects support the idea that it is worthwhile limiting matrix size to less than 30 rows or columns when applying the method.

A modern advanced spreadsheet program is best suited for controlling the QFD matrix as it is, for instance, user-friendly and flexible. The QFD-Laautalo application was developed in connection with the project to facilitate the filling in and control of the QFD matrix. It has been developed both Finnish and English versions. The application was written in the macro language of Microsoft Excel 4.0.

The QFD-Laautalo application can be used to process the QFD matrix and compute the weights of various properties. In addition to applying it to the basic matrix, it can be used to set a new target goal, to compare one property against another and to prepare a new QFD matrix for the next phase. The application built on top of the spreadsheet program proved to be an excellent tool for controlling the QFD matrix.



## ALKUSANAT

Tämä julkaisu on laadittu osana VTT:n Systematisoitu talonrakennus STAR-tutkimusohjelmaa. Sen yleisenä tavoitteena on edistää rakennusalan yritysten siirtymistä asiakaslähtöiseen, tuotannon vaatimukset huomioonottavaan systemaattisesti hallittuun rakentamiseen, joka johtaa rakentamisen oleelliseen nopeutumiseen ja rakennuskustannusten pienenemiseen hallitulla laatutasolla. Tutkimusohjelma ajoittuu vuosille 1994 - 96.

QFD:n soveltaminen rakentamiseen -projektin tavoitteena on soveltaa muussa teollisuudessa hyväksi havaittua asiakaslähtöisen suunnittelun QFD-menetelmää ja testata menetelmää käytännön rakennushankkeissa.

Tutkimuksen johtoryhmään ovat kuuluneet johtaja Jalo Takala (Skanska Oy), johtaja Hannu Parikka (Puolimatka-Yhtymä Oy), suunnittelupäällikkö Antti Varpe (A-Insinöörit Oy), erikoistutkija Jukka Pekkanen (Teknologian kehittämiskeskus) ja johtava tutkija Pekka Pajakkala (VTT).

Projektipäällikkönä on ollut erikoistutkija Antti Lakka (VTT) ja muuna projektiryhmänä tutkija Petri Laurikka (VTT), tutkija Mikko Vainio (VTT) ja erikoistutkija Pekka Huovila (VTT). Tutkimuksessa kehitetyn QFD Laatutalo-sovellusohjelman on laatinut tutkija Seppo Salminen (VTT). Tietoaineiston käsittelyyn ovat lisäksi osallistuneet tilastosuunnittelija Risto Rintanen (VTT) ja sihteeri Leena Jäppinen (VTT). Tekijät haluavat kiittää projektiin yrityspuolelta osallistuneita - erityisesti Joni Mikkolaa ja Petri Anttalaista (Puolimatka) sekä Erkki Heikkistä ja Juha Hetemäkeä (Skanska).

Tampereella lokakuussa 1995

Pekka Pajakkala

# SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT .....	5
ALKUSANAT .....	7
1 TAUSTAA .....	10
1.1 Tutkimuksen tavoite .....	10
1.2 Quality function deployment QFD.....	10
1.3 QFD:n soveltaminen muussa teollisuudessa.....	11
1.4 QFD:n käyttäjiä rakentamisessa .....	12
2 QFD:N PÄÄPERIAATTEET .....	14
2.1 Laatutalo .....	14
2.2 Asiakastarve .....	15
2.3 Ominaisuudet.....	16
2.4 Tarpeen ja ominaisuuden välinen riippuvuus.....	16
2.5 Ominaisuuksien välinen riippuvuus.....	17
2.6 Kilpailija-analyysi.....	17
2.7 Painoarvo .....	17
3 SOVELTAMINEN RAKENTAMISESSA.....	19
3.1 Rakennushanke.....	19
3.2 Rakennusyrityksen kehittäminen .....	20
4 KOLME SOVELLUSKOHDETTA .....	22
Case 1: asuinkerrostalon hankesuunnittelu, Skanska Oy .....	22
Lähtökohta ja tavoite.....	22
As. Oy Helsingin Kellosaarenranta.....	22
Asiakasvaatimusten mittaaminen.....	23
Kyselyn tulokset .....	24
QFD-matriisi .....	24
QFD:n vaikutukset tuloksiin .....	24
Case 2: KVR-kohteen erikoissuunnittelu, Puolimatka-Yhtymä Oy.....	28
Lähtökohta ja tavoite.....	28
Kiinteistö Oy Spektrin Trion ravintola .....	28
Asiakkaiden tarpeiden selvitys .....	29
QFD-matriisin täyttäminen.....	29
QFD:n vaikutukset tuloksiin .....	34
Riippuvuuskertoimen vaikutus tulokseen .....	35
Case 3: teollisuusrakennuksen rakennesuunnittelu, A-Insinöörit Oy.....	39
Lähtökohta ja tavoite.....	39
Kiilto Oy:n tehdastilojen laajennus .....	39
Asiakasvaatimusten selvitys .....	40
QFD:n 1-vaihe.....	40
QFD:n 2-vaihe.....	40

QFD:n vaikutukset tuloksiin .....	44
<b>5 KÄYTÄNNÖN TYÖSKENTELY .....</b>	<b>46</b>
5.1 Perehtyminen QFD-menetelmään .....	46
5.2 Sovelluskohteiden valinta.....	46
5.3 Tiedonkeruu .....	47
5.4 Tulosteet .....	47
<b>6 QFD-MATRIISIN HALLINTA .....</b>	<b>48</b>
6.1 Valmisohjelmat .....	48
6.2 Taulukkolaskentaohjelmat.....	49
6.3 QFD-Laaturalo-sovellus taulukkolaskentaohjelmaan .....	49
<b>7 JOHTOPÄÄTÖKSET.....</b>	<b>53</b>
<b>LÄHDELUETTELO .....</b>	<b>54</b>

## LIITTEET

QFD:n sovelluskohteita Japanissa	1
QFD:n sovelluskohteita USA:ssa	2
Riippuvuuskertoimen testimatriisi	3
Kyselylomake	4
QFD-Laaturalo -sovelluksen asennus	5

# 1 TAUSTAA

## 1.1 TUTKIMUKSEN TAVOITE

Tutkimuksen tavoitteena on analysoida japanilainen asiakaslähtöisen laadun suunnittelun menetelmä QFD, testata menetelmää käytännön rakennusprojekteissa ja sovittaa menetelmä suomalaiseen rakentamisen projektikäytäntöön.

## 1.2 QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT QFD

QFD on kehitetty apuvälineeksi asiakasvaatimusten ja tuoteominaisuuksien hallintaa varten ja sitä on käytetty menestyksellisesti nopeuttamaan suunnitteluprosessia ja lisäämään sen osumatarkkuutta.

Menetelmän englanninkielinen nimi *Quality Function Deployment* on vaikeasti käännettävissä suomeksi. Sanaa *deploy* käytetään shakkipelissä merkityksessä *ryhmittää* nappulat. Menetelmän japaninkielinen nimi on *Hin Shitsu Ki No Ten Kai*, joka voidaan kääntää seuraavasti suomeksi:

- Hin Shitsu      laatu, ominaisuudet, attribuutit
- Ki No            toiminta, mekanisointi
- Ten Kai         levittäminen, kehittäminen, kehitys, ryhmittäminen (kuva 1).

QFD:tä voisi siten kutsua laatu-toiminto-ryhmittämiseksi, jossa laadulla pitää ymmärtää asiakkaan asettamaa laatuvaatimusta ja toiminnolla tuotteen toimintaa tai ominaisuutta. Amerikkalainen QFD-asiiantuntija ja Rank-Xeroxin entinen johtaja Don Clausing pelkistää QFD:n määritelmäksi "Asiakaslähtöinen tuotekehitys". QFD ei menetelmänä rajoitu yksittäisen taulukon täyttämiseen, vaan sisältää kokonaisen asiakaslähtöisen tuotekehityksen filosofian. Menetelmää hyvin kuvaava suomenkielinen nimi on asiakaslähtöinen laadun suunnittelu. /3, 4, 6, 11, 13/

品質 機能 展開

HIN

SHITSU

KI

NO

TEN

KAI

*Kuva 1. QFD-menetelmän japaninkielinen nimi, joka on käännetty suomeksi asiakaslähtöinen laadun suunnittelu. /11/*

### 1.3 QFD:N SOVELTAMINEN MUUSSA TEOLLISUUDESSA

Asiakaslähtöinen laadun suunnittelu QFD on alun perin japanilaisen Yoji Akaon esittelemä tuotekehitysmenetelmä. Se on ensimmäisen kerran otettu käyttöön Japanin laivarakennusteollisuudessa. Myöhemmin menetelmää on kehitetty, ja sen käyttö on levinnyt laajasti muuhun valmistavaan teollisuuteen ja myös rakentamiseen. Kirjallisuudessa QFD:n soveltajaksi mainitaan usein etenkin Japanin autoteollisuus.

Menetelmä kulkeutui Japanista Yhdysvaltoihin 1980-luvulla, missä sen otti käyttöön ainakin auto- ja elektroniikkateollisuus. QFD nähdään keskeisenä apuvälineenä hallita laajoja tuotekehitysprojekteja, joihin osallistuu useita eri osapuolia. QFD:n rinnalla kehittämissuunnitelmien hallitsemiseen käytetään prosessijohtamista ja keskitettyä tietokoneavusteista suunnittelutietokantaa.

Suomen ensimmäinen QFD:tä soveltanut asiakaslähtöisen kehitystyön sovellushanke julkaistiin vuonna 1984. Nykyään arvioidaan Suomessa olevan parikymmentä yritystä, jotka hyödyntävät aktiivisesti QFD:tä tuotekehityksessään. Menetelmää soveltaa esimerkiksi Nokia kannettavien puhelinten kehitystyössä ja Tunturipyörä kuntolaitekehityksessään. Myös VTT Elektroniikka on soveltanut menetelmää ohjelmistokehityksessään.

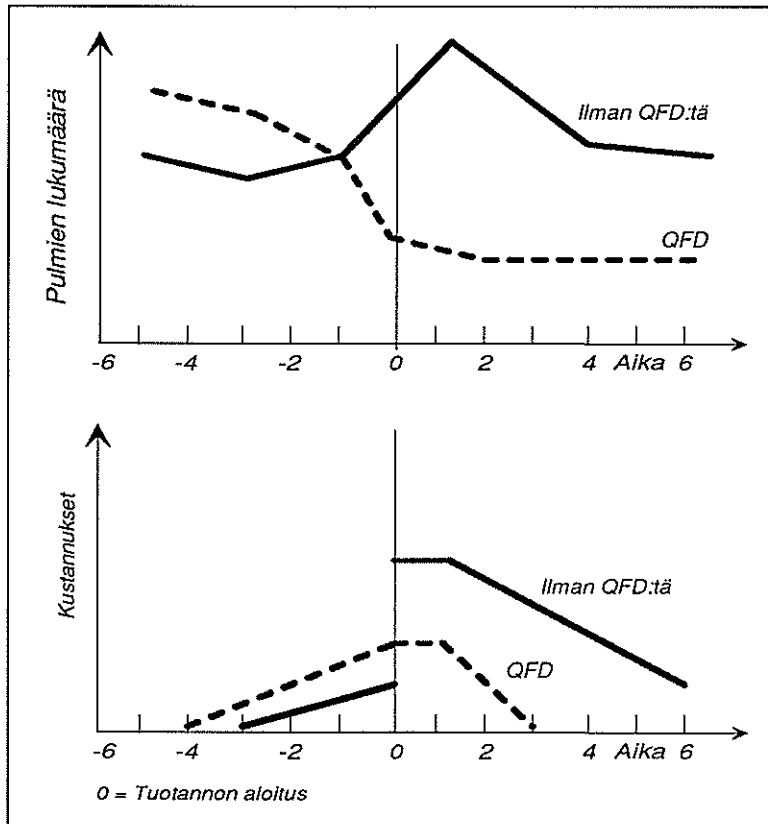
Valmistava teollisuus pyrkii selvittämään asiakkaiden todelliset tarpeet mahdollisimman aikaisessa tuotekehitysprojektin vaiheessa. Asiakasvaatimusten hallintaan käytetään apuvälineenä yhä useammin QFD-menetelmää. Toisaalta tuotekehitysprojekti pyritään toteuttamaan samanaikaisesti prosessin suunnittelun kanssa, jotta tuote saataisiin mahdollisimman nopeasti markkinoille ennen kilpailijoita. Tällöin tuotteen hintaa voidaan pitää hieman korkeampana ja yrityksen kannattavuus on parempi kuin hitaalla tuotekehittäjällä. Apuvälineenä käytetään prosessijohtamista, siihen liittyvää tiimityöskentelyä ja tuoteominaisuuksien hallintaan QFD:tä.

Perinteinen tuotekehityksen lähtökohta on ollut uusi tekninen mahdollisuus. Tähän perustuen on kehitetty uusi tuote, jonka on oletettu kiinnostavan asiakkaita. Tekniseen uutuuteen perustuvat tuotteet ovat usein kohdanneet vaikeuksia markkinoilla. Ne eivät olekaan vastanneet asiakkaiden odotuksia. Usein parempi lähestymistapa on kehittää jo olemassa olevaa tuotetta vastaamaan entistä paremmin asiakkaan vaatimuksia.

Insinöörien mielestä tuotetta voidaan pitää uutena vasta, kun yli 80 % sen komponenteista edustaa uutta sukupolvea. Asiakas pitää tuotetta uutuuksena, kun noin 40 % sen komponenteista edustaa jotain uutta ja entistä parempaa. Täysin uuteen tekniseen ratkaisuun liittyy lisäksi tekninen riski, ettei sen kaikkia "lastentauteja" pystytä havaitsemaan ennen tuotteen laskemista markkinoille.

QFD:n avulla pyritään tuotekehitys suuntaamaan asiakkaan arvostamien ominaisuuksien parantamiseen. Systemaattisella lähestymistavalla pystytään eri asiakasvaatimuksia painottamaan paremmin suhteessa toisiinsa ja löytämään ne keskeiset tuoteominaisuudet, jotka ovat kriittisiä asiakasvaatimusten täyttämiseksi.

Asiakasvaatimusten analysoimisella on myönteinen vaikutus koko uuden tuotteen tuotekehitysprosessiin ja tuotannon tuottavuuteen. Huolellinen määrittely nopeuttaa tuotekehitysprosessia vähentämällä myöhäisessä vaiheessa havaittavia muutostarpeita. Tuotekehitysvaiheen turhat iteraatiokierrokset hidastavat suunnitteluprosessia ja häiritsevät tuotantoa. Analysoitaessa varsinainen tavoite huolellisesti jo tuotekehitystyön alkuvaiheessa voidaan ennaltaehkäistä myöhemmin ilmeneviä pulmatilanteita ja välttää virhekustannuksia (kuva 2). /1, 3, 6, 11, 13/



Kuva 2. Pulmatilanteiden määrä ja virhekustannukset ennen ja jälkeen tuotannon aloituksen valmistavassa teollisuudessa. QFD:n avulla voidaan vähentää sekä pulmatilanteita että virhekustannuksia. /13/

#### 1.4 QFD:N KÄYTTÄJIÄ RAKENTAMISESSA

Suurin ero QFD:n alkuperäisen käyttötarkoituksen ja rakentamisen välillä on rakennushankkeen osapuolien suuri lukumäärä ja se, että rakennuksen valmistaja ei itse suunnittele tuotettaan. Tämä korostaa projektin osapuolien välillä olevia rajoituksia ja vaikeuttaa toimintatapojen kehittämistä. Osittain yhteistyön ja toimintatapojen kehittämisen vaikeus johtuu siitä, että yhteistyösopuudet vaihtuvat projektista toiseen. Valmistava teollisuus on ratkaissut suuren ja hajanaisen alihankkijajoukon kanssa toimimisen alkamalla kehittää kiinteitä yhteistyösuhteita tiettyjen keskeisten toimittajien kanssa.

Rakentamisessa QFD-menetelmää käytetään ainakin Japanissa, Yhdysvalloissa, Britteinsaarilla ja Ruotsissa. Japanilaiset rakennusliikkeet soveltavat QFD:tä hyvin tavanomaisissakin rakennushankkeissa. Menetelmää ei kuitenkaan sovelleta kaikissa rakennushankkeissa vaan ainoastaan silloin, kun soveltamiseen on jokin erityinen tarve. Tällainen erikoistarve voi olla esimerkiksi asiakkaan erikoistoivomus, jonka toteuttaminen ei ole rakennusliikkeelle rutiinitoimenpide. Menetelmää on sovellettu Japanissa laajasti eri tarkoituksiin. Asiakkaana voi myös olla ns. sisäinen asiakas - ei välttämättä aina rakennuksen loppukäyttäjä. Liitteenä 1 on luettelo esimerkkejä japanilaisista sovelluskohteista.

Yhdysvalloissa QFD:tä käytetään laajasti eri teollisuuden aloilla. QFD nähdään keskeisenä apuvälineenä hallita laajoja tuotekehitysprojekteja, joihin osallistuu useita eri osapuolia. Valtaosa kirjoittajien tiedossaolevista QFD:n sovelluskohteista rakentamisessa liittyy hankkeen tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheisiin. Sovelluskohteita löytyy myös prosessin kehittämisestä. Esimerkkinä voidaan mainita rakennusvaiheen kriittisten työvaiheiden etenemisen varmistaminen. Liitteenä 2 on luettelo esimerkkejä sovelluskohteista USA:ssa.

Ruotsissa menetelmää on kokeiltu vuosina 1992 - 93 kolmessa rakennusprojektissa. Sovelluskohteina olivat:

1. rakennuksen pohjarakenteiden suunnittelu
2. rakennesuunnitelmat hankeprosessin näkökulmasta
3. lattiarakenteen suunnittelu.

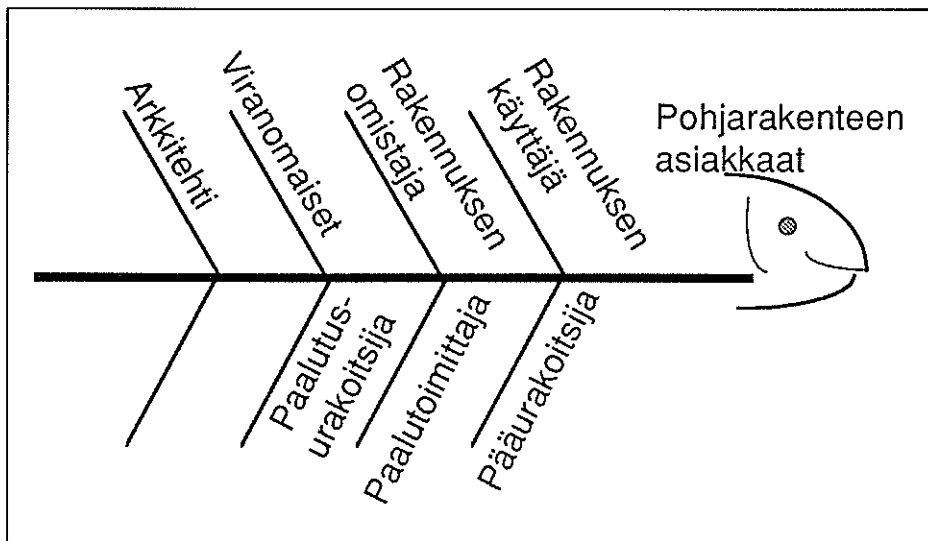
Tämän jälkeen ainakin rakennusliike JM Byggnads och Fastighets AB on ottanut menetelmän osaksi normaalia kehitystyötään. JM soveltaa QFD:tä asunusuunnitteluun, jossa ensimmäinen sovelluskohde oli keittiön suunnittelu. Kehityshankkeeseen on osallistunut JM:n yhteistyösapuolina mm. kalustevalmistaja ja kodinkonevalmistaja. /1, 2, 5, 9, 10/

## 2 QFD:N PÄÄPERIAATTEET

Asiakaslähtöisen laadun suunnittelun keskeinen anti on asiakkaiden tarpeiden muuttaminen tuote-, osa- ja prosessiominaisuuksiksi. Käytännössä työskentely pohjautuu asiakkaan tarpeiden selvittämiseen, eri teknisten ratkaisujen ideointiin ja arviointiin sekä QFD-matriisien täyttämiseen. Myös erilaisten työkalujen käyttö (esim. vuokaavio, kalanruotokaavio jne.) kuuluu työskentelyyn.

QFD:n soveltamisesta on useita eri variaatioita. Yksi menetelmän perusmalleista on nelivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa haetaan asiakkaan tarpeet ja niitä vastaavat tuotteen ominaisuudet, toisessa vaiheessa tuotteen ominaisuudet ovat vaatimuksina ja haetaan niitä vastaavat tuoteosien ominaisuudet. Kolmannessa vaiheessa tuoteosan ominaisuudet ovat vaatimuksia tuotantoprosessille ja neljännessä vaiheessa prosessin ominaisuudet ovat vaatimuksia valmistuksen ominaisuuksille.

QFD-menetelmää voidaan käyttää sekä kokonaisen tuotteiston ominaisuuksien suunnitteluun että yksittäisen tuoteosan tai prosessin osan suunnitteluun. Asiakkaana voi loppukäyttäjän lisäksi olla prosessin sisäinen asiakas (kuva 3). /1, 2, 6, 10, 11, 13/



Kuva 3. Asioiden jäsentämiseen on olemassa erilaisia tekniikoita. Ne soveltuvat käytettäväksi myös QFD-menetelmän apuvälineiksi. Esimerkkinä pohjarakenteen asiakkaat kirjattuna kalanruotokaavioon.

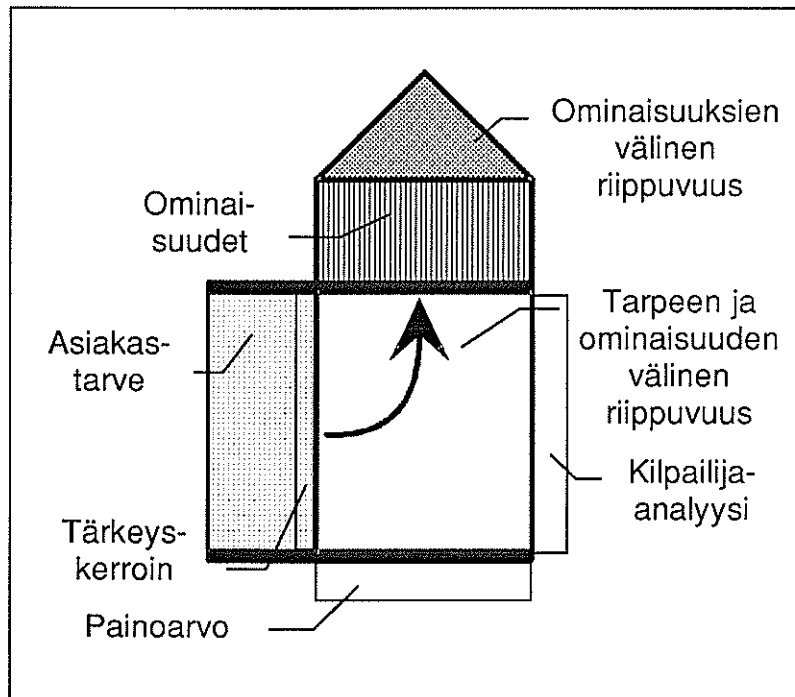
### 2.1 LAATUTALO

Asiakaslähtöisen laadun suunnittelun keskeinen työkalu on QFD-matriisi, jota myös laatutaloksi kutsutaan sen talomaisen ulkomuodon vuoksi. Matriisin avulla haetaan systemaattisella tavalla yhteys asiakkaan tarpeiden ja tuotteen ominaisuuksien välille.

QFD-matriisin keskeinen sisältö ovat juuri laatuvaatimukset ja tuotteen ominaisuudet. Matriisin riveille kootaan asiakastarpeet ja sarakkeille tuotteen ominaisuudet. Tietyn asiakastarpeen täyttämiseen voidaan tarvita useita tuoteominaisuuksia.



Tämä eri vaatimusten ja tuoteominaisuuksien välinen riippuvuus merkitään riippuvuuden voimakkuutta kuvaavalla luvulla matriisin keskelle. Perusmatriisin ympärille voidaan rakentaa tarpeen mukaan erilaisia analyysipohjia. Näistä tärkeimpiä ovat vaatimusten tärkeyskerroin, ominaisuuksien väliset riippuvuudet ja eri tuoteominaisuuksien painoarvo. Lisäksi matriisiin voidaan liittää esimerkiksi kilpailija-analyysi, jossa verrataan omaa tuotetta kilpailijan tuotteeseen (kuva 4).



Kuva 4. QFD-Laatu-talo. Matriisin riveille kootaan luettelo asiakastarpeista ja sarakkeille ominaisuuksista. Tämän perusmatriisin ympärille voidaan rakentaa erilaisia analyysitaulukoita, kuten kilpailija-analyysi.

## 2.2 ASIAKASTARVE

Asiakkaan tarpeet ovat vaatimuksia tuotteen toiminnoille. Vaatimukset ryhmitellään vaikkapa osapuolien mukaan tai vaatimustyyppin mukaan. Esimerkiksi rakennuksen pohjarakenteisiin kohdistuu seuraavia toiminnallisia vaatimuksia:

- Tilaajan tarpeet (varsinainen asiakas): riittävä kantavuus, soveltuu suunniteltuun rakennuksen käyttöön, oikea käyttöikä.
- Paalutusurakoitsijan tarpeet (projektin sisäinen asiakas): vähän paalutyyppejä, helppo lyödä oikeaan tasoon.
- Rakentajan tarpeet (projektin sisäinen asiakas): harvoja anturamittoja, yksinkertainen pohjalaatta, hyvin suunnitellut liitokset.

Vaatimuksia koottaessa ne arvioidaan ja samantapaiset vaatimukset yhdistetään. Pällekkäisyyksien poistaminen on tärkeää, jotta mikään vaatimus ei korostuisi liikaa. Vaatimukset luokitellaan tärkeisiin ja vähemmän tärkeisiin asteikossa: 1 = alhainen, 2, 3, 4, 5 = korkea. Koska menetelmän tavoitteena on löytää keskeiset kehitettävät tuoteominaisuudet, voidaan tarkasteltavia vaatimuksia karsia poistamalla

ne asiakasvaatimukset, jotka saivat arvokseen 3 tai vähemmän. Vasta ryhmitellyt jäljelle jääneet vaatimukset kirjataan QFD-matriisiin.

Asiakasvaatimusten kokoaminen on keskeinen osa koko asiakaslähtöisen tuotekehityksen etenemistä. Asiakasvaatimusten kokoamisen päämenetelmät ovat henkilökohtainen haastattelu, ryhmätyöskentely, ryhmätyöskentelyyn liitetty aivoriihi ja kysely. Lisäksi voidaan käyttää näiden erilaisia yhdistelmiä. Liitteenä 1 on asuinkohteen suunnittelutavoitteita asetettaessa käytetty asiakaskyselylomake.

## 2.3 OMINAISUUDET

Asiakkaan vaatimukset puretaan tuoteominaisuuksiksi. Tähän voidaan käyttää syy-seurauskaaviota. Tuoteominaisuuksia mietittäessä tulisi pyrkiä mitattavissa oleviin ominaisuuksiin. Mikäli ominaisuutta ei pysty suoraan mittaamaan, voidaan sen arvioimiseen käyttää valintaraatia. Tuloksena on esimerkiksi seuraavat mitattavissa olevat pohjarakenteen tuoteominaisuudet:

- kantavuus
- pohjaveden tason lasku
- käyttöikä
- huoltojakso
- valmiin rakennuksen painuma
- paalutyypin lkm
- katkaistujen paalujen osuus (% kokonaispituudesta)
- erikoisraudoitteiden lkm
- esivalmisteisten raudoitteiden määrä
- erilaisten anturakokojen lkm.

## 2.4 TARPEEN JA OMINAISUUDEN VÄLINEN RIIPPUVUUS

Tuotteen ominaisuudet kirjataan QFD-matriisiin sarakkeiksi. Tämän jälkeen arvioidaan vaatimusten ja tuoteominaisuuksien väliset riippuvuudet asteikolla: 0 = ei, 1 = heikko, 3 = kohtalainen ja 9 = voimakas. Riippuvuus merkitään matriisiin numeroarvona tai graafisena merkinä.

Numeeristen riippuvuuksien tulkinta tapahtuu erityisten laskusääntöjen mukaan, jotka osoittavat eri tuoteominaisuuksien painoarvot. Graafisten korrelaatiota kuvaavien merkkien tulkitseminen on havainnollisempaa. Jos jonkin vaatimuksen kohdalla (rivillä) ei ole yhtään voimakkaan riippuvuuden merkkiä, ei tätä vaatimusta pystytä täyttämään näiden tuoteominaisuuksien avulla. Jos taas jossakin ominaisuussarakkeessa ei ole yhtään voimakasta riippuvuutta, voidaan todeta sen ominaisuuden olevan tuotteessa turha.

QFD-menetelmän matemaattinen tausta on vanha ja se on sukua input-output-matriisilaskennalle. Menetelmässä on periaatteessa kolme elementtiä: input, korrelaatiokerroin ja output. Tarpeet syötetään sisään ja tulokseksi saadaan kehitettävän asian spesifikaatiot.

Käytettävien riippuvuuskertoimien valinnalla ei ole merkittävää vaikutusta lopputuloksen. Esimerkiksi kertoimen 9 vaihtaminen kertoimeen 5 tasapäästä tuloksia, mutta ei juuri muuta eri ominaisuuksien välisiä suhteita tarkastelussa. Kertoimen vaikutusta tuloksiin on tarkasteltu enemmän tutkimuksen sovelluskohteena olleessa Spektrin Trion ravintolan yhteydessä luvussa 4.

## 2.5 OMINAISUUKSIEN VÄLINEN RIIPPUVUUS

Ominaisuudet voivat joko vahvistaa toisiaan tai ne voivat olla keskenään ristiriidassa. Esimerkiksi pohjarakenteen kantavuus ja valmiin rakennuksen vähäinen painuma ovat ominaisuuksia, jotka vahvistavat toisiaan. Toisaalta rakennuksen painuma ja pohjaveden tason laskun estäminen voivat olla vastakkaisia vaatimuksia. Ominaisuuksien välinen riippuvuus merkitään matriisin yläpuolelle ns. laatutalon kattoon joko positiivisena tai negatiivisena riippuvuutena. Matriisia tulkittaessa ominaisuuksien väliset riippuvuudet otetaan huomioon asetettaessa kriittisille ominaisuuksille tavoitearvoja.

## 2.6 KILPAILIJA-ANALYYSI

Asiakasvaatimuksille asetetaan tärkeysasteen lisäksi tavoitearvo. Tärkeysaste kiteyttää asiakkaiden näkemyksen tuotteeseen kohdistuvista vaatimuksista. Sen sijaan tavoitearvo on yrityksen asettama tavoite, kuinka hyvin eri asiakasvaatimukset halutaan täyttää. Asteikko on seuraava: 0 = ei painoa, 1, 2, 3, 4, 5 = hyvin tärkeä.

Yrityksen kehitettäessä omaa tuotettaan voidaan tavoitearvon määrittäminen perustaa kilpailija-analyysiin, jossa tärkeimpien kilpailijoiden tuotteet analysoidaan. Kilpailijan tuotteen kyky vastata asiakasvaatimuksiin merkitään matriisin oikealle puolelle omaan sarakkeeseen asteikolla: 0 = ei painoa, 1, 2, 3, 4, 5 = hyvin tärkeä. Tällöin oman tuotteen tavoitearvo asetetaan siten, että se ylittää kriittisissä vaatimuksissa kilpailijoiden tuotteet.

## 2.7 PAINOARVO

Matriisin tulkinta perustuu kilpailija-analyysiin, ominaisuuksien väliseen korrelaatioon ja ominaisuuksien painoarvoihin. Painoarvo kuvaa tuotteen ominaisuuksien välisen tärkeyden suhteessa toisiin. Painoarvoa laskettaessa otetaan huomioon asiakasvaatimusten tärkeysaste ja kunkin ominaisuuden korrelaatiokerroin vaatimusten kanssa. Painoarvon kaava on

$$P_j = \sum ( T_i \times K_i ), \text{ jossa} \quad (1)$$

$P_j$  = ominaisuuden painoarvo

$T_i$  = asiakasvaatimuksen tärkeysaste (1, 2, 3, 4 tai 5)

$K_i$  = asiakasvaatimuksen ja ominaisuuden välinen korrelaatiokerroin  
(0, 1, 3 tai 9)

$i$  käy kaikki asiakasvaatimukset 1...N ja  $j$  on tarkasteltava ominaisuus.

Painoarvon absoluuttisella arvolla ei ole merkitystä. Tärkeää on löytää ne ominaisuudet, jotka ovat kaikkein tärkeimpiä keskeisten asiakasvaatimusten täyttämiseksi. Tämän vuoksi painoarvo lasketaan yleensä prosentteina kaikkien ominaisuuksien painoarvojen summasta.

Matriisin tulkinnan perusteella valitaan tärkeät tuoteominaisuudet jatkosuunnittelun pohjaksi. Ne ovat QFD-menetelmän toisessa vaiheessa tuoteosan suunnittelun vaatimuksia.

## 3 SOVELTAMINEN RAKENTAMISESSA

Asiakaslähtöistä laadun suunnittelua voidaan soveltaa laajasti eri tarkoituksiin. Rakentamisen käyttötarkoitukset voidaan ryhmitellä seuraavasti:

1. QFD:n soveltaminen rakennushankkeessa
  - hankesuunnittelussa suunnittelutavoitteiden asettaminen
  - erikoissuunnittelussa asiakkaan tavallisuudesta poikkeavan vaatimuksen täyttäminen
2. QFD:n soveltaminen rakennusyrityksen kehittämiseen
  - strateginen suunnittelu
  - tuotekehitys
  - toiminnan kehittäminen.

### 3.1 RAKENNUSHANKE

Rakennushankkeen suunnitteluvaihe on luonteeltaan prosessi, joka sisältää runsaasti tietovirtoja osapuolien välillä. Päätaavoite on suunnitella rakennus, joka vastaa mahdollisimman hyvin toiminnoiltaan ja tiloiltaan asiakkaan tarpeita. Suunnitteluprosessin etenemiseen vaikutetaan suunnittelunohjauksella. Ensimmäinen suunnittelunohjauksen tehtävä on asettaa suunnittelutavoitteet osana hankesuunnittelua. Tavoitteiden tulisi olla mahdollisimman oikeita, sillä niiden myöhempi muuttaminen aiheuttaa muutoksia itse suunnitelmiin ja lisäkustannuksia prosessin osapuolille. Suunnitteluprosessin tietovirroista johtuen muutokset kertautuvat moninkertaisiksi mitä myöhemmässä vaiheessa ne tehdään.

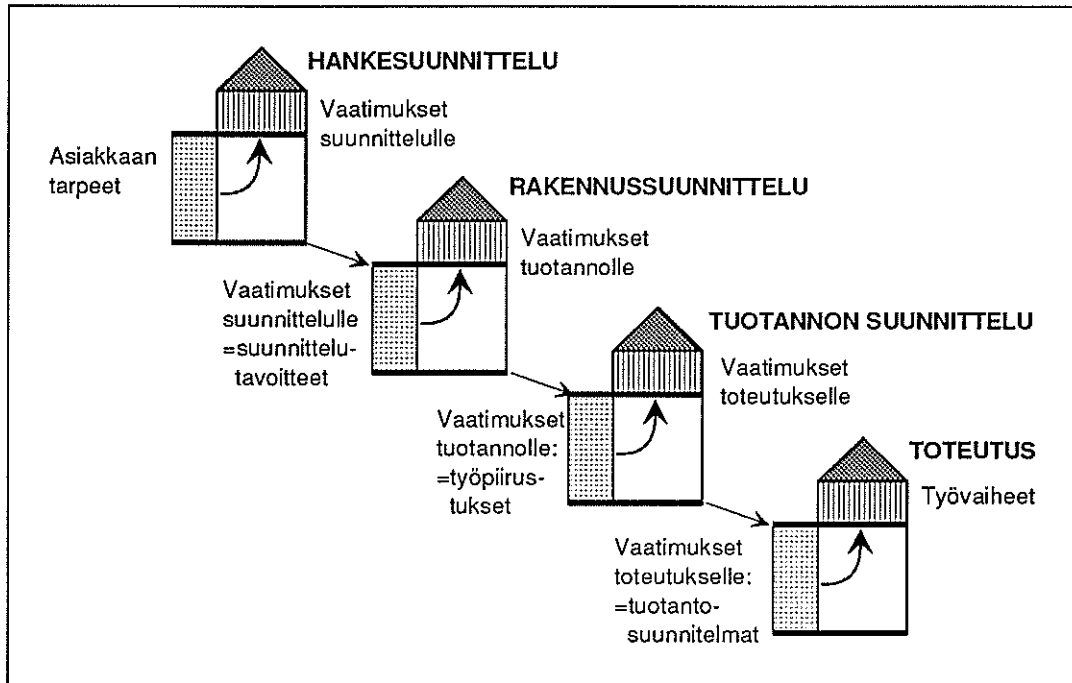
Asiakaslähtöinen laadun suunnittelu soveltuu hankesuunnitteluvaiheessa asiakkaan tarpeiden analysoimiseen ja niiden muokkamiseen suunnittelutavoitteiksi. Tavoitteena on tunnistaa tärkeimmät asiakasvaatimukset ja niitä vastaavat rakennuksen ominaisuudet. Tässä muodossa menetelmä on käyttökelpoinen erityisesti rakennuttajan analysoidessa käyttäjän tarpeita. Vastaavasti menetelmä on hyödyllinen rakennusliikkeen projekti-insinöörin analysoidessa asiakkaan tarpeita. Menetelmä ohjaa asiakasta miettimään omaa tilatarvettaan ja tiloihin kohdistuvia vaatimuksia.

QFD:tä ei kannata ensimmäiseksi soveltaa rakennuksen täydellisen ominaisuusjärjestelmän luomiseen ja hallitsemiseen. Käytännön kokemukset osoittavat matriisin hallitsemisen vaikeutuvan sen kasvaessa kooltaan hyvin suureksi. Joissakin QFD:n soveltamiseen tarkoitetuissa valmisohjelmissa on jopa rajoitus, että niillä ei voi käsitellä yli 50 rivin tai sarakkeen matriisia. Käytännössä koko kannattaa yrittää rajoittaa alle 30 x 30 matriisiin.

Asiakaslähtöinen laadun suunnittelu soveltuu hankesuunnittelun jälkeen kaikkeen erikoissuunnitteluun. Menetelmä soveltuu sekä tavanomaisen että erikoiskohteen suunnitteluun. Tavanomaisessakin rakennuskohteessa asiakkaalla saattaa olla jokin erikoisvaatimus, jonka ratkaiseminen ei ole rutiinitoimenpide. Tällöin QFD auttaa jäsentämään asiakasvaatimuksia ja muuttamaan ne tuotteen ominaisuuksiksi.

Menetelmää voidaan soveltaa monivaiheisesti ensin suunnittelutavoitteiden asettamiseen hankesuunnittelussa. Toisessa vaiheessa tuotteen ja tuoteosien suunnitte-

luun rakennussuunnitteluvaiheessassa. Rakennusosavalmistajalle tai urakoitsijalle tuoteosien ominaisuudet ovat vaatimukset tuotantoprosessille. Tuotantoprosessin ominaisuudet taas ovat vaatimuksia käytännön toteutuksen ominaisuuksille (kuva 5). /1, 2, 8, 9, 10/



Kuva 5. QFD:n soveltaminen rakennushankkeeseen. /10/

## 3.2. RAKENNUSYRITYKSEN KEHITTÄMINEN

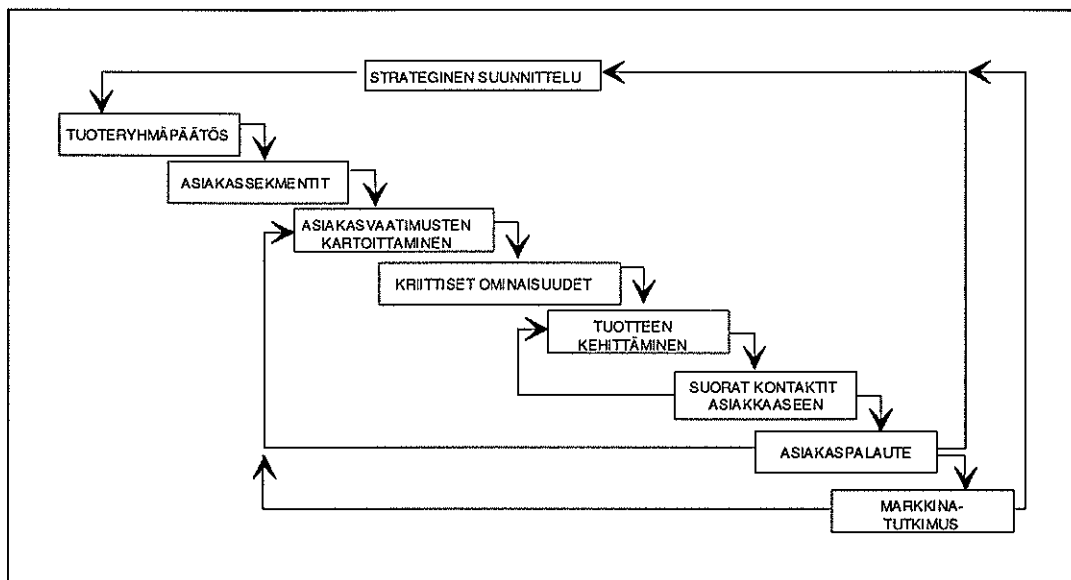
Strategiankehityksen kantavia tekniikoita on yrityksen tarjoamien tuotteiden soveltaminen asiakkaiden kysynnän mukaiseksi. Menettely tuntuu itsestään selvältä, mutta se unohtuu helposti yrityksen kohdistaessa kehittämistyönsä pääpainopisteen omaan tuotantokoneistoonsa ja henkilöstöönsä. Toisaalta tuotteiden soveltaminen asiakaskysynnän mukaisiksi ei tarkoita oman pitkällekehitetyn tuotantotekniikan hylkäämistä, vaan tuotantotekniikan soveltamista siten, että tuote vastaa asiakaskäytännön.

Asiakaslähtöinen tuotekehitysmenetelmä soveltuu osaksi yrityksen strategista suunnittelua, kun yrityksen tuotteen tämän hetkiset tai tulevat spesifikaatiot voivat tuoda yritykselle strategisen kilpailuedun. Strateginen asiakaslähtöinen tuotekehitystyö merkitsee säännöllistä asiakasvaatimusten seurantaa, kilpailijoiden tuotteiden analysointia ja oman tulevaisuuden tuotteen spesifikaatioiden säännöllistä määrittelyä ja tarjoamista markkinoille. Toistuva kehitystyö on tarpeen siksi, että kerran saavutettu kilpailuetu on käytettävissä vain niin kauan kuin kilpailijat ehtivät reagoida siihen ja löytävät uusia etuja itselleen.

Negaatiovalintamallin mukaisesti asiakas karttaa riskiä investointihyödykettä hankkiessaan siinä määrin, ettei tuotteessa saa olla yhtään epäilyttävää ominaisuutta. Kaikkien tuoteominaisuuksien on siten täytettävä tietty minimitaso. Toi-

saalta asiakas ei yleensä perusta valintaansa useiden ominaisuuksien aktiiviseen arvioimiseen vaan tekee valintapäätöksensä muutaman kriittisen ominaisuuden perusteella. Näitä tuoteominaisuuksia on noin kymmenen, joista kaikkein kriittisimpiä on vain noin kolme. QFD auttaa löytämään ja täyttämään nämä asiakkaan keskeiset päätöskriteerit.

Rakennusliikkeen tuote voi olla esimerkiksi tehokas tuotantoprosessi, kvr-tuote tai jokin palvelumuoto. Suunnittelutoimiston tuote voi olla esimerkiksi kvr-kohteiden suunnittelupalvelu tai erikoissuunnittelu. Kilpailuedun saaminen kehittämällä tuotetta on mahdollista sellaisten tuotteiden kohdalla, joissa asiakas pystyy erottamaan eri yritysten tuotteiden ominaisuudet. Menetelmä sopii esimerkiksi toimistorakennuksen tuotteistamiseen ja edelleen kehittämiseen (kuva 6).



*Kuva 6. Asiakaslähtöisen tuotekehitysmenetelmän liittäminen osaksi yrityksen strategista suunnittelua. Menetelmää voi soveltaa, mikäli yrityksen tuotteen ominaisuudet tuovat tai voivat tuoda yritykselle strategisen kilpailuedun.*

QFD soveltuu tuotteen kehittämisen lisäksi toiminnan kehittämiseen. Tällöin vaatimuksia asettava asiakas on hanke- tai yritysprosessin sisäinen asiakas, jonka tarpeet pyritään huomioimaan. Tavoitteena on prosessin tehokkuuden parantaminen minimoimalla häiriöitä ja arvoalisäämättömiä tehtäviä. /1, 2, 7, 10, 12/

## 4 KOLME SOVELLUSKOHDETTA

Tutkimuksessa sovellettiin asiakaslähtöistä laadun suunnittelua kolmessa todellisessa rakennushankkeessa. Sovellusalueet olivat:

1. Asuinkerrostalon hankesuunnittelu
2. Suuren toimistorakennuksen ravintolan suunnittelu sekä
3. Teollisuusrakennuksen rakennesuunnittelu

### CASE 1: ASUINKERROSTALON HANKESUUNNITTELU, SKANSKA OY

#### Lähtökohta ja tavoite

Casen tavoite oli testata QFD:n soveltuvuus asuinkerrostalon hankesuunnitteluun. Työ painottui kyselytutkimukseen, jolla pyrittiin tunnistamaan asiakkaan kannalta keskeiset rakennuksen ominaisuudet ja asiakkaan niille asettamat vaatimukset. Asiakastarpeet analysoitiin QFD-matriisilla.

Kohteen suunnitelmat olivat tutkimusta tehtäessä valmiit ja markkinointi käynnistynyt. Siten kyselyn ja QFD-analyysin tuloksia voitiin verrata jo tehtyihin suunnittelu- ja ratkaisuihin ja markkinointisuunnitelmiin.

Nykykäytännössä, Skanskan laatujärjestelmän mukaan, vapaarahotteisen asunto-kohteen suunnittelu käynnistetään, kun projektin toteutussuunnitelma on hyväksytty. Toteutussuunnitelma on toimeksianto suunnittelun ohjauksen vastuuhenkilölle. Projektin toteutussuunnitelmassa määritellään, millainen rakennus kyseiselle paikalle halutaan. Rakennuksen määrittelyssä hyödynnetään välittäjien näkemystä valitun asiakasryhmän tarpeista. Toistaiseksi Skanskalta on puuttunut toimintatamallia hankkia systemaattisesti suoraa palautetta asiakkaiden tarpeista. Tutkimuksessa kehitettiin tähän eräs ratkaisu.

#### As. Oy Helsingin Kellosaarenranta

As. Oy Helsingin Kellosaarenranta on Ruoholahteen, Helsingin keskustan tuntumaan suunniteltu, merenrantatontilla oleva asuinkerrostalo (kuva 7).

Kohdetiedot:

- 70 asuntoa, n. 24 000 m<sup>3</sup>, n. 5 400 asm<sup>2</sup>
- perustajaurakoitu, vapaarahoitteinen talo omalla tontilla
- arkkitehti Brunow & Maunula
- kohde on suunniteltu arkkitehtikilpailun voittaneen suunnitelman pohjalta
- Skanskan osalta suunnittelu käynnistettiin 11/94, työt käynnistettiin 12/94, kohde valmistuu 4/96



- kohde siirtyi Skanskalle Hakan konkurssipesältä 10/94, kun kaupunki oli hyväksynyt siirron.



*Kuva 7. As. Oy Helsingin Kellosaarenranta.*

## **Asiakasvaatimusten mittaaminen**

Asiakasvaatimusten kartoittamiseksi suoritettiin laajamittainen kysely (katso liite 4; kyselylomake). Kyselyn kohderyhmänä olivat ne 160 henkilöä ja taloutta, jotka olivat Hakan loppuvuodesta 1993 suorittaman ennakkomarkkinoinnin yhteydessä ilmoittaneet kiinnostuksensa As. Oy Helsingin Kellosaarenrantaan ja antaneet siinä yhteydessä osoitetietonsa. Ennakkomarkkinoinnissa Haka oli käyttänyt arkkitehtikilpailun luonnoksia.

Kyselyllä selvitettiin asunnonostajan yleisiä tarpeita ja vaatimuksia sekä kohteelle yleensä että asunnolle. Tarkastelu kohdistui yleisiin tarpeisiin, jotka liittyivät esimerkiksi rakennuksen julkisivun arkkitehtuuriin, pihapiiriin, turvallisuuteen, pintamateriaaleihin, ekologisuuteen jne. Lisäksi kartoitettiin yksityiskohtaisemmalla tasolla asuntojen eri tiloille (olohuone, keittiö, makuuhuone, kylpyhuone ja sauna, parveke), taloyhtiön yhteisille tiloille (porrashuone, säilytystilat) sekä pihapiirille asetettavia, lähinnä teknisiä ratkaisuja koskevia vaatimuksia.

## **Kyselyn tulokset**

Kyselyyn vastasi 53 henkeä (vastausprosentti 35). Vastaajien ikäjakauman todettiin noudattavan kohteesta jo asunnon ostaneiden ikäjakaumaa.

Kyselyn avulla pystyttiin tunnistamaan keskeisiä asiakasvaatimuksia. Seikkoja, joihin asunnonostajat sanoivat kiinnittävänsä paljon huomiota, olivat mm. julkisivun arkkitehtuuri, pihapiiri, huoneistopohjien toimivuus, turvallisuus sekä valoisuus.

Rakennuksen ominaisuuksia (teknisiä ratkaisuja), joista vastaajat ilmoittivat olevansa valmiita maksamaan, olivat mm. yksilöllinen huoneistosuunnittelu, murto- ja palohälytysjärjestelmä, parannettu ääneneristys, hyvä keittiön varustetaso sekä iso parveke.

Yleisesti vastauksissa todettiin korostuvan lama-ajalle tyypillinen kuluttajakäyttäytymisen - halutaan selkeitä, taloudellisia, perustarpeet tyydyttäviä ratkaisuja.

## **QFD-matriisi**

Kyselyn tulosten perusteella laadittiin QFD-matriisi. Tärkeimmät asiakastarpeet kirjattiin QFD-matriisiin asiakasvaatimuksiksi ja kyselyn tuloksista johdettiin niille painoarvot.

Myös rakennuksen ominaisuuksien määrittelyssä käytettiin apuna kyselyn tuloksia. Tärkeimmät ominaisuudet koottiin matriisin ominaisuusriville. Valitut vaatimukset ja ominaisuudet näkyvät kuvassa 8.

## **QFD:n vaikutukset tuloksiin**

Kyselylomaketta suunniteltaessa otettiin huomioon QFD:n peruslähtökohta: asiakasvaatimukset ja niitä vastaavat tekniset ratkaisut tunnistetaan ja erotetaan toisistaan. Kyselylomakkeessa tämä oli toteutettu siten, että se sisälsi kaksi osiota: Toinen kartoitti yleisiä tarpeita ja vaatimuksia, toinen selvitti teknisiin ratkaisuihin liittyviä mieltymyksiä. QFD-menetelmässä tämä tehdään erottamalla vaatimukset taulukon riveille ja ominaisuudet sarakkeiksi. Näin ollen QFD-matriisin täyttäminen kyselyn perusteella ei tuonut enää merkittävää lisäarvoa tutkimuksessa käytetylle kyselylle.

Kysely osoitti, että asiakasvaatimukset oli osattu valtaosin ennakoita kohdetta suunniteltaessa. Kohteessa on esimerkiksi kiinnitetty erityistä huomiota ääneneristyksen parantamiseen, josta ominaisuudesta suurin osa kyselyyn vastanneista oli myös valmis maksamaan. Muutamit suunnitelmaratkaisut osoittautuivat poikkeavan asiakkaiden esittämistä tarpeista ja vaatimuksista. Taulukossa 1 on esitetty asioita, joissa näkyy kyselyn tulosten ja tehtyjen suunnitelmaratkaisujen yhdenmukaisuus sekä eräitä poikkeuksia.

# QFD-Laatutalo

Kohde:

As Oy Kellosaarenranta

Kaavio:

Asunnonostajan vaatimukset

Laatija:

Erkki Helkkinen, Juha Hefemäki, Skanska Oy

Pvm:

6.6.1995

Ominaisuudet													Tärkeys/painokerroin (P1)											
Vaativuudet		Runsaat istutukset	Pihatuiden laotitus	Yksilöllinen huoneistosuunn	Turvajärjestelmät	Norm. suuremmat ikkunat	Parametru ääneneristys	Antenni ja puh pistoke as h	Keittökäal. puuovet	Puu-/kiviyötäsot keittässä	Astianpesukone	Mikroaaltouuni	Oma sauna	Lattialämmitys kh:ssa	Kosteaan tilan seinäläotitus	Kh:n paneelikatto	Kh:n suihkuseinä	Kh:n ikkuna	Iso Parveke	Parvekelasitus	Irtainvarasto	Yhteinen ulkovar.	Autokatos	
Julksivun arkkitehtuuri	3	3				3						1	1											3
Pihapiiri	9	9																						3
Turvallisuus	1	1				1	3					1	1			1	1	1	3	1	1	1	3	3
Pohjaratkaisu		3				3						1	9											5
Pintamateriaali		3				3						1	9											4
Varustetaso	1	3				1	3					3	9					3						4
Rauhallsuus	1					1						1							1				3	4
Valoisuus		1				1	9												1				1	5
Yksityisyys	3	1				3						3							3	3	1	1	3	4
<b>Painoarvo (P1)</b>	<b>56</b>	<b>63</b>	<b>133</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>103</b>	<b>33</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>45</b>	<b>41</b>	<b>83</b>	<b>48</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>20</b>	<b>53</b>	<b>63</b>	<b>84</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>92</b>	<b>1290</b>
<b>Painoarvo %</b>	<b>4 %</b>	<b>5 %</b>	<b>###</b>	<b>6 %</b>	<b>6 %</b>	<b>8 %</b>	<b>3 %</b>	<b>4 %</b>	<b>4 %</b>	<b>4 %</b>	<b>3 %</b>	<b>3 %</b>	<b>6 %</b>	<b>4 %</b>	<b>3 %</b>	<b>3 %</b>	<b>2 %</b>	<b>4 %</b>	<b>5 %</b>	<b>7 %</b>	<b>2 %</b>	<b>2 %</b>	<b>7 %</b>	<b>100 %</b>
<b>Valitut</b>			<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>				<b>x</b>								<b>x</b>			<b>x</b>	

Kuva 8. Asuinkerrostalon QFD-matriisi.

*Taulukko 1. Esimerkkejä kyselyn tulosten ja tehtyjen suunnitteluratkaisujen yhtäläisyyksistä ja eroista.*

	<b>Kyselyn mukainen asiakasvaatimus</b>	<b>Suunnitteluratkaisu</b>
<b>Keskimääräinen huoneistokoko</b>	3,2 huonetta + K	2,9 huonetta + K
<b>Turvallisuus</b>	yleinen turvallisuus melko tärkeä (painoarvo 3,6 - 3,8)	palohälyttimet, porttipuhelinjärjestelmä, ei murtohälytysjärjestelmää
<b>Autopaikat</b>	52 % lämmin autohalli tai -talli	kaavan sallimat 44 autokatospaikkaa (70 asuntoa)
<b>Yksilöllinen huoneisto-suunnittelu</b>	Tärkeä	asuntoja mahdollista yhdistää pysty- ja vaakasuunnassa
<b>Takka parvekkeella</b>	53 % ei tai ehkä ei	kyllä
<b>Ääneneristys</b>	hyvin tärkeä (painoarvo 4,4)	kelluva lattia (villaeristys) ja muita ääneneristystä parantavia ratkaisuja
<b>Ikkunat</b>	normaalia suuremmat ikkunat	ranskalaisia parvekkeita, parvekkeen ja OH:n välinen seinä lasia
<b>Säilytystilat</b>	59 % vaatehuone	irtokomerot

Tutkimuksen tulokset tarjosivat Skanska Oy:lle hyvän lähtökohdan kohteen nykyisen markkinointisuunnitelman arvioimiseen. Kyselyn avulla pystyttiin tunnistamaan ominaisuuksia ja lisävarusteita, joista asunnonostajat eivät tietoisesti ole halukkaita maksamaan lisähintaa. Tällaisten ominaisuuksien käyttöä myyntiargumentteina tulisi yleensä välttää. Toisaalta ominaisuuksia, joiden arvostus (painoarvo) on korkea, tulee markkinoinnissa korostaa. Myyntiargumentiksi ei kuitenkaan kannata valita ominaisuuksia, joiden kuulumista kauppaan asunnonostaja pitää itsestään selvänä (ns. must-ominaisuudet). Helsingin Kellosaarenrannassa potentiaaliseksi myyntiargumentiksi todettiin mm. turvallisuus. Skanska Oy päättikin tarjota asunnonostajille lisävarusteena murtohälytysjärjestelmän.

Skanskan kokemukset QFD:n soveltamisesta olivat myönteiset. Yhteenvedo kokemuksista on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Saadut kokemukset.

QFD:STÄ SAADUT KOKEMUKSET, SKANSKA	
☺	☹
<ul style="list-style-type: none"><li>• Systemaattinen lähestymistapa asiakastarpeiden kartoittamiseen ja tarpeiden ymmärtämiseen.</li><li>• Asiakaskysely antoi suoraa palautetta asiakkailta.</li><li>• Kyselylomake hyvä ja toimiva työkalu asiakastarpeiden priorisointiin.</li><li>• QFD-Laattutalo -sovellus helpotti matriisin laatimista.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• QFD-matriisin laatimisesta ei suurta hyötyä kyselyn tulosten analysoinnissa.</li><li>• Matriisin laatiminen työlästä.</li><li>• Asunnonostajien tarpeiden/vaatimusten sekä rakennuksen ominaisuuksien (teknisten ratkaisujen) erottaminen asuinkohteessa hankalaa.</li></ul>

## CASE 2: KVR-KOHTEEN ERIKOISSUUNNITTELU, PUOLIMATKA-YHTYMÄ OY

### Lähtökohta ja tavoite

Casen tavoite oli testata QFD:n soveltuvuutta kvr-kohteen erikoissuunnitteluun siten, että tunnistettaisiin asiakkaalle tärkeät rakennuksen ominaisuudet ja ohjattaisiin niiden avulla suunnittelua. Testikohteessa (Spektrin Trion ravintola) tulokseksi tavoiteltiin tyytyväisiä asiakkaita ja paremman suunnittelun kautta vähemmän tuotantovirheitä. Lisäksi tavoitteena oli tuottaa materiaali lähtötietokatselmusta varten. Asiakstarpeet ja tuoteominaisuudet analysoitiin QFD-matriisilla ja tuloksia verrattiin jo tehtyihin suunnitelmiin. Kohteen suunnittelu oli tutkimusta tehtäessä käynnissä, mutta tulokset ehtivät lopullisiin suunnitelmiin.

Nykykäytännössä Puolimatassa pidetään asiakassuunnittelukokouksia, joissa selvitetään asiakkaan tarpeita ja vaatimuksia käymällä läpi asioita rakennusosittain tai tiloittain. Useilla asiakkailla ei ole suunnittelunohjausrutiinia, eivätkä he osaa kertoa tarpeitaan ja vaatimuksiaan vielä näissä kokouksissa. He tarvitsevat itsekin systemaattisen lähestymistavan syventyäkseen riittävästi toimintansa tiloille asettamiin vaatimuksiin.

### Kiinteistö Oy Spektrin Trion ravintola

Kiinteistö Oy Spektrin Trio on Espooseen, Otaniemen kupeeseen valmistuvan, viisivaiheisen toimistokompleksin kolmas vaihe (kuva 9).

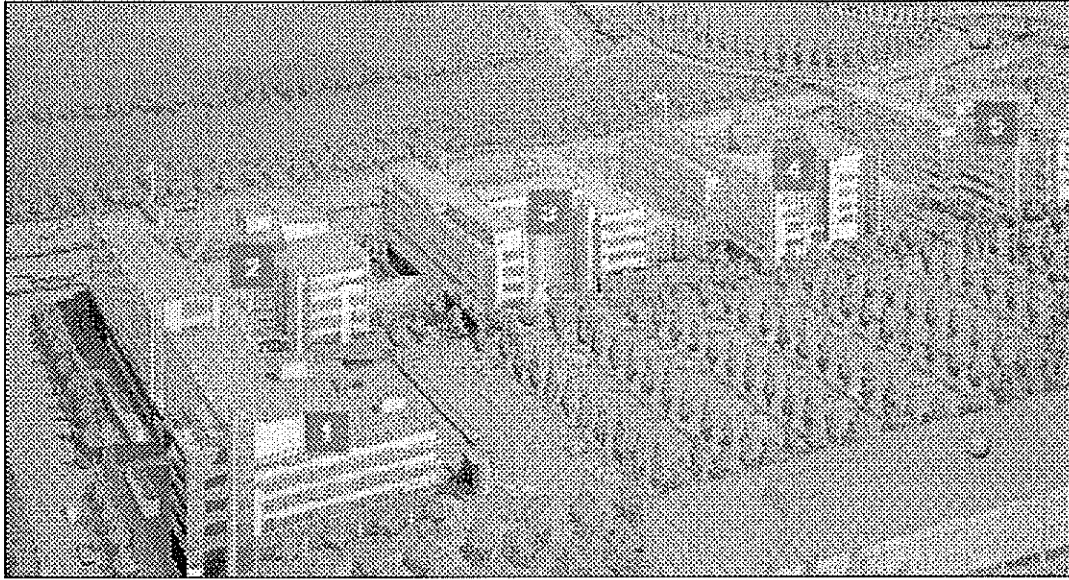
Kohdetiedot:

- n. 1 500 työpaikkaa, yli 40 000 m<sup>2</sup> (koko Spektri)
- arkkitehtisuunnittelu Optiplan Oy
- rakennesuunnittelu Optiplan Oy
- LVI-suunn. Optiplan Oy
- sähkösuunn. Optiplan Oy
- Trion suunnittelu käynnistettiin 2/94, rakennustyöt käynnistettiin 12/94, kohde valmistuu 12/95
- Spektrin kaksi ensimmäistä jo käytössä olevaa vaihetta ovat Pilotti (valm. 91) ja Duo (valm. 94). Pilotissa on henkilöstöravintola.

Arvio Trion ravintolan päivittäisestä ruokailijamäärästä on n. 300 henkilöä.

Ravintola toimii toimitilakompleksissa, missä työskentelee mm. kansainvälisiä high tech-yrityksiä. Tiloja tarjottiin yrityksille lupaamalla laadukkaita ja ammattitaitoisia oheispalveluja, kuten catering- ja ravintolapalvelut. Lisäksi oheistiloja mainostettiin korkeatasoisina ja viihtyisinä, tehokkuuden kuitenkin kärsimättä.

Ravintolassa ruokailevat päivittäin yritysten henkilöstö sekä yritysten kotimaiset ja ulkomaiset vieraat. Myös kabinettitilaisuuksien kysyntä tulee olemaan kohtalainen. Yrityksillä on myös oltava mahdollisuus tilaisuuksien järjestämiseen henkilöstöravintolassa.



*Kuva 9. Kiinteistö Oy Spektrin Trio (merkitty numerolla 3).*

## **Asiakkaiden tarpeiden selvitys**

Spektrin asiakkaita ovat toisaalta sijoittajat, joille PM on kehittänyt kohteesta helpon ja kiinnostavan sijoitusinstrumentin, ja toisaalta tilojen vuokralaiset, jotka haluavat hyvät ja toimivat tilat.

Tavoitteeksi oli asetettu tyytyväiset asiakkaat. Ratkaiseva osa asiakastyytyväisyyden saavuttamisessa on tilojen suunnittelemisella siten, että ne ovat käyttäjilleen tarkoituksenmukaisia. Tällöin sekä vuokralaisten että sijoittajien odotukset täyttyvät.

QFD:n case-kohteen ravintolan käsittely jaettiin kahteen osioon: Keittiöön ja ravintolasaliin, joille koottiin eri QFD-työryhmät. Ryhmissä olivat edustettuina ravintolanpitäjän Polarkestin henkilökunta, käyttäjät, ulkopuoliset asiakkaat, rakennuttaja sekä lisäksi tutkija tarkkailijana. Ryhmät aloittivat toimintansa asiakkaiden määrittelyllä. Keittiön asiakkaiksi todettiin: ruokailijat, kokki, siivoustyöntekijät, tarjoilijat, tiskaajat, hygieniavastaava, tavarantoimittajat, huoltomiehet, työsuojeluvaltuutettu, ravintolapäällikkö sekä keskushallinnon toimihenkilöt. Ravintolasalin asiakkaat ovat: lounasasiakkaat, yritysten vieraat, kahvila-asiakkaat, kokousvieraat, edustusisännät, siivoojat, tarjoilijat, ravintolapäällikkö, kahvion pitäjä ja kassa.

Ryhmät ideoivat aivoriihityyppisesti eri käyttäjäryhmien tarpeita ja vaatimuksia.

## **QFD-matriisin täyttäminen**

Ryhmien työstämät asiakasvaatimukset ryhmiteltiin ja täytettiin QFD-matriisiin vaakariveille.

Asiakasvaatimukset käytiin yksitellen läpi ja annettiin vaatimuksen tärkeyttä kuvaava numeroarvo asteikolla 5 - 1 ( 5 = korkea, 1 = alhainen). Tärkeysarvojen antamisen edetessä vaatimusten keskinäistä tärkeyttä arvioitiin takautuvasti.

Vaatimusten ideoinnin yhteydessä tuli esiin jo vastauksia vaatimuksiin eli ominaisuuksia, jotka tunnistettiin ja kirjattiin matriisin ominaisuussarakkeisiin. Ominaisuuksia haettiin lisää miettimällä kutakin vaatimusta vastaavia ominaisuuksia. Ominaisuuksia ideoitiin kahdessa eri palaverissa. Jälkimmäisessä ominaisuuksien määrä kaksinkertaistui.

Vaatimusten ja ominaisuuksien väliset korrelaatiot mietittiin ensin erikseen ja sitten yhteisesti ryhmässä. Jos henkilöiden omat ehdotukset olivat erilaisia, ryhmä keskusteli ehdotusten perusteista. Lopulliset korrelaatiokertoimet ovat ryhmän keskusteluissa syntyneitä yhteispäätöksiä. Luvut näppäiltiin suoraan kannettavalle mikro-rolle QFD-Laatutalo-sovellukseen.

Ravintolasaliryhmä suoritti kilpailija-analyysin arvioimalla nyt määritettyjen asiakasvaatimuksien täyttymistä (arvosana asteikossa 1 = huono, 5 = hyvä) Spektrin Pilotin ravintolassa ja Puolimatkan pääkonttorin henkilöstöravintolassa. Tuotevertailua jatkettiin arvioimalla Polarkestin toimintaympäristöltään samantyyppistä ravintolaa (Innopoly) Laatutalon "Tuote nyt" -kohtaan. Lopuksi Polarkestin sisäinen työryhmä asetti tuotevertailun tavoitetasot (Spektrin Trio).

Painoarvot laskettiin Laatutalo-sovelluksella. Painoarvo1 kuvaa asiakkaiden vaatimusten painotusta ominaisuuksina. Painoarvo2 kuvaa kilpailija-analyysin tavoiteasetannan perusteella saatuja ominaisuuksien painotuksia. Painoarvoiltaan suurimmat ovat asiakkaalle tärkeimmät ominaisuudet. Tärkeimmät ominaisuudet valittiin jatkokäsittelyyn.

Valittuja ominaisuuksia jaettiin edelleen tarkempiin osiin. Tässä pidettiin mielessä, että ryhmän tarkoitus ei ole suunnitella valmiita ratkaisuja, vaan antaa suunnittelijoille lähtötiedoiksi asiakkaille tärkeitä ominaisuuksia.

Ryhmien työstämät matriisit ovat kuvissa 10, 11 ja 12.



## QFD-Laattutalo

Kohde: SPEKTRIN TRIO, HENKILÖSTÖRAVINTOLA  
 Kaavio: KEITTIÖ  
 Laajia: JONI MIKKOLA  
 Pvm: 12.4.1995

Ominaisuudet		helppo kulkea	laitteiden sijoitus	pöytäsojen määrä	varastotilan määrä	laitteiden kapasiteetti	lukkittavuus	puhtaanapito	valaistus	näköhytydet	ilmastointi	melutaso	laittamataenaali	laitteiden turvallisuus	nälytsjärjestelmä	LVS-varaukset	kiinteät väliseinät	jätteiden lajittelu	tiskausillat	Tärkeys/painokerroin (P1)
Vaativuudet		9	9	9	9	9	3	9	3	3	1		3	3		9	3	9	9	5
TOIMIVUUS																				
VIIHTYVYYS		1		1		3	1	9	9	3	9	9	9	3			3	3	9	3
TURVALLISUUS		3	3	1	3	1	3	3	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3	9	3
MUUNNELTAVUUS		3	1	3	3	3	1		3		1		1			9	9	3	9	2
TEHOKKUUS		3	9	3	1	9	9	9	3	9	1	3	3	9	3	9	3	9	9	4
ULKOINEN TURVALLISUUS		3	1		9		9	1	1	9		1		1	9		3	1		2
Painoarvo (P1)		72	101	62	85	99	83	119	89	105	65	68	83	89	39	108	69	107	153	1596
Painoarvo %		5%	6%	4%	5%	6%	5%	7%	6%	7%	4%	4%	5%	6%	2%	7%	4%	7%	10%	100%
Valitut					X		X	X	X	X		X	X			X			X	

Kuva 10. Keittiön QFD-matriisi.

## QFD-Laatualue

Kohde: Spektrin Trio, ravintolasali  
 Kaavio: Asiakasvaatimukset  
 Laatija: Nokkala, Koskinen, Sundell, Mikkola, Vainio  
 Pvm: 11.5.95

Ominaisuudet	Tuotevertailu																							
	valmistuksen muuntelumahdoll.	värejä, tekstiilejä, kasveja	akustiikka; ei kaikua	henkilökunnalla eri reitit	äänentoistomahdollisuus	ei kiinteitä rajoituksia	astia- & jätöpöytä, toimiva	ei kynnyksiä	itopistemahdollisuus	laatu, saumat liikkaitoisia	riittävästi roskakoreja	tuolien pinottavuus	liikkunoiden edusta vapaa	opastus (tyyliin "start here")	rauhallisia pisteitä	yhtenäinen linjasto	seisovapöytä-mahdollisuus	sisustusvarauksia	sähköpisteitä lattiasa	piilarinymp.pöytä	Tärkeys/painokerroin (P1)	Nykytila (Innopoli)	Kilpailija (Spektrin Piloti)	Kilpailija (M:n pääkontton)
Vaatimukset	9	9	9	1	3	3	3	1	1	1	1	3	1	1	9	9	9	9	3	4	3	3	3	4
VIIHTYISÄ	9	9	9	1	3	3	3	1	1	1	1	3	1	1	9	9	9	9	3	5	1	2	4	3
MUUNNELTAVA	9	3	3	9	9	9	3	9	9	3	3	3	1	9	3	3	3	1	3	4	2	4	4	5
TOIMIVA	1			9	1	9	9	3	9	3	3	1	9	9	3	9	3	1	3	3	4	2	4	5
JOUSTAVA				3	3	3	9	9	9	1	1	1	3	3	3	9	3	3	1	4	2	3	3	5
HOUKUTTELEVA	3	9	3	1	3	3	3	9	9	1		3	3	3	3	3			1	4	3	4	2	5
KAPASITEETTIA														3	3	3			3	5	4	2	4	3
SIISTI, SIIVOTTAVA	3	9	3	1	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9			3	4	4	2	4	3
SELKEÄ		1					9	9	9	9	9	9	9	9	3	9			3	4	4	2	4	4
PERSOONALLINEN	3	9	3		3	3	9	9	9	1	3	3	9	9	3	3	1		3	2	4	1	2	4
YLEISSOVELTUVA	9	3	3		3	3	9	3	9	1	3	3	9	9	3	9	9	9	3	3	4	3	3	3
Painoarvo (P1)	142	119	48	54	88	117	213	62	180	44	58	75	44	121	63	105	117	87	111	61	1909			
Painoarvo %	7%	6%	3%	3%	5%	6%	11%	3%	9%	2%	3%	4%	2%	6%	3%	6%	6%	5%	6%	6%	3%	100%		
Painoarvo (P2)	131	130	51	67	77	114	216	63	171	45	63	74	45	124	69	105	123	77	114	64	1923			
Painoarvo %	7%	7%	3%	3%	4%	6%	11%	3%	9%	2%	3%	4%	2%	6%	4%	5%	6%	4%	6%	6%	3%	100%		
Valitut	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Kuva 11. Ravintolasalin QFD-matriisi.



## QFD:n vaikutukset tuloksiin

QFD-istuntojen avulla täydennettiin keittiön ja ravintolasalin suunnitteluohjeet. Alustavien suunnitelmien muutamia suunnitelmaratkaisuita osoittautuivat poikkeavan asiakkaiden esittämistä tarpeista ja vaatimuksista. Suunnitelmiin tehtiin QFD-työskentelyn jälkeen muutoksia ja täydennyksiä. Näillä on ilmeinen lopputulosta parantava vaikutus. Muutosten kustannusvaikutus on sekä Polarkestin että Puolimatkan kustannuksia alentava. Ainoastaan ehdotus kylmätilojen muutoksesta nostaa kustannuksia. Seuraavaan luetteloon on koottu muutoksia ja lisäyksiä, jotka tehtiin QFD-käsittelyn ansiosta.

- keittiön layoutiin muutos: näkyvyyttä ja kulkuyhteyksiä parannettiin
- astianpesutilan äänieristystä parannettiin: halpa muutos, mutta käyttäjien kannalta tärkeä
- keittiöön saatiin tavaran vastaanottotila
- kylmätilojen sijoittelua muutettiin
- varastotilat suunniteltiin uudelleen
- keittiön kalusteet lukittavia
- laitevarauksia lisättiin; varautuminen mahdollisesti myöhemmin hankittaviin laitteisiin oli tässä vaiheessa helppoa
- lisättiin valaistuksen himmennysmahdollisuus ravintolasaliin
- kynnyksiä poistettiin
- tarjoilulinjastoa muutettiin ja erotettiin takaseinällä keittiöstä
- kahvitarjoilupistettä pienennettiin ja suuntausta muutettiin
- ravintolasalin alakattoon ja seinille lisättiin sisustusvarauksia (kylttien ja koristeiden ripustusmahdollisuus yms.)
- ravintolasalin lattiaan lisättiin sähköpisteitä
- ravintolasalin layout muutettiin
- ravintolasalin tuoleissa ei kädensijoja

Kuvissa 13 ja 14 ovat otteet ravintolan pohjakuvista ennen ja jälkeen QFD-käsittelyä.

Puolimatka mittasi suunnitteluvaiheen asiakastyytyväisyyttä kesä-heinäkuussa 1995 kyselyllä Spektrin Trion vuokralaisilta. Puolimatkan laatujärjestelmän mukaisesti kyselyssä kysytään parinkymmenen kysymysaiheen merkitystä asiakkaalle asteikolla 5 - 1 (5 = erittäin tärkeä, 1 = ei tärkeä) ja arviota Puolimatkan toiminnasta kysymyksen aihealueella asteikolla 5 - 1 (5 = toimii hyvin, 1 = toimii huonosti). Asiakaspalautteen perusteella Polarkesti oli tyytyväisempi kuin asiakkaat keskimäärin. Esimerkkejä kyselyn vastauksista on taulukossa 3.

Asiakaspalautetta tullaan mittaamaan Spektrin Triossa vielä kaksi kertaa - luovutuksen ja 1-vuotistakuutarkastuksen yhteydessä. Tämän tutkimuksen aikataulun puitteissa ei voitu mitata QFD:n tuotannon ja käytön aikaisia vaikutuksia. Asiakastyytyväisyyden lisäksi muita mahdollisia mittareita ovat suunnitelmamuu-  
tosten määrä ja tuotannon virheiden määrä.

Taulukko 3. Puolimatkan keräämä asiakaspalaute Spektrin Trion vuokralaisilta.

Kysymysaihe	Keskiarvo	Polarkesti
<b>Asiakkaan tarpeiden täsmentäminen suunnittelu- vaiheessa (tilankäyttö yms.)</b>		
Merkitys vastaajalle	5	5
PM:n toiminta	3,8	5
<b>Tapa hyväksyttää ja ottaa asiat esille ajoissa</b>		
Merkitys vastaajalle	4,7	5
PM:n toiminta	3,5	5
<b>Kaikki kysymysaiheet yhteensä</b>		
Merkitys vastaajalle	4,6	4,6
PM:n toiminta	3,8	4,2

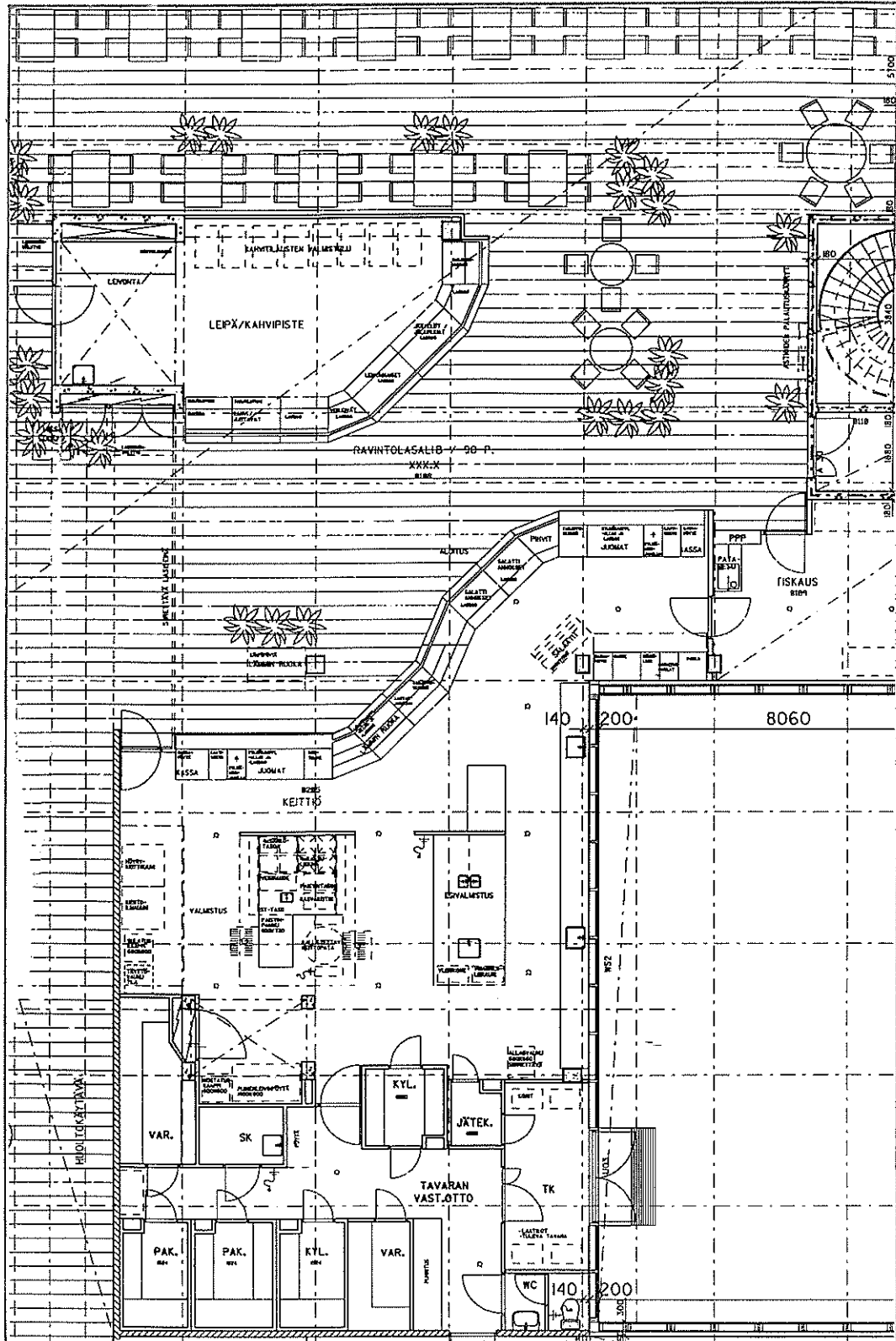
Seuraavaan luetteloon on koottu Puolimatkan kokemukset QFD:n periaatteiden räätälöinnistä asiakassuunnitteluun:

- 1 QFD-ryhmän sopiva koko 4 - 5 henkilöä, jotka edustavat eri asiakkaita.
- 2 Asiakkaat, joille tehdään kannattaa miettiä huolellisesti, se auttaa ideoinnissa.
- 3 Vaatimukset saadaan aivoriihen kaltaisella menettelyllä, joka antaa myös ominaisuuksia.
- 4 Ominaisuudet saadaan osittain jo vaatimusten ideoinnin yhteydessä, lisää saadaan miettimällä kutakin vaatimusta vastaavia ominaisuuksia.
- 5 Ominaisuudet / Ominaisuudet kannattaa miettiä, ettei valita ristiriitaisia ominaisuuksia.
- 6 Ominaisuuksien täsmentäminen.
- 7 Suunnitteluohjeet ja suunnittelijoiden brieffaus.
- 8 Seuranta tarkastamalla suunnitteluratkaisut ja ratkaisujen poiminta kirjastoon.

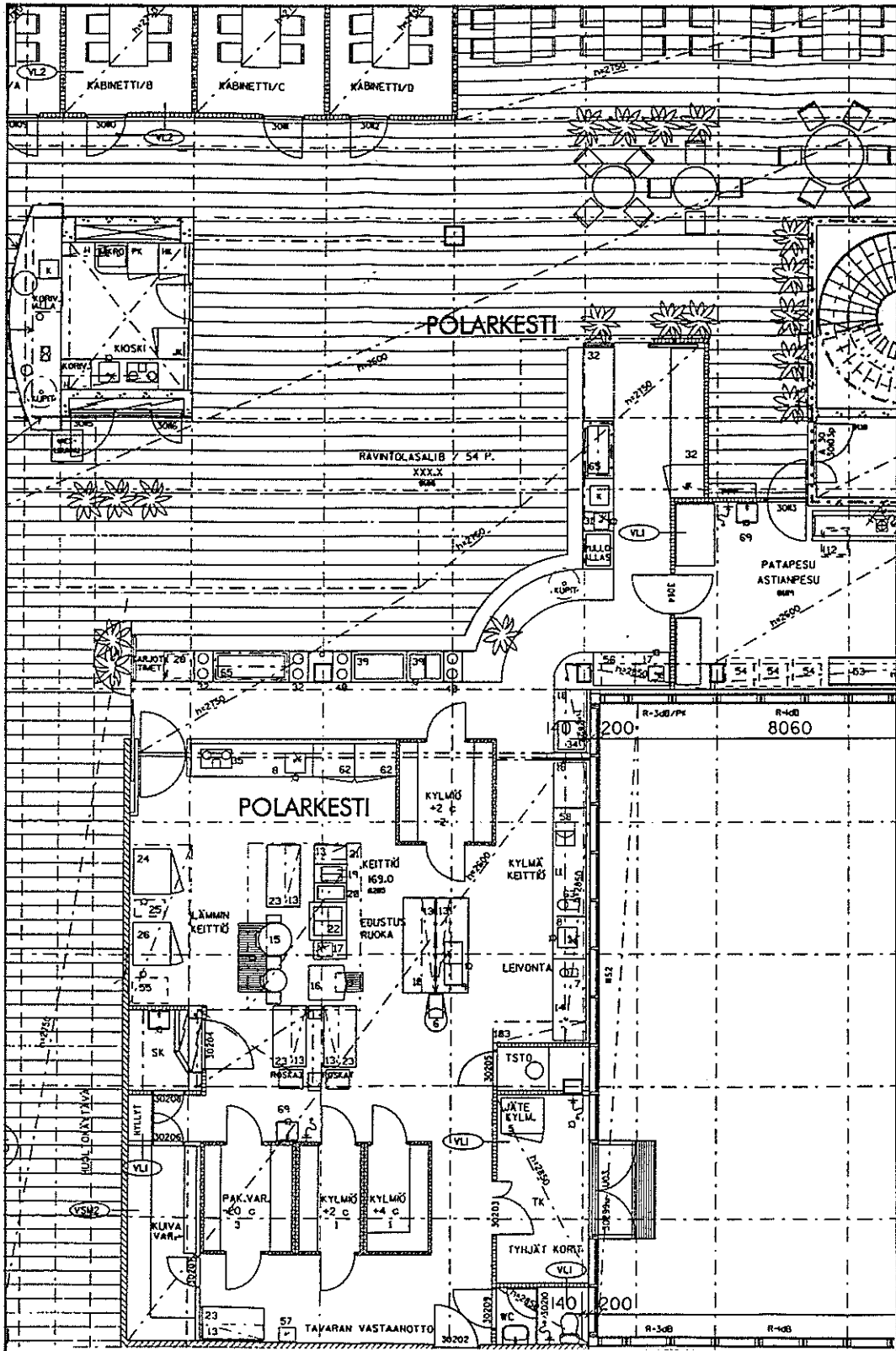
Puolimatkan kokemukset QFD-menetelmästä ovat pääsääntöisesti hyvät. Yhteen-  
veto kokemuksista on esitetty taulukossa 4.

### Riippuvuuskertoimen vaikutus tulokseen

Spektrin Trion ravintolasalin tarkastelussa kokeiltiin riippuvuuskertoimen vaikutusta tulokseen. Kerroin 9 vaihdettiin kertoimeksi 5, jolloin tulokset eivät oleellisesti eronneet alkuperäisen matriisin tuloksista. Painoarvoprosentit muuttuivat korkeintaan yhdellä prosentilla. Poikkeuksena oli matriisin viimeinen ominaisuus, jonka painoarvoprosentti nousi 2 prosenttia. Tällä ominaisuudella ei ollut yhtään voimakasta riippuvuutta (kerroin 9), mutta useita kertoimen 3 arvoisia riippuvuuksia. Ominaisuus ei siis vastannut voimakkaasti mihinkään asiakasvaatimukseen, mutta jonkin verran useisiin vaatimuksiin (liite 3).



Kuva 13. Ote ravintolan pohjakuvasta ennen QFD-käsittelyä.



Kuva 14. Ote ravintolan pohjakuvasta suunnitelmamuutosten jälkeen.

Taulukko 4. Saadut kokemukset.

QFD:STÄ SAADUT KOKEMUKSET, PUOLIMATKA	
☺	☹
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asiakas on tyytyväisempi, koska häntä kuunnellaan QFD:ssä systemaattisesti.</li> <li>• QFD auttaa asiakasta ohjaamaan ajatukset kohteeseen ja kokoamaan irralliset tarpeensa.</li> <li>• QFD auttaa asiakasyritystä (jolla ei ole rakennuttamisen ammattilaisia) kehittämään omia tulevaisuuden tilatarpeitaan.</li> <li>• QFD palaverit syventävät rakennuttajan ymmärtämystä asiakkaan vaatimuksista.</li> <li>• QFD toimii mainiosti johtamisvälineenä, jolla suunnittelun vetäjä selvittää asiakastarpeet ja ohjaa erikoissuunnittelua.</li> <li>• QFD:stä jää dokumentti, johon päätökset perustuivat.</li> <li>• Tuloksena saatiin Puolimatalle kärkeä suunnitteluohje (lähtötietokatselmus) ravintolalle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• QFD matriisin laatiminen työlästä.</li> <li>• Siirrettäessä ominaisuuksia vaatimuksiksi ja jaettaessa ominaisuuksia tarkemmiksi osiksi ryhmän asiantuntemus saattaa loppua (esim. käytännön työn osalta).</li> <li>• Asiakkaiden vaatimusten ja ominaisuuksien (ratkaisujen) erottaminen hankalaa.</li> <li>• Menetelmän herkkyys ja pienet vaihtelut painoarvoprosenteissa aiheuttivat epävarmuutta.</li> <li>• Uuden menettelyn lanseeraaminen asiakkaalle vaatii omalta organisaatiolta pedagogisia kykyjä.</li> </ul>



## CASE 3: TEOLLISUUSRAKENNUKSEN RAKENNESUUNNITTELU, A-INSINÖÖRIT OY

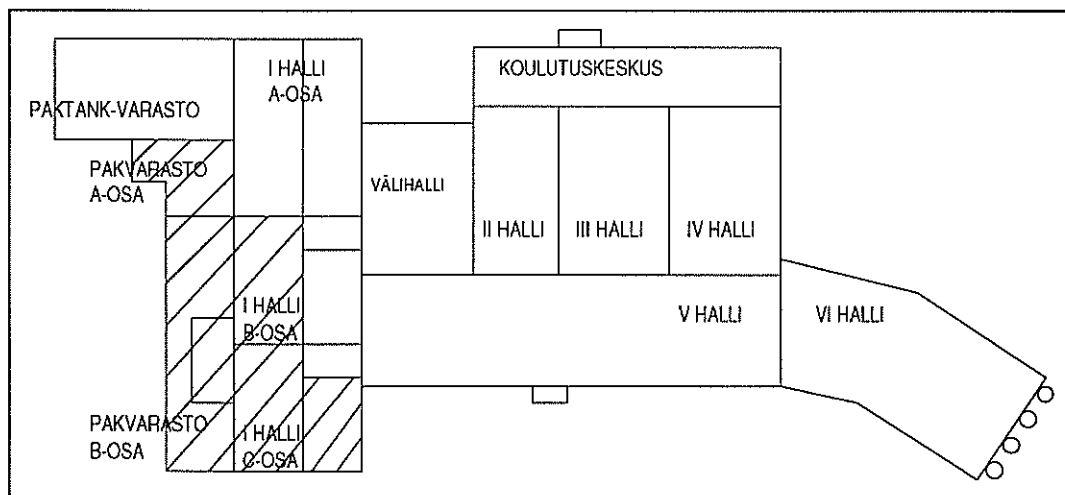
### Lähtökohta ja tavoite

Casen tavoite oli testata QFD:n soveltuvuutta teollisuuskohteen rakennesuunnitteluun siten, että tunnistettaisiin asiakkaalle tärkeät rakenteiden ominaisuudet ja suunnattaisiin suunnittelu erityisesti näihin tärkeisiin kohteisiin. Asiakastarpeet ja tuoteominaisuudet analysoitiin QFD-matriisilla ja tuloksia verrattiin jo tehtyihin suunnitelmiin. Kohteen suunnittelu oli tutkimusta tehtäessä käynnissä.

Nykykäytännössä A-Insinöörit selvittävät rakennesuunnittelun suunnitteluvaatimukset arkkitehdin luonnoskuvien valmistuttua järjestettävissä kokouksissa, joissa määritellään vapaat korkeudet, kuormitukset jne. ja tehdään näistä ehdotuksia. Kokouskäytäntöön ei normaalisti sisälly systemaattista menetelmää eri osapuolien tarpeiden ja vaatimusten selvittämiseksi.

### Kiilto Oy:n tehdastilojen laajennus

Kiilto Oy on teollisuuden, liike-elämän ja kotitalouksien käyttämien liimojen, laastien ja puhdistusaineiden valmistaja. Kiilto Oy:n pääkonttori ja suurin tuotantolaitos sijaitsevat Lempäälässä, 3-tien varrella, jonne myös nousevat 1970-80-luvulla rakennettujen tuotanto- ja varastotilojen nyt tehtävät laajennukset.



Kuva 15. Kiilto Oy:n tuotantotilat. Laajennus on merkitty kaavioon vinoviivoituksella.

Kohdetiedot:

- tuotantotilojen laajennus 2 270 ka-m<sup>2</sup>, tilavuus 13 450 m<sup>3</sup>, 2-kerr.
- varastotilojen laajennus 2 195 ka-m<sup>2</sup>, tilavuus 17 900 m<sup>3</sup>, 1-kerr.
- rakennuttajatehtävät AI-yhtiö Oy
- arkkitehtisuunnittelu Teuvo Vastamäki Ky
- rakennesuunnittelu A-Insinöörit Oy
- LVI-suunn. Touko Saarinen Ky
- sähkösuunn. Teuvo Telenius Ky
- suunnittelu alkoi 2/95, rakennustyöt käynnistettiin 8/95, laajennus valmistuu 4/96.

## Asiakasvaatimusten selvitys

Asiakasvaatimukset ja niiden tärkeys saatiin selville haastattelemalla rakennusprojektista vastaavaa Kiillon teknistä johtajaa Herbert Schmidtiä. Haastattelussa tärkeimmiksi havaitut asiakasvaatimukset kirjattiin QFD-matriisiin (kuva 16.).

### QFD:n 1-vaihe

Ominaisuuksiksi QFD:n 1-vaiheessa määritettiin rakennejärjestelmän osajärjestelmät, joista 1-matriisin tulosten perusteella valittiin neljä tärkeintä jatkokäsittelyyn. 1-vaiheen matriisi on kuvassa 16.

### QFD:n 2-vaihe

2-vaiheessa määritettiin valittujen osajärjestelmien mitattavat ominaisuudet, vaatimuksina säilyivät samat asiakasvaatimukset kuin 1-vaiheessa. Korrelaatiot täytettiin aluksi kahden suunnittelijan toimesta. He yhdistivät näkemyksensä lopulliseen matriisiin. 2-vaiheen matriisit ovat kuvissa 17 ja 18.

QFD-käsittelyn perusteella saatiin tärkeimmät rakennesuunnittelussa huomioon otettavat asiat ja laadittiin seuraavat suunnitteluohjeet:

1. Ulkoseinien ulkonäköön tulee suunnittelussa kiinnittää erityistä huomioon otettavat.
2. Yläpohja tulee suunnitella varmasti paloturvalliseksi.
3. Yläpohjan palkkityypin valinta tulee tehdä erityisen huolellisesti.
4. Savunpoistoratkaisu tulee suunnitella erityisellä huolella.
5. Välipohjan staattisen kuorman valintaan on paneuduttava erityisen huolellisesti.
6. Välipohjan palkkiratkaisu tulee tehdä erityisellä huolella.

Ominaisuudet		Kohde: KIILO I-halli osat B ja C											
		Kaavio: Asiakkaan vaatimukset / rakennejärjestelmä											
Vaatimukset		Laatija: Varpe, Valnio											
		Pvm: 5.5.95											
		PERUSTUKSET	ALAPOHJA	PYSTYRUNKO	VÄLIPOHJA	ULKOSEINÄT	IKKUNAT	YLÄPOHJA	SISÄKATTO	LATTIAPINNOITTEET	VÄLISEINÄT	OVET	Tärkeys/painokerroin (P1)
LATTIAN KANTAVUUS		3	9	9	9					9			5
LATTIAN KESTÄVYYS			9		3					9			5
PILARIEN MÄÄRÄ MINIMOITU		9		9	9	1		9			1		4
PALKKIEN REI'ITETTÄVYYS					3			3					3
LUONNONVALOA							9	3	9				2
SAVUNPOISTO					1	1	9	3	9		9		3
SEINÄ & KATTORAKENTEEN KIINNITYSMAHDOLLISUUDET				3	3	3		3	9		3		3
EDUSTAVAN NÄKÖINEN				1	3	3	3	3	9	9	3	3	3
MELUNTORJUNTA					1	1		1	9		3	3	2
TÄRINÄNKESTO				3	9								3
PALOTURVALLISUUS				9	9	3		9	9	1	9	3	3
HYVÄ ELEMENTTISUUNNIT- TELU (ei jälkisahausta)		3		3	3	9	1	3				1	4
JÄÄNNÖSARVO		3	9	3	9	9	3	9	1	3	3	3	2
PIENI ENERGIANKULUTUS			1			9	9	9				3	3
PUHTAANAPIDETTÄVYYS			1	1	1	1	3	1	3	9	1	3	3
VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET				9	9	9	9	9	3	3	3	9	3
<b>Painoarvo (P1)</b>		69	114	177	242	147	127	194	164	117	100	79	1530
<b>Painoarvo %</b>		5%	7%	12%	16%	10%	8%	13%	11%	8%	7%	5%	100%
<b>Valitut</b>				X	X	X		X					

Kuva 16. Asiakkaan vaatimukset / rakennejärjestelmä.

Taulukossa 5 on esitetty QFD-käsittelyn avulla saadut asiakaspainotukset ja toteutuneen suunnittelun painotukset.

QFD-Laautalo		Kohde: <b>KILTO I-hallitilat B ja C</b>																																
		Kaavio: <b>Vaihe-2.osa 1 / 2 Pystyrunko &amp; Väli pohja</b>																																
		Laatija: <b>Pietariia, Teivas, Vahjo</b>																																
		Pvm: <b>10.8.95</b>																																
Ominaisuudet	PYSTYRUNKO	VÄLIPOHJA																																
		Staatinen kuorma	Dynaaminen kuorma	Törmäyskuorma	läännealli	Tasaisuus	Ääneneristävyy	Palo turvallisuu	Ripustettavuus	Välikäsittelevuus	Vahvistamismahdollisuus	Palkkikokaisu	Ulkonäkö	Pintamateriaali	Ulkonäkö	Lukkaus	Palo turvallisuu	Puhdistettavuus	Kulutuskestävyy	Iskunkestävyy	Kemiallinen kestävyys	Valonkestävyy	Askeimellisyttävyys	Heljastavuus	Tärkeys/painokerroin (P1)									
Vaatimukset																																		
LATTIAN KANTAVUUS	3	3	9	3	9	1	9	3	1	3	1	3	9	1	3	3	9	1	3	3	3	3	3	3	1	5								
LATTIAN KESTÄVYYS	3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	5							
PILARIEN MÄÄRÄ MINIMOITU	9	3	3	9	1	1	3	3	3	3	9	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	4							
PALKKIEEN REITITETTÄVYYS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3							
LUONNONVALOA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2							
SAUNPOISTO	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2							
SEINÄ & KATTORAKENTEEN KIINNITYSMÄHDOLLISUUDET	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3							
EDUSTAVAN NÄKÖINEN	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2							
MELUNTORJUNTA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3							
TÄRINÄKESTO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2							
PALOTURVALLISUUS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3							
HYVÄ ELEMENTTISUUNNITTELU (ei jälkisaauksia)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4							
JÄÄNNÖSARVO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2							
PIENI ENERGIANKULUTUS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3							
PUHTAANAPIDEITÄVYYS	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	1	3							
VIRANOMAISMAARAYKSET	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	1	3							
Painoarvo (P1)	106	91	52	156	88	27	147	72	120	71	171	156	73	147	63	64	114	61	57	70	185	124	0	83	32	97	79	112	76	131	59	24	38	2946
Painoarvo %	4.3%	3.2%	2.5%	5.3%	3.1%	1.5%	5.2%	2.1%	4.1%	2.2%	6.6%	5.4%	2.2%	5.2%	2.2%	2.2%	4.4%	2.2%	2.2%	2.2%	6.2%	4.4%	0.3%	3.1%	3.2%	3.3%	3.4%	3.3%	4.3%	4.2%	2.1%	1.1%	100%	
Vaihtu																																		

Kuva 17. Asiakkaan vaatimukset / pystyrunko ja väli pohja.

Ominaisuudet		Kohde: <u>KILTO Halliosat B ja C</u>																															
		Kaavio: <u>Valhe2.osa 2/2 Ulkoseinät &amp; Yläpohja</u>																															
Vaatimukset		Lacifia: <u>Pietariila, Teivas, Vahlo</u>																															
		Pvm: <u>10.8.95</u>																															
ULKOSEINÄT		Ulkonäkö	Säänkestävyys	Paloturvallisuus	Ripustettavuus	Aäneneristävyyttä	Lämmöneristävyyttä	Puhdistettavuus	Huoltotarve	Jälkiasennettavuus	YLÄPOHJA	Staatinen kuorma	Dynaaminen kuorma	Törmäyskuorma	Jännevälit	Paloturvallisuus	Palokäyttyppi	Katolikkunäyttyppi	Savunpoistoturvallisuus	Ripustettavuus	Aäneneristävyyttä	Lämmöneristävyyttä	Säänkestävyys	Ulkonäkö	Jälkiasennettavuus	Pitkäaikaiskestävyys	Puhdistettavuus	Tärkeys/painokerroin (P1)					
	LATTIAN KANTAVUUS																																
	LATTIAN KESTÄVYYS																																
	PILARIEN MÄÄRÄ MINIMOITU																																
	PALKKIEN REHITTÄVYYS																																
	LUONNONVALOA	3	1	3	3	9	3	9	3	9		3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3			
	SAVUNPOISTO	1	9	1	3	3	1	3	1	3	1	1	1	1	3	9	3	3	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3			
	SEINÄ & KATTORAKENTEEEN																																
	KIINNITYSMÄHDOLLISUUDET	1	3	9	1	1	3	9	3	9																							
	EDUSTAVAN NÄKÖNIEN	9	3	1	3	3	3	3	3	3																							
	MELUNTORJUNTA																																
	TÄRINÄKESTO																																
	PALOTURVALLISUUS																																
	HYVÄ ELEMENTTISUUNNIT-																																
	TELU (ei jälkisaunauksia)	9	3	3	3	3	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	JÄÄNNÖSARVO	9	3	3	3	3	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	PIENI ENERGIAKULUTUS	1																															
	PUHTAANAPIDETTÄVYYS	3																															
	VIRANOMAISMAÄRÄYKSET	3	9	9	3	9	3	9	3	9	9	3	9	3	9	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	
	Painoarvo (P1)	0	114	51	92	36	60	93	87	57	0	77	78	0	87	106	114	81	134	56	61	93	41	60	74	49	59	1829					
	Painoarvo %	0 %	6 %	3 %	5 %	2 %	3 %	5 %	4 %	3 %	0 %	4 %	4 %	0 %	5 %	6 %	6 %	4 %	7 %	3 %	3 %	5 %	2 %	3 %	4 %	3 %	3 %	100 %					
	Vaihtut	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

Kuva 18. Asiakkaan vaatimukset / ulkoseinät ja yläpohja.

*Taulukko 5. QFD-käsittelyn avulla saadut asiakaspainotukset ja toteutuneen suunnittelun painotukset.*

	<b>Asiakaspainotus</b>	<b>Suunnittelussa painottunut</b>
<b>Ulkoseinien ulkonäkö</b>	Erittäin tärkeä	Jonkin verran
<b>Yläpohjan paloturvallisuus</b>	Erittäin tärkeä	Melko paljon
<b>Yläpohjan palkkityyppi</b>	Erittäin tärkeä	Jonkin verran
<b>Savunpoistoratkaisu</b>	Erittäin tärkeä	Jonkin verran
<b>Välipohjan staattinen kuorma</b>	Erittäin tärkeä	Erittäin paljon
<b>Välipohjan palkkiratkaisu</b>	Erittäin tärkeä	Melko paljon

## **QFD:n vaikutukset tuloksiin**

QFD:n avulla saatu lista tärkeimmistä rakennesuunnittelussa huomioon otettavista asioista oli osin suunnittelijoille yllättävä ja poikkesi joidenkin ratkaisujen osalta suunnittelussa toteutuneista painotuksista. Esimerkiksi ulkoseinien ulkonäkö on pääosin arkkitehtisuunnittelusta riippuvainen, joskin materiaalien valinnassa ja detaljisuunnittelussa rakennesuunnittelija voi asiaan vaikuttaa. Ulkoseinien rakennevaihtoehtoja olivat olleet siporex-elementti ja teräsbetoninen sandwich-elementti, joista jälkimmäinen oli valittu toteutettavaksi. Rakennesuunnittelijat päättivät kiinnittää jatkosuunnittelussa erityistä huomiota virheettömään elementti- ja detaljisuunnitteluun.

Toinen yllättävän tärkeäksi noussut painotus oli yläpohjan palkkityypin valinta. Koska kysymyksessä oli laajennus, joka liittyy välittömästi vanhojen tilojen yhteyteen, jännemittoihin ja rakenteisiin, luonnollinen ratkaisu yläpohjan palkeiksi oli sama kuin vanhoissa halleissa ts. kunkin hallilaivan ylittävä jännebetoninen palkki-elementti, jännemitta 15...18 m. Myös palkkijako on sama kuin vanhoissa tiloissa eli 5,0 m., ja se mahdollisti sekundäärisenä rakenteena myös siporex-elementin käytön ontelolaatan kilpailijana. Kuitenkin 150 mm:n ontelolaatta, kova mineraalivilla lämpöeristeenä ja Kiillon oma 1-kerroskate, Kestoflex, vedeneristeenä, valittiin toteutettavaksi yläpohjaratkaisuksi. Yläpohjan palkkityypin valintaan ei enää voitu eikä haluttu vaikuttaa QFD-painotusten jälkeen. Yläpohjaratkaisu täyttää paloturvallisuuteen liittyvät vaatimukset, joita kaikkien tilojen sprinklauksen ohella on myös rakenteiden palonkestovaatimus PLA60.

Kolmas yllättävän korkean painoarvon saanut asia oli savunpoistoratkaisu, jonka tuli tietysti täyttää palomääräysten ja viranomaisten esittämät vaatimukset pinta-alan, sijainnin ja teknisten yksityiskohtien suhteen. Koska savunpoistoratkaisuksi oli suunniteltu riittävä määrä kattoikkunoita, rakennesuunnittelijan tehtäväksi jäi sovittaa aukkojen sijainti ja koko käytettyyn yläpohjaratkaisuun. Ontelolaattajako sovitetttiin siten, että tarvittiin mahdollisimman vähän lisätuentoja ja veden virtaus vesikatolla häiriytyisi mahdollisimman vähän. Rakennesuunnittelijat päättivät kiinnittää näihin asioihin jatkosuunnittelussa huomiota.

Välipohjaratkaisuun oli suunnittelun aikana kiinnitetty erityistä huomiota. Siihen olivat vaikuttaneet mm. koneiden suuret kuormat, niiden sijainnit ja lävistykset sekä vaatimukset lattian tasaisuudesta, halkeilemattomuudesta ja mekaanisesta ja kemiallisesta kestävyydestä. Välipohjan rakenteeksi valittiin yhteen suuntaan jäykistetty massiivinen paikallavalulaatta-palkisto, jossa kuitenkin liimasekoittimien ja muiden laatan läpäisevien koneiden kohdalla on laatan jänteen suuntaisia palkkivahvistuksia. Lisäksi suunnittelussa oli otettava huomioon LVIS- ja prosessiputkien varaukset rakenteisiin. Nämä asiat saivat myös QFD-käsittelyssä erittäin tärkeän painoarvon. Rakennesuunnittelijat päättivät kiinnittää jatkosuunnittelussa erityistä huomiota välipohjaan liittyviin rakenneratkaisuihin.

Rakennesuunnittelijat arvioivat, että QFD-käsittely ei ollut vielä elokuussa 1995 juurikaan aiheuttanut muutoksia tehtyihin rakenneratkaisuihin, mutta sen sijaan asioiden tärkeysjärjestys oli painottunut uudella tavalla ja se aiottiin ottaa huomioon jatkosuunnittelussa. Yhteenvedo A-Insinöörien saamista kokemuksista on esitetty taulukossa 6.

*Taulukko 6. Saadut kokemukset.*

QFD:STÄ SAADUT KOKEMUKSET, A-INSINÖÖRIT	
☺	☹
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemaattinen tapa kerätä asiakkaan tarpeet ja toivomukset suunnittelun lähtötiedoiksi ja erityisesti niiden asettamiseksi tärkeysjärjestykseen.</li> <li>• Asiakaskyselykaavakkeen tulee olla jokaisessa rakennustyyppissä omansa, mutta kerran tehtynä se palvelee monien asiakkaiden tarpeiden ja niiden tärkeysjärjestyksen selvittämisessä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakenteiden ominaisuuksien määrittely on työlästä.</li> <li>• QFD-matriisin täyttäminen työlästä.</li> <li>• Henkilökohtaiset erot matriisin täyttämisessä johtavat erilaisiin painotuksiin.</li> </ul>

## 5 KÄYTÄNNÖN TYÖSKENTELY

Asiakaslähtöistä laadun suunnittelua voi soveltaa monilla eri tavoilla. Suunnittelu- ja kehitystyötä voidaan tehdä joko yhdellä tai useammalla suunnittelun eri tasolla. Eräs QFD:n eduista on, että se edesauttaa ryhmätyöskentelyä. QFD-ryhmät voivat olla erikokoisia ja niitä voi olla useita. QFD ei ole jäykkä menetelmä, vaan sen perusajatuksia soveltamalla voi muokata menettelyn omiin tarpeisiinsa.

### 5.1 PEREHTYMINEN QFD-MENETELMÄÄN

QFD:n perusajatus on yksinkertainen ja sen omaksuminen onnistuu nopeasti. Mutta kokemus on osoittanut, että aina työskentelyn edetessä vastaan tulee ongelmia, jotka vaativat menetelmän hyvää tuntemusta ja kokemusta. Tätä osaamista ei välttämättä saa QFD-kirjoista tai kursseilta. Käytännön kokemuksen hankkiminen on luonnollisesti työlästä, mutta jälkikäteen arvioitaessa tuskin kukaan arvioi panostustaan turhaksi. Oikotie menetelmän käyttöönotossa on ulkopuolisen konsultin käyttö.

Puolimatkan case osoitti, että kaikkien QFD-ryhmään kuuluvien ei tarvitse tuntea menetelmää etukäteen. Ryhmän vetäjä pystyy melko nopeasti selittämään kunkin vaiheen tarkoituksen ja periaatteet. Tällainen työskentelytapa vaatii kuitenkin vetäjältä hyvää menetelmän tuntemusta ja ryhmän ohjauskykyä.

### 5.2 SOVELLUSKOHTEIDEN VALINTA

Menetelmä ei välttämättä sovellu kaikkien kohteiden suunnitteluun. Esimerkiksi sovelluskohteeksi ei kannata valita sellaista kohdetta, joka johtaa kaikenkattavaan ominaisuusmaailmaan. Esimerkiksi koko rakennuksen mallintaminen QFD:llä edellyttäisi kohteen systemaattista jäsentelyä ja jakoa eritasoisiin osamatriiseihin. Useiden eri suunnittelutasojen ja laajan ominaisuusmäärän hallitsemisen työ määrä kuitenkin tukahduttaa menetelmästä saatavan hyödyn. QFD-menettelyyn sopivat parhaiten selkeästi rajatut, koko projektin kannalta tärkeät osakohteet tai -järjestelmät (kuten Spektrissä ravintola, jonka toiminta vaikuttaa sekä Trion että koko Spektrin asiakkaiden viihtyvyyteen).

Menetelmää kannattaa soveltaa suunnittelun alkuvaiheessa, jotta sen tulokset pystytään hyödyntämään ilman tarvetta muuttaa jo lukkoonlyötyjä ratkaisuja. Menetelmä soveltuu asiakaslähtöisen suunnittelun lisäksi myös hankeprosessin sisäisten asiakkaiden tarpeiden huomioonottamiseen.

Kehittyneiden suunnittelumenetelmien soveltaminen edellyttää projektin johdolta erityistoimia. Projektipäällikön pitää tuntea menetelmät ja niiden vaikutus projektityöskentelyyn. Parhaiten uudet suunnittelumenetelmät saadaan käyttöön soveltamalla hankkeen ohjaukseen kehittyneitä projektinohjauksen menetelmiä ja soveltamalla tiimityöskentelyä.



## 5.3 TIEDONKERUU

Asiakkaiden vaatimusten ja etenkin todellisten tarpeiden kerääminen koetaan usein vaikeaksi. Toisinaan asiakkaat ovat selkeästi tunnistettavissa, toisinaan joudutaan käyttämään tilastollisia analyysejä asiakkaiden tarpeiden ja niiden painoarvojen määrittämiseen.

Tiedonkeruu kannattaa järjestää erityyppisissä tapauksissa eri tavoin. Asiakastahojen määrä on ratkaisevassa asemassa valittaessa tiedonkeruu-menetelmiä. Mahdollisia menetelmiä ovat:

- Otantakyselyt, jotka voidaan tehdä henkilökohtaisina haastatteluina, puhelinkyselyinä tai kirjekyselyinä.
- Ryhmäideointi, johon osallistuu useita asiakkaan edustajia.
- Asiakkaan avainhenkilön haastattelu.
- Reklamaatioiden ja muun asiakaspalautteen kokoaminen.
- Kilpailijoiden tuotteiden arvostelu yhdessä asiakkaan kanssa.

## 5.4 TULOSTEET

QFD:n avulla keskeiset vaatimukset saadaan kirjattua ja niihin pystytään palaamaan myöhemmin. Tämä voi olla tarpeen esimerkiksi olosuhteiden muuttuessa tai jos havaitaan lähtökohdissa olevan jotain vialla. Toisaalta laadittua matriisia voidaan hyödyntää seuraavissa projekteissa, jolloin yhdessä projektissa tehty huolellinen suunnittelu hyödyttää muita tulevia hankkeita.

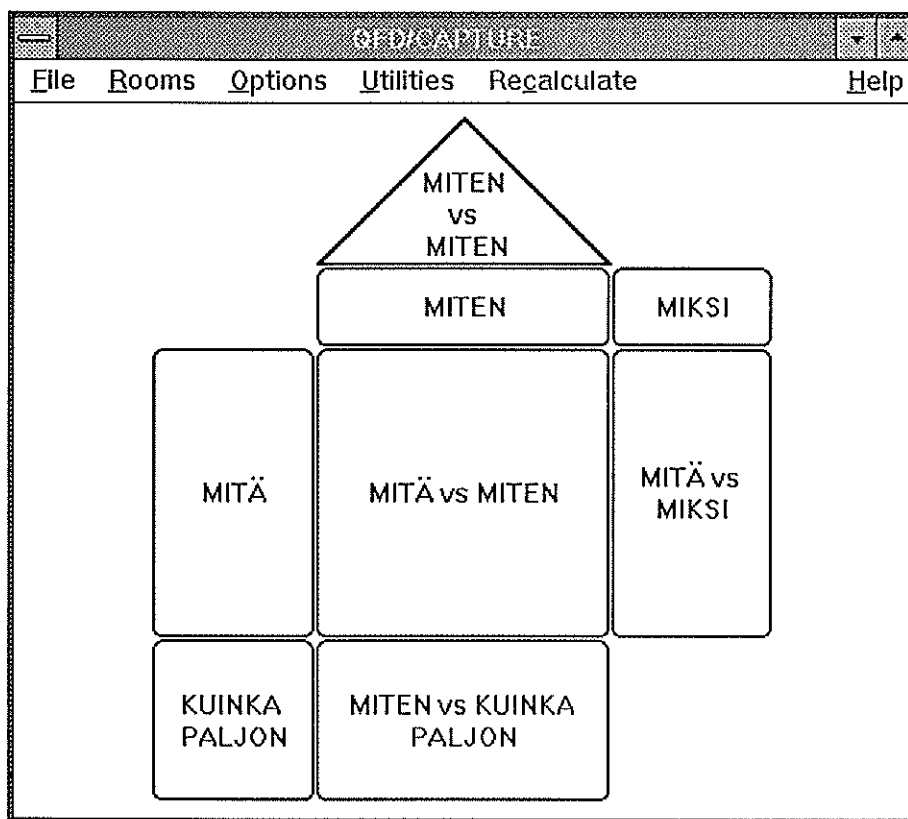
Matriisin tuloksia tulkittaessa kannattaa muistaa, että vaikka toiset tuoteominaisuudet ovatkin asiakkaalle tärkeämpiä, niin erot voivat olla pieniä. Kun painoarvoprosenttien perusteella valitaan tärkeimpiä ominaisuuksia, ei pienten erojen merkitystä kannata liikaa korostaa, vaan käyttää tervettä harkintaa.

# 6 QFD-MATRIISIN HALLINTA

## 6.1 VALMISOHJELMAT

QFD-matriisin laatiminen on työläs ja aikaavievä prosessi. Työskentelyn helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi on laadittu joukko tietokoneohjelmia. Ohjelmat voivat olla esim. taulukkolaskentasovelluksia tai itsenäisiä valmisohjelmia.

Ohjelmien väliset erot ovat lähinnä niiden käyttöympäristössä, käyttöliittymässä, laajennettavuudessa tai tiedonsiirto-ominaisuuksissa. QFD-sovelluksia on saatavissa erityyppisiin käyttöympäristöihin (PC, Windows, MAC,...). Ohjelman käyttöliittymä voi muistuttaa joko laatutalomatriisia, tai se voi perustua taulukko- tai listamuotoiseen tietojen esittämiseen (kuva 19).



*Kuva 19. QFD/Capturen perusikkuna on kaavio laatutalomatriisista. Kaaviosta aukaistaan varsinaiset työskentelyikkunat.*

QFD:tä voidaan soveltaa lukuisalla eri tavalla. Työskentely voi pohjautua usean, toisiinsa kytketyn matriisin käyttöön. Tämä asettaa luonnollisesti vaatimuksia ohjelmien laajennettavuudelle ja tiedonsiirto-ominaisuuksille. Yleisimmät QFD-sovellukset mahdollistavat laatutalokaavioiden hierarkkisen jäsentelyn.

Tunnetuin, ja eräs vanhimpia markkinoilla olevia QFD-ohjelmistoja on ITI:n (International TechneGroup Incorporated) QFD/Capture. Ohjelmalla voi laatia laatutalomatriisin sekä muita QFD-työskentelyyn liittyviä suunnitteludokumentteja ja

raportteja. QFD/Capture on ominaisuuksiltaan melko monipuolinen. Ohjelma on ollut pitkään markkinoilla, joten lastentaudit ovat siitä jo karsiutuneet. Ohjelman keskeinen puute on sen käyttöliittymän kankeus. Laatutalon katselu näytöllä on mahdollista, mutta sitä ei voi suoraan muokata.

Viime vuosina QFD/Capture on saanut rinnalleen lisää kilpailevia ohjelmistoja. Tällaisia ovat mm.: Total Quality Softwarin QFDwork sekä Qualisoftin QFD Designer.

## 6.2 TAULUKKOLASKENTA-OHJELMAT

Taulukkolaskentaohjelmien ominaisuudet ovat kehittyneet viime vuosina siten, että myös QFD-matriisin hallinta on niillä mahdollista. Taulukkolaskentaohjelmien makrokielillä on mahdollista rakentaa varsin monipuolisia sovelluksia. Taulukkolaskentaohjelmien käyttö QFD-työskentelyssä ei kuitenkaan edellytä syvällistä asiantuntemusta makrokielen hallinnasta, vaan yksittäisen laatutalomatriisin voi käyttäjä tehdä myös taulukkolaskentaohjelman perustoiminnoilla.

Taulukkolaskentaohjelma on osoittautunut riittäväksi työkaluksi laatutalomatriisin laadintaan ja käsittelyyn. Itse asiassa taulukkolaskentaohjelmat tarjoavat paremmat laatutalon räätälöinti- ja muokkausmahdollisuudet kuin useimmat valmisohjelmat. Valmisohjelmien etuna on kuitenkin niiden nopeus ja laskentatehokkuus, jotka on saavutettu tarkoituksenmukaisten tiedostorakenteiden ja optimoidun ohjelmakoodin avulla. Käytettäessä nykyisiä, tehokkaita mikrotietokoneita ei koneiden ja ohjelmien suorituskyky kuitenkaan normaalitilanteessa ole QFD-työskentelyn pullonkaulana. Siten taulukkolaskentaohjelmat tarjoavat hyvän ja edullisen vaihtoehdon valmisohjelmille.

Laatutalosovelluksen teko yleisellä taulukkolaskentaohjelmalla edellyttää ohjelmalta mm. seuraavia ominaisuuksia:

- sarakkeisiin pystyynkirjoitusmahdollisuus
- kaavojen teko yksinkertaista
- valikkojen tekoon ja toimintojen automatisointiin makrokieli.

## 6.3 QFD-LAATUTALO-SOVELLUS TAULUKKOLASKENTA-OHJELMAAN

Projektin yhteydessä kehitettiin QFD-Laatutalo-sovellus, jonka avulla voidaan täyttää ja hallita QFD-matriisia. Sovelluksen matriisipohjaan voidaan täyttää vaatimukset painoarvoineen ja ominaisuudet korrelaatioineen, jolloin sovellus laskee painoarvoprosentit. Sovelluksella voidaan myös tarkastella laatutalon "kattoa" sekä tehdä kilpailija-analyysi. QFD-Laatutalo-sovelluksesta saatuja kokemuksia on koottu taulukkoon 7.

Taulukko 7. QFD-Laaturalosta saadut kokemukset.

QFD-LAATUTALOSTA SAADUT KOKEMUKSET	
☺	☹
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muokattavissa joustavasti käyttötarpeen mukaan.</li> <li>• Helppokäyttöinen ainakin Excel-käyttäjälle.</li> <li>• Sovellus levitettävissä ja otettavissa käyttöön yrityksen sisällä ilman lisenssimaksuja (Excelin lisäksi).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yrityksen oman QFD-valikon ja omien toimintojen lisääminen edellyttää hyvää makrokielen tunteista ja vaatii aikaa.</li> </ul>

QFD-Laaturalo on Microsoft Excel -versiolle 4.0 rakennettu sovellus ja se toimii myös versiossa 5.0.

QFD-Laaturalo-pohja avataan samalla tavalla kuin tavallinen Excel-tilukkopohja valikosta Tiedosto (File) komennolla Uusi (New). Kun pohja/tiedosto on avoinna näytöllä, Excelin valikkorivillä näkyy uusi valikko QFD. Normaali Excel-valikot ovat myös käytettävissä.

QFD-Laaturalo-pohjaan kirjoitetaan vaakariveille vaatimukset ja sarakkeisiin ominaisuudet. Korrelaatiokertoimet ja painoarvot sekä tarvittaessa oikean reunan tuotevertailun arvot täytetään, jolloin sovellus laskee automaattisesti alariveille Painoarvot P1 ja P2 sekä vastaavat painoarvoprosentit.

Alimmalle riville "Valitut" merkitään valittujen ominaisuuksien sarakkeeseen "x"-merkki, jolloin QFD-valikon "Siirrä"-toiminnolla sovellus avaa uuden pohjan (QFD:n vaihe 2), johon valitut ominaisuudet siirtyvät vaakariveille vaatimuksiksi.

Sovelluksessa on mahdollisuus tarkastella myös Laaturalon "kattoa". Ohjelmallisista syistä tarkastelua ei voi tehdä vinoruudukolla, joten sovellus siirtää täytetyt ominaisuudet automaattisesti alas "Omin. vs. Omin."-tilukkoon, johon täytetään ominaisuuksien väliset riippuvuudet.

Microsoft Excel - QFDDEMO2.XLS

File Edit Formula Format Data Options Macro Window Chdir QFD Help

Normal ± Σ B I A A

S4

**QFD-Laaturtalo**

© VTT Rakennustekniikka  
Tampere 1995

Kohde: Qfd-Demo: Kahvin myynti  
Kaavio:   
Laatija: Mikko Vainio  
Pvm: 6.6.1995

**Ominaisuudet**

Vaativukset	Ominaisuudet						Tärkeys/painokerroin (P1)	Tud			
	Tarjoilulämpötila	Lämmönkesto	Kahvilaatu	Vahvuus	Myyntihinta	Tilavuus		Nykytila	Kilpailija	Kilpailija	Tavoitetila (P2)
Lämmitä tarjoillessa	9	1				1	4	2	3	4	
Pysyy lämpimänä	9	9				3	2	3	4	4	
Virkistää			3	9		9	3	4	3	4	
Maukasta	1	1	9	9			5	5	3	5	
Edullinen			1	1	9	1	2	3	5	4	
Iso kupillinen						9	4	1	3	3	
<b>Painoarvo (P1)</b>	59	27	56	74	18	75	0	0	0	309	
<b>Painoarvo %</b>	19%	9%	18%	24%	6%	24%	0%	0%	0%	100%	
<b>Painoarvo (P2)</b>	77	45	61	85	36	83	0	0	0	387	
<b>Painoarvo %</b>	20%	12%	16%	22%	9%	21%	0%	0%	0%	100%	
<b>Valitut</b>											

Lisää "x"-merkki sen ominaisuuden sarakkeeseen, jonka haluat valita  
Korrelaatiokertoimet (suositus): tyhjä, 1, 3 tai 9

**Omin. vs. Omin.**

Voimakas posit. riippuvuus 9  
Positiivinen riippuvuus 3  
Negatiivinen riippuvuus -3  
Voim. negat. riippuvuus -9

Ominaisuudet	Ominaisuudet					
Ominaisuudet	Tarjoilulämpötila	Lämmönkesto	Kahvilaatu	Vahvuus	Myyntihinta	Tilavuus
Tarjoilulämpötila	9					
Lämmönkesto						3
Kahvilaatu			3	-3		
Vahvuus				3		
Myyntihinta					-3	
Tilavuus						

Kuva 20. Esimerkki täytetystä QFD-Laaturtalo-pohjasta.

## QFD-valikon toiminnot

"Lisää rivi"- , "Lisää sarake"- , "Poista rivi"- ja "Poista sarake" -toiminnot lisäävät / poistavat rivin tai sarakkeen. Toiminto tapahtuu kursorin ala- tai oikealla puolella. Useita rivejä tai sarakkeita voi lisätä/poistaa maalaamalla useita rivejä/sarakkeita ja näpäyttämällä em. toimintorivejä.

"Kiinnitä otsikot"- ja "Vapauta otsikot" -toimintoja tarvitaan, kun matriisi on niin laaja, ettei se mahdu kokonaan näytölle. Otsikot kiinnittämällä näkee koko ajan rivien ja sarakkeiden aiheen.

"Näytä/piilota omin./omin."- ja "Näytä/piilota tuotevertailu" -toiminnoilla voi avata/sulkea ominaisuusvertailun näytön alalaidassa samoin kuin tuotevertailun näytön oikeassa reunassa.

"Tulosta"-toiminnolla sovellus käynnistää tulostuksen.

"Siirrä"-toiminnolla sovellus avaa uuden pohjan (QFD:n vaihe 2), johon valitut ominaisuudet siirtyvät vaakariveille vaatimuksiksi.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Asiakaslähtöinen laadun suunnittelu (QFD) on rakennushankkeessa erityisesti projektipäällikön johtamisen apuväline. Suurin hyöty menetelmästä on, että projektipäälliköllä on käytettävissään systemaattinen menetelmä koota ja analysoida asiakkaan tarpeita. Ongelmana yleensä on, että asiakas ei itsekään tiedä omia tarpeitaan. QFD-työskentely pakottaa asiakkaan keskittymään omiin tarpeisiinsa ja vaatimuksiinsa sekä esittämään ne jäsennellysti.

QFD:n soveltamisen kriittisin vaihe on asiakasvaatimusten määrittäminen. Tähän voidaan käyttää tarpeen mukaan erilaisia menetelmiä. Näitä ovat haastattelu, tiimityöskentely, kysely ja näiden erilaiset yhdistelmät. Tämän jälkeen matriisin täyttäminen on mekaaninen toimenpide, joka on tarpeen kootun aineiston jäsentämiseksi.

QFD ei korvaa asiantuntemusta. Menetelmän lisäarvo asiantuntijalle on, että sen avulla pystyy tunnistamaan kaikkein kriittisimmät asiakasvaatimukset ja löytämään niitä vastaavat ominaisuudet. Toisaalta matriisi muodostaa dokumentin, josta ilmenee tehtyjen päätösten perusteet vielä jälkikäteenkin.

Menetelmä soveltuu erityisesti sellaisiin suunnittelu- ja valintatilanteisiin, jossa valittava ratkaisu ei ole ennalta täysin selvä ja rutiininomainen. Tällainen on esimerkiksi osajärjestelmä, johon loppukäyttäjää tai jokin muu hankkeen osapuoli esittää tavanomaisesta poikkeavan tarpeen tai vaatimuksen. Tässä tutkimuksessa ei pyritty kehittämään koko rakennusta kattavaa ominaisuusjärjestelmää, koska viranomaismääräykset määrittävät vaatimustason useimmille tuoteominaisuuksille. Kolmen sovelluskohteen kokemukset vahvistivat käsitystä, että menetelmää sovellettaessa kannattaa matriisin koko rajata alle 30 rivin tai sarakkeen kokoluokkaan.

Negaatiovalintamallin mukaisesti on tärkeää löytää asiakkaan keskeiset päätöskriteerit jo tuotekehitysprojektin alkuvaiheessa, jotta kriittiset ominaisuudet pystytään sisällyttämään tuotteeseen. Näitä tuoteominaisuuksia on noin kymmenen, joista kaikkein kriittisimpiä on vain noin kolme.

QFD-menetelmän soveltaminen aiheuttaa lisätyötä määrittelyvaiheeseen. Pääsääntöisesti tämä lisätyö saadaan takaisin häiriöttömänä suunnitteluvaiheena ja rakentamisena. Tämä johtuu suunnittelussa tarvittavien iterointikierrosten siirtymisestä hankkeen aikaisempaan vaiheeseen, jolloin asioiden kehittäminen ja muuttaminen on helpompaa.

QFD-matriisin hallintaan soveltuu parhaiten moderni, kehittynyt taulukkolaskenta-ohjelma. Sen etuja ovat mm. helppokäyttöisyys ja taulukon vapaa muokattavuus.

## LÄHDELUETTELO

1. Akao, Yoji. Quality Function Deployment QFD, Integrating Customer Requirements into Product Design. Productivity Press. Cambridge, Massachusetts, USA 1990. 369 s.
2. Andersson, Roland & Jacobsson, Sten. QFD för byggbranchen, anvisningar och tillämpningserfarenheter. SBUF, FoU-VÄST projekt rapport 9306. Göteborg 1993. 64 s.
3. Asiakaslähtöinen laadunsuunnittelu 4.-5.10.1994, kurssiaineisto. Suomen Laatu yhdistyksen Koulutus Oy. Espoo 1994. Noin 200 s.
4. Clausing, Don. Total quality development, a step-by-step guide to world-class concurrent engineering. Asme press. New York, USA 1994. 506 s.
5. Concurrent Engineering, 10.-12.10.94, kurssiaineisto. Society of Logistics Engineers SOLE. Jyväskylä 1994. Noin 200 s.
6. Grannas, Mikael. Kilpailukykyisiä tuotteita asiakaslähtöisesti, järjestelmällisesti, tiimityönä. Metalliteollisuuden kustannus MET 14/94. Helsinki 1994. 71 s.
7. Karlöf, Bengt. Strategian ydinkohdat. Weilin&Göös. Espoo 1986. 149 s.
8. Lakka, Antti & Nykänen Veijo. Development of the building design process from the viewpoint of production phase. VTT Research Notes 1367. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Espoo 1992. 48 s.
9. Oswald, Thomas H. & Burati, James L. Jr. Adaptation of quality function deployment to engineering and construction project development. Construction Industry Institute CII, Source Document 97. Bureau of Engineering Research, University of Texas at Austin 1993. 163 s.
10. QFD, Kundcentrerad projektering och production. SBUF Informerar Nr 94:37. Stockholm 1994. 12 s.
11. Quality function deployment, awareness manual. American Supplier Institute, Inc. Dearborn, Michigan 1989. 106 s.
12. Rinne, Seppo. Negaatiovalintamalli ja sen vaikutus investointihyödykkeen tuotekehitystyöhön. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Julkaisu 59. Tampere 1989. 96 s.
13. Turunen, Olof. QFD - avain tuotteen kehittämiseen. MET Tekninen tiedotus 1/91. Metalliteollisuuden Kustannus Oy. Helsinki 1991. 58 s.

### **WWW-kotisivujen osoitteita Internet-tietoverkossa**

VTT Rakennustekniikka, projektit. <http://www.vtt.fi/rtel/projects/projects.html>

QFD Institute. USA. <http://www.nauticom.net/www/qfd/>



## QFD:N SOVELLUSKOHTEITA JAPANISSA

1. Korkealujuusbetonin valu
2. Rakennuttajan suunnittelutavoitteet
3. Koejärjestely - rakennusten maanjäristyskoe
4. Tutkimus ja kehitys - tilastolliset menetelmät rakennusalalla
5. Asuinkerrostalon detaljisuunnittelun standardointi, esimerkiksi äänieristys
6. Rakennussuunnittelun standardointi, esimerkiksi vesikate
7. Suunnittelutavoitteiden määrittäminen, esimerkiksi asunnon suunnittelu
8. Suunnitelmamuutosten vähentäminen, esimerkkinä turvallisuus maanjäristystä, murtoa, tulipaloa jne. vastaan toimistorakennuksen ilmastoinnissa ja valaistuksessa
9. Laadunkohottaminen-kustannusten alentaminen toimenpide suunnittelunparantamisen avulla, esimerkkinä ikkunan toiminnot
10. Valmisbetonin laatuvaatimukset
11. Valmistustapa ja toimenpiteet maanvyöryä vastaan
12. Palkkien toimittamisen täsmällisyys, esimerkkinä asuinkerrostalon laadunvarmistus
13. QFD-menetelmän sovellus sairaanhoitorakennuksiin
14. Menettelyn kehittäminen melua vastaan, esimerkkinä hotellin äänieristys
15. Korkealujuusbetonin laatuvaatimukset
16. Kylmän ilmanalan matalaenergiatalon järjestelmäsuunnitelma
17. Julkisivurappauslaastin laadunarviointi - arviointipisteiden ja arviointimenetelmien valinta
18. Kaakelipintaisen julkisivun laadunsaavuttaminen (kuivamenetelmä)
19. Työhetken täsmällisydenohjaus ja rakentamisprosessin ohjaussuunnitelma
20. Paikallavalubetonin laadunkohottaminen - eri menetelmien kehittäminen (vibra betonissa tai muottia vasten)
21. Laadunkohottaminen suunnitteluvaiheen kehittämisen avulla
22. Asumisolosuhteiden laatuvaatimustaulukko asuinkerrostalossa
23. Ilmaradan korkeustasotarkastus Okatassa
24. Eri ammattiryhmien laatupiirit

/2/



## QFD:N SOVELLUSKOHTEITA USA:SSA

1. Tehdastuotantokonseptin valinta (Tarveselvitysvaihe)
  - QFD-matriisia käytetty vaihtoehtoisten tehdastuotantokonseptien arvioinnissa
  - Vaatimukset - Bisnestavoitteet
  - Ominaisuudet - Vaihtoehtoiset tuotantokonseptit
2. Voimalaitoksen vaihtoehtoisten tonttien arviointi (Tarveselvitysvaihe)
  - QFD-matriisia käytetty voimalaitoksen sijaintivaihtoehtojen arvioinnissa
  - Vaatimukset - Sijaintikriteerit
  - Ominaisuudet - Sijaintivaihtoehdot
3. Suunnitteluvaihtoehtojen arviointi (Vaihtoehtosuunnittelu)
  - Vaatimukset - Projektin kustannustavoitteet
  - Ominaisuudet - Suunnitteluvaihtoehdot
4. Polttolaitoksen tekniikan valinta (Vaihtoehtosuunnittelu)
  - Vaatimukset - Tekniset ja kaupalliset vaatimukset
  - Ominaisuudet - Vaihtoehtoiset polttotekniikat
5. Dokumenttien hallinta (Vaihtoehtosuunnittelu)
  - Vaatimukset - Projektin tavoitteet
  - Ominaisuudet - Dokumentteihin liittyvät toimenpiteet
6. Turvallisuus; luotettavuus (Vaihtoehtosuunnittelu tai aiemmin)
  - Ei nähty otolliseksi sovelluskohteeksi säännöllisen luonteensa vuoksi
7. Suunnitteluratkaisujen toiminnallinen arviointi (Luonnossuunnitteluvaihe)
  - Vaatimukset - Projektin toiminnalliset vaatimukset
  - Ominaisuudet - Ehdotetut suunnitteluratkaisut
8. Toimittajien tuotteiden arviointi (Luonnossuunnitteluvaihe)
  - Vaatimukset - Hankintavaatimukset
  - Ominaisuudet - Kilpailevien toimittajien ratkaisut
9. Kriittisen polun hallinta (Rakentaminen)
  - Vaatimukset - Kriittisen polun tai melkein kriittisen polun tehtävät
  - Ominaisuudet - Proaktiiviset aikataulunhallintatekniikat
10. Uudet tuotantotilat, projektin hallinta
  - Projektin tavoitteiden asettaminen ja omistaja-urakoitsija yhteistyötiimin kriittisten toimintojen määrittäminen
11. Laajan teollisuuskohteen etyleeniglykoli-jäähdyttimen paikan ja perusratkaisujen valinta

/8/



# KORRELAATIOKERTOIMEN TESTIMATRIISI

<b>QFD-Laautalo</b> Kohde: <b>Spektiniäro, rovinfolscall</b> Kaaviot: <b>Asiakasvaatimukset, kokeilu korrelaatiokehruin</b> Laajuu: <b>Mikko Vainio</b> Pvm: <b>13.6.95</b>		Ominaisuudet														Tuotevaihtu									
	valaistuksen muuntolumahdoll.	värejä, tekstillöjä, kasvoja	akustiikkat; ei kaikua	henkikönnällä en reitit	äänentoistolomahdoluus	ei kiinteitä rajauksia	astita- & läpöpaalut, toimiva	ei kynnyksiä	riipistomahdoluus	laul, saumat, liksatoluia	riittävällä roskakoreja	tuolien pnotavuus	ikkunoiden edusta vapaa	opastus (yllin"start here")	rauhallisia pistettä	yhtenäisen linjasto	seisovapöytä-mahdoluus	sistuvavarauksia	sätköpielöitä tällissa	piatinympöyitä	Tärkeyspainokerroin (P1)	Nykylia (Innopoli)	Klipailia (Spektrin Piloti)	Klipailia (Man pätkkontori)	Favolöitä (P2)
<b>Vaatimukset</b>		5 5 3	5 5 5	1 3 3	3 3 3	1 1 1	1 5 3	5 3 5	1 5 5	1 1 1	1 3 3	1 3 1	1 5 5	5 3 3	5 3 3	5 5 5	5 5 5	3 3 5	3 3 3	4 5 5	3 1 2	3 4 4	3 4 3	3 4 3	
<b>VIIRTYISA</b>																									
<b>MULJNELTAVA</b>																									
<b>TOIMIVA</b>																									
<b>JOUTAVA</b>																									
<b>HOUKUTTELEVA</b>																									
<b>KAPASITEETTIA</b>																									
<b>SIISTI, SIIVOTTAVA</b>																									
<b>SELKEÄ</b>																									
<b>PERSOONALLINEN</b>																									
<b>YLEISSOVELTUVA</b>																									
<b>Painoarvo (P1)</b>	94	79	32	38	66	69	129	46	100	28	42	59	28	65	47	69	73	55	67	61	1269	4	3	4	
<b>Painoarvo %</b>	7%	6%	3%	3%	5%	5%	10%	4%	8%	2%	3%	5%	2%	7%	4%	5%	6%	4%	5%	5%	100%	5	1	3	
<b>Painoarvo (P2)</b>	91	82	35	47	65	70	132	47	95	29	47	58	29	88	53	69	79	53	70	64	1303	2	2	5	
<b>Painoarvo %</b>	7%	6%	3%	4%	5%	5%	10%	4%	7%	2%	4%	4%	2%	7%	4%	5%	6%	4%	5%	5%	100%	2	2	5	
<b>Vaihtu</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	



## KYSELYLOMAKE

<b>ASUNNONOSTAJAN VAATIMUKSET KERROSTALOKOHOYTEELLE KYSELYLOMAKE</b>	<b>VTT</b>	VTT / RAKENNUSTEKNIikka PL 1802, 33101 TAMPERE Puhelin: 931-316 3436 Telekopio: 931-316 3445
<i>Palautetaan 24.5.1995 mennessä oheisella kirjekuorella. VTT maksaa postimaksun.</i>		

Vastaaajan nimi \_\_\_\_\_

Osoite \_\_\_\_\_

Sukupuoli	Ikä	Monenko hengen taloudessa asut	Minkä tyyppistä asuntoa etsitte?
<input type="checkbox"/> Mies	<input type="checkbox"/> - 25	<input type="checkbox"/> 1 henk.	Asunnon kerros
<input type="checkbox"/> Nainen	<input type="checkbox"/> 26-35	<input type="checkbox"/> 2 henk.	<input type="checkbox"/> Alhaalla
	<input type="checkbox"/> 36-45	<input type="checkbox"/> 3 henk.	<input type="checkbox"/> Mielellään alhaalla
	<input type="checkbox"/> 46-65	<input type="checkbox"/> 4 henk.	<input type="checkbox"/> Mielellään ylhäällä
	<input type="checkbox"/> 66-	<input type="checkbox"/> yli 5 henk.	<input type="checkbox"/> Ylhäällä
			<input type="checkbox"/> Ei väliä
			<input type="checkbox"/> 1h+K
			<input type="checkbox"/> 2h+K
			<input type="checkbox"/> 3h+K
			<input type="checkbox"/> 4h+K
			<input type="checkbox"/> 5h+K

**1. RAKENNUS**

Kuinka paljon kiinnitätte huomiota seuraaviin rakennuksen yleisiin ominaisuuksiin etsiessänne asuntoa ?  
Rastita kultakin riviltä mieleisesi vaihtoehto. Pyri käyttämään koko arvosteluskaalaa.

	En kiinnitä huomiota	Kiinnitän vain vähän	Kiinnitän huomiota	Kiinnitän paljon huomiota	Kiinnitän erittäin paljon huomiota
Julkisivun arkkitehtuuri.....					
Yleisten tilojen pintamateriaalit.....					
Yleisten tilojen varustetaso.....					
Yhteistilat.....					
Pihapiiri.....					
Turvallisuus.....					
Sopivuus liikuntaesteisille.....					
Sopivuus lapsiperheelle.....					
Ekologisuus.....					

**2. ASUNTO**

Kuinka paljon kiinnitätte huomiota seuraaviin huoneiston ominaisuuksiin etsiessänne asuntoa ?  
Rastita kultakin riviltä mieleisesi vaihtoehto. Pyri käyttämään koko arvosteluskaalaa.

	En kiinnitä huomiota	Kiinnitän vain vähän	Kiinnitän huomiota	Kiinnitän paljon huomiota	Kiinnitän erittäin paljon huomiota
Pohjaratkaisu.....					
Edustavuus.....					
Pintamateriaalit.....					
Varustetaso.....					
Turvallisuus.....					
Rauhallisuus.....					
Valoisuus.....					
Persoonallisuus.....					
Muunneltavuus.....					
Ekologisuus.....					
Sopivuus liikuntaesteiselle.....					
Sopivuus lapsiperheelle.....					
Yksityisyys.....					

Oletko valmis maksamaan lisähintaa seuraavista palveluista ja ominaisuuksista?

	ei	ehkä ei	ei kantaa	mahdollisesti	kyllä
Yksilöllinen huoneistosuunnittelu					
Ovipuhelin					
Turvalukko					
Murto- ja palohälytysjärjestelmä					
Valojen himmentimet					
Valaistuksen kauko-ohjaus					
Korotettu huonekorkeus					
Korotettu huonekorkeus ja parvi					
Huoneistokohtainen, koneellinen ilmanvaihto					

### 3. OLOHUONE

Mitä seuraavista varusteista, materiaaleista tai rakenn ratkaisuisista haluat olohuoneessasi olevan (ja olet valmis maksamaan niistä)?

	ei	ehkä ei	ei kantaa	mahdollisesti	kyllä
Lattialämmitys					
Erkkeri/kulmaikkuna					
Normaalia suuremmat ikkunat					
Ikkunaseinä					
Parannettu ääneneristys					
Takka					
	muovimatto	parketti	keräaminen laatta	luonnonkivi	muuta
Lattiapinnoite					

### 4. ASUINHUONEET (esim. makuu- ja työhuoneet)

Mitä seuraavista varusteista, materiaaleista tai rakenn ratkaisuisista haluat asuinhuoneessasi olevan (ja olet valmis maksamaan niistä)?

	ei	ehkä ei	ei kantaa	mahdollisesti	kyllä
Lattialämmitys					
Erkkeri/kulmaikkuna					
Parannettu ääneneristys					
Vesipiste (hana ja lavuaari)					
Antenni- ja puhelinpistoke					
	muovimatto	korppi	parketti	keräaminen laatta	luonnonkivi
Lattiapinnoite					
	irto- komerot	kiinto- komerot	vaatehuone/ varasto		
Säilytystilat					



**5. KEITTIÖ**

Mitä seuraavista varusteista, materiaaleista tai rakenneratkaisuista haluat keittiössäsi olevan (ja olet valmis maksamaan niistä)?

	ei	ehkä ei	ei kantaa	mahdollisesti	kyllä
Lattialämmitys					
Kalusteissa puuovet					
Kalusteissa koristelutoitettut jalopuu- tai lasiovet					
Puinen/kivinen työtaso					
Astianpesukone					
Keraaminen liesitaso					
Kalusteeseen upotettu uuni					
Baaritaso ala- ja yläkomoilla					
Antenni- ja puhelinpistoke					
Mikroaaltouuni					
Erkkeri/kulmaikkuna					
	muovimatto	korppi	parketti	keraminen laatta	luonnonkivi
Lattiapinnoite					

**6. KYLPYHUONE JA SAUNA**

Mitä seuraavista varusteista, materiaaleista tai toiminnoista haluat kylpyhuoneessasi ja saunassasi olevan (ja olet valmis maksamaan niistä)?

	ei	ehkä ei	ei kantaa	mahdollisesti	kyllä
Oma sauna					
WC-istuin pesuhuoneessa					
Eriillinen pukuhuone					
Lattialämmitys					
Seinälaatoitus					
Panelikatto					
Suihkuseinä/kaappi					
Kylpyamme					
Poreallas					
Kaksi suihkua					
Ikkuna löylyhuoneessa					
	muovimatto	keraminen-laatta	luonnonkivi	muuta	
Lattiapinnoite					

**7. PARVEKE**

Mitä seuraavista varusteista, materiaaleista tai rakenneratkaisuista haluat parvekkeellasi olevan (ja olet valmis maksamaan niistä)?

	ei	ehkä ei	ei kantaa	mahdollisesti	kyllä
Iso parveke					
Parvekelasitus					
Infrapunalämmitys ja valaistus					
Vesipiste					
Grillaushuuva/takka					
Lattiapinnoite					
	kerääminen laattalattia	puuritiit	maalattu betoni	muuta	

**8. HUONEIDEN KOKO**

Valitse mielestäsi paras yhdistelmä ja rastita se alimmalta riviltä.  
Suuri = 1,25\*tilan tavanomainen pinta-ala, pieni = 0,75\*tilan tavanomainen pinta-ala

	Vaihtoehto A	Vaihtoehto B	Vaihtoehto C	Vaihtoehto D	Vaihtoehto E
Olohuone	suuri	pieni	suuri	pieni	suuri
Makuuhuone	suuri	suuri	pieni	suuri	pieni
Keittiö	pieni	suuri	suuri	pieni	pieni
Kylpyhuone + sauna	pieni	pieni	pieni	suuri	suuri

**9. PORRASHUONE**

Mitä seuraavista varusteista, materiaaleista tai rakenneratkaisuista haluat porrashuoneessa olevan (ja olet valmis maksamaan niistä)?

	ei	ehkä ei	ei kantaa	mahdollisesti	kyllä
Suuret ikkunat					
Viherkasveja ja peili ala-aulassa					
Kuraeteinen					
Lattiapinnoite					
	muovilaatta	kerääminen laatta	luonnonkivi	muuta	

**10. SÄILYTYS- SEKÄ TALOYHTIÖN YHTEISTILAT**

Mitä seuraavista säilytystiloista sekä yhteistiloista haluat talossa olevan (ja olet valmis maksamaan niistä)?

	ei	ehkä ei	ei kantaa	mahdollisesti	kyllä
Kylmäkellari					
Irtainvarasto					
Yhteinen ulkoiluvälinevarasto					
Kerho- ja harrastuhuone					

**11. PIHA-ALUE**

Mitä varusteita haluat piha-alueella olevan (ja olet valmis maksamaan niistä)?

	ei	ehkä ei	ei kantaa	mahdollisesti	kyllä
Leikki- ja pallokenttä					
Leikki- ja kiipeilyvälineitä					
Grillikatot					
Pihakeinu					
Aidattu piha					
Luonnontilainen piha					
Pihateiden laatoitus					
Autonpesupaikka					
Kasvimaa, puutarha					
Komposti					
Runsas istutukset					

	Autokatos	Kylmä auto- hallipaikka	Lämmin auto- hallipaikka	Lämmin autotalli
Autopaikotus				

**12. MUUT VAATIMUKSET**

Mitä muita vaatimuksia asetat kerrostaloasumiselle ja -asunnoille edellä esitettyjen lisäksi ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## QFD-LAATUTALO-SOVELLUKSEN ASENNUS

Sovellus on asennettavissa liitteenä olevalta levykkeeltä seuraavasti:

- Kopioi tiedosto QFDTALO.XLT Excelin ohjelmahakemiston alihakemistoon XLSTART.
- Luo alihakemistoon XLSTART uusi alihakemisto QFDTALO ja kopioi tähän luomaasi hakemistoon tiedosto QFDTALO.XLA.
- Kopioi esittelytiedosto QFD\_DEMO.XLS haluamaasi hakemistoon.
- Käynnistä Excel, jonka jälkeen voi avata joko esittelytiedoston tai uuden pohjan.

Esimerkki tiedostojen sijainnista asentamisen jälkeen:

D:\EXCEL\XLSTART\Qfdtalo.xlt

D:\EXCEL\XLSTART\QFDTALO\Qfdtalo.xla

E:\QFD\_DEMO\Qfd\_demo.xls



Tekijä(t) Lakka, Antti Laurikka, Petri Vainio, Mikko		Projektin nimi Asiakaslähtöisen tuotekehitysmenetelmän QFD soveltaminen rakentamiseen	
		Toimeksiantaja(t) Teknologian kehittämiskeskus (TEKES), A-insinöörit Oy, Puolimatka-Yhtymä Oy, Skanska Oy, Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT)	
Nimeke <b>Asiakaslähtöinen suunnittelu QFD rakentamisessa</b>			
Tiivistelmä <p>QFD:n soveltaminen rakentamiseen -projektin tavoitteena oli soveltaa muussa teollisuudessa hyväksi havaittua asiakaslähtöisen suunnittelun menetelmää ja sovittaa menetelmä suomalaisen rakentamisen projektikäytäntöön. QFD-menetelmä on kehitetty apuvälineeksi asiakasvaatimusten ja tuoteominaisuuksien hallintaa varten ja sen avulla suunnitteluprosessia on pystytty nopeuttamaan ja parantamaan sen osumatarkkuutta.</p> <p>Menetelmä soveltuu rakentamisessa mm. seuraaviin tarkoituksiin:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Rakennushanke <ul style="list-style-type: none"> <li>hankesuunnittelussa suunnittelutavoitteiden asettaminen</li> <li>erikoissuunnittelussa asiakkaan tavallisuudesta poikkeavan vaatimuksen täyttäminen</li> </ul> </li> <li>Rakennusyrityksen kehittämiseen <ul style="list-style-type: none"> <li>strateginen suunnittelu</li> <li>tuotekehitys</li> <li>toiminnan kehittäminen.</li> </ul> </li> </ol> <p>Tutkimuksessa QFD:tä sovellettiin todellisissa rakennusprojekteissa. Testikohteiksi valittiin seuraavat rakennusprojektin vaiheet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Asuinkerrostalon hankesuunnittelu</li> <li>Suuren toimistorakennuskohteen ravintolan suunnittelu</li> <li>Teollisuusrakennuksen rakennesuunnittelu.</li> </ol> <p>Sovellettaessa QFD:tä rakennushankkeisiin menetelmä on erityisesti projektipäällikön johtamisen apuväline. Suurin hyöty menetelmästä on, että projektipäälliköllä on käytettävissään systemaattinen menetelmä koota ja analysoida asiakkaan tarpeita. Tarpeiden selvittäminen on soveltamisen kriittisin vaihe, johon käytetään erilaisia menetelmiä. Näitä ovat haastattelu, tiimityöskentely, kysely ja näiden erilaiset yhdistelmät. QFD-työskentely pakottaa asiakkaan keskittymään tulevaan tilaansa ja siihen kohdistuviin vaatimuksiin.</p> <p>QFD ei korvaa asiantuntemusta. Menetelmän lisäarvo asiantuntijalle on, että sen avulla pystyy tunnistamaan kaikkein kriittisimmät asiakasvaatimukset ja löytämään niitä vastaavat ominaisuudet. Toisaalta matriisi muodostaa dokumentin, josta ilmenee tehtyjen päätösten perusteet vielä jälkikäteenkin.</p> <p>Tässä tutkimuksessa ei pyritty kehittämään koko rakennusta kattavaa ominaisuusjärjestelmää. Kolmen sovelluskohteen kokemukset vahvistivat käsitystä, että menetelmää sovellettaessa kannattaa matriisin koko rajata alle 30 riviin tai sarakkeeseen.</p> <p>Projektin yhteydessä kehitettiin QFD-Laaturalo-sovellus, jonka avulla voidaan täyttää ja hallita QFD-matriisia. Excel-taulukkolaskentaohjelman päälle laadittu sovellus osoittautui oivalliseksi työkaluksi hallita QFD-matriisia. Sen etuja ovat mm. helppokäyttöisyys, taulukon vapaa muokattavuus ja sovelluksen helppo levitettävyyys.</p>			
Toimintayksikkö VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Hermiankatu 8 G, PL 1802, 33101 TAMPERE			
ISBN 951-38-4840-X (nid.) 951-38-6719-6 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/inf/pdf/">http://www.vtt.fi/inf/pdf/</a> )		Projektin numero	
Julkaisu-aika Marraskuu 1995	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 54 s. + liitt. 9 s.	Hinta B
Projektin nimi		Toimeksiantaja(t)	
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (nid.) 1455-0865 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/inf/pdf/">http://www.vtt.fi/inf/pdf/</a> )		Myynti: VTT Tietopalvelu PL 2000, 02044 VTT Puh. 020 722 4404 Faksi 020 722 4374	





Published by



Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland  
 Phone internat. + 358 0 4561  
 Telefax + 358 0 456 4374

Series title, number and report code of publication

VTT Tiedotteita 1685 VTT-TIED-1685

Date Project number

November 1995 RTE41218

Author(s) Lakka, Antti Laurikka, Petri Vainio, Mikko		Name of project Asiakaslähtöisen tuotekehitysmenetelmän QFD soveltaminen rakentamiseen	
		Commissioned by Technology Development Centre (TEKES), A-Insinöörit Oy, Puolimatka-Yhtymä Oy, Skanska Oy, Technical Research Centre of Finland (VTT)	
Title <b>Quality Function Deployment</b> QFD in construction			
Abstract The purpose of the QFD in Construction project was to apply the method of customer-oriented design proven in other industries, and to adapt it to the project management practice of Finnish construction. The method has been developed as a tool for controlling customer demands and product properties, and it has enabled the speeding up of the design process and made it more responsive to customer needs. In construction, the method is applicable to purposes such as: 1. Building project <ul style="list-style-type: none"> <li>• setting of project objectives in project programming</li> <li>• meeting of an unusual demand by customer which is not a routine procedure for the firm in special design</li> </ul> 2. Development of a building company <ul style="list-style-type: none"> <li>• strategic planning</li> <li>• product development</li> <li>• performance development.</li> </ul> The following phases of the construction project were selected for testing: 1. Programming for an apartment block 2. Restaurant of a large office complex 3. Structural design of an industrial building. QFD is a tool of, especially, the project manager when applied to construction projects. Its greatest advantage is that it provides the project manager with a systematic method of compiling and analysing the customers needs. The problem is, generally, that the customer himself does not know his needs. Application of QFD forces the customer to focus on his future situation and the related demands. The most critical phase of application is the definition of customer demands. Various methods are available according to the needs. They include interviews, teamwork, inquiries and various combinations of these. The filling in of the matrix in itself is just a mechanical procedure required to organize the material. QFD is not a substitute for expertise. It provides added value to the expert in that it enables distinguishing the most critical customer demands and discovering the corresponding properties. On the other hand, the matrix is a document that shows the grounds for decisions later on. This study did not aim at developing a property system to cover the entire building. The experiences from the three application projects support the idea that it is worthwhile limiting matrix size to less than 30 rows or columns when applying the method. A modern advanced spreadsheet program is best suited for controlling the QFD matrix as it is, for instance, user-friendly and flexible. The QFD-Laautalo application was developed in connection with the project to facilitate the filling in and control of the QFD matrix. It has been developed both Finnish and English versions. The application was written in the macro language of Microsoft Excel 4.0. The QFD-Laautalo application can be used to process the QFD matrix and compute the weights of various properties. In addition to applying it to the basic matrix, it can be used to set a new target goal, to compare one property against another and to prepare a new QFD matrix for the next phase. The application built on top of the spreadsheet program proved to be an excellent tool for controlling the QFD matrix.			
Activity unit VTT Building and Transport, Hermiankatu 8 G, P.O.Box 1802, FI-33101 TAMPERE, Finland			
ISBN 951-38-4840-X (soft back ed.) 951-38-6719-6 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/inf/pdf/">http://www.vtt.fi/inf/pdf/</a> )		Project number	
Date November 1995	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 54 p. + app. 9 p.	Price B
Name of project		Commissioned by	
Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (soft back edition) 1455-0865 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/inf/pdf/">http://www.vtt.fi/inf/pdf/</a> )		Sold by VTT Information Service P.O.Box 2000, FI-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 20 722 4404 Fax +358 20 722 4374	

VTT TIEDOTTEITA – MEDDELANDEN – RESEARCH NOTES

VTT RAKENNUSTEKNIikka – VTT BYGGNADSTEKNIK –  
VTT BUILDING TECHNOLOGY

- 1595 Siitonen, Veijo, Heikkinen, Jorma, Kovanen, Keijo, Luoma, Marianna, Saari, Mikko & Broas, Pertti. Jäteilman seinäpuhallus asuinkerrostaloissa. 1994. 106 s.
- 1601 Saarenpää, Jukka, Hyödynmaa, Marjo, Enbom, Seppo & Säämänen, Arto. Kuitumaisten lämmöneristeiden pöly työturvallisuusriskinä. 1994. 70 s. + liitt. 4 s.
- 1604 Sarja, Asko, Leppänen, Pekka, Laine, Juhani, Kiviniemi, Markku & Pulakka, Sakari. FINNHOUSE. Taloudelliset asuinrakennuskonseptit. 1994. 31 s. + liitt. 39 s.
- 1605 Määttä, Jukka. Pienellä vesimäärällä huuhdeltavat WC-istuimet. 1994. 36 s. + liitt. 9 s.
- 1608 Kolari, Kari & Talja, Asko. Design of cold-formed beam-columns restrained by sheeting. 1994. 45 p. + app. 46 p.
- 1610 Hakala, Matti K., Kullaa, Jyrki, Kivento, Teppo & Linjama, Jukka. Mekaanisten värähtelyjen hallinta. Kirjallisuustutkimus. 1994. 105 s.
- 1611 Björkman, Jouni & Keski-Rahkonen, Olavi. Suurten järjestelmien paloturvallisuus. 1994. 22 s.
- 1619 Talja, Asko & Salmi, Pekka. Design of stainless steel RHS beams, columns and beam-columns. 1995. 51 p. + app. 37 p.
- 1624 Silvennoinen, Kari, Koskinen, Pertti, Pyy, Hannu & Piepponen, Sulo. Development of methods for assessing the frost resistance of clay bricks. 1995. 48 p. + app. 35 p.
- 1625 Nippala, Eero, Heljo, Juhani, Jaakkonen, Liisa & Lehtinen, Erkki. Rakennuskannan energiankulutus Suomessa. 1995. 61 s. + liitt. 14 s.
- 1629 Kosonen, Risto, Laitila, Päivi, Bitter, Riku, Laine, Tuomas & Lahdenperä, Raimo. LVI-järjestelmien säädön toiminnan tarkistaminen. 1995. 48 s. + liitt. 13 s.
- 1644 Aho, Timo, Rantamäki, Jouko & Sormunen, Tapani. Huoneistokohtaisen mittauksen ja laskutuksen vaikutus energian ja veden kulutukseen. 1995. 19 s. + liitt. 7 s.
- 1645 Vares, Sirje. Kuitubetonien muodonmuutuskäyttäytyminen. 1995. 33 s. + liitt. 9 s.
- 1647 Honkaranta, Marko & Tirkkonen, Timo. Palkkisiltojen vahventamismenetelmät. Kirjallisuustutkimus. 1995. 80 s.
- 1650 Perälä, Anna-Leena, Sola, Kristiina, Mali, Jyrki, Merra, Arja & Tanskanen, Kalle. Rakennusala valmistautuu kierrätykseen. Puu-, betoni- ja rakennusteollisuus. 1995. 79 s. + liitt. 1 s.
- 1653 Ahonen, Markku, Kosonen, Risto, Kekkonen, Veikko & Wistbacka, Magnus. Kaukolämmön paluuvettä hyödyntävä rakennuksen ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmä. 1995. 65 s. + liitt. 16 s.
- 1654 Pallari, Marja-Liisa, Heikkinen, Jorma, Gabrielsson, Juha, Matilainen, Veijo & Reisbacka, Anneli. Kerrostalojen ilmanvaihdon korjausratkaisut. 1995. 107 s. + liitt. 6 s.
- 1662 Rantamäki, Jouko. Modifioitujen bitumikatteiden pitkäaikaiskestävyys. Kenttä- ja laboratoriotutkimukset. 1995. 33 s.
- 1670 Kekkonen, Veikko, Sipilä, Kari & Ahonen, Markku. Kaukolämmön käyttövarmuuden optimointi. 1995. 43 s. + liitt. 1 s.
- 1672 Ala-Outinen, Tiina & Myllymäki, Jukka. The local buckling of RHS members at elevated temperatures. 1995. 37 p. + app. 42 p.
- 1673 Rantamäki, Jouko. Modifioitujen bitumikatteiden pitkäaikaiskestävyys. Kirjallisuusselvitys. 1995. 36 s. + liitt. 13 s.
- 1674 Kouhia, Ilpo & Nieminen, Jyri. IEA5 solar house. 1995. 38 p. + app. 2 p.
- 1679 Lanu, Matti, Nippala, Eero & Koota, Jaana. Rakennusmittausten tarve, markkinat ja käytettävyys julkisivukorjauksissa. 1995. 64 s.
- 1682 Kukko, Heikki & Ruohomäki, Jarmo. Savien stabilointi eri sideaineilla. 1995. 39 s. + liitt. 70 s.
- 1685 Lakka, Antti, Laurikka, Petri & Vainio, Mikko. Asiakaslähtöinen suunnittelu. QFD rakentamisessa. 1995. 54 s. + liitt. 9 s.
- 1691 Hyvärinen, Juhani. Kiinteistöautomaation kannattavuuden arviointi. 1995. 72 s. + liitt. 18 s.

Asiakaslähtöinen laadunsuunnittelu QFD on alun perin japanilainen tuotekehitysmenetelmä, jonka avulla siirretään asiakkaan vaatimukset lopputuotteeseen. Tämä julkaisu on opas menetelmän soveltamisesta rakennushankkeessa.

QFD on rakennushankkeessa erityisesti projektipäällikön johtamisen apuväline. Suurin hyöty menetelmästä on, että projektipäälliköllä on käytettävissään systemaattinen menetelmä koota ja analysoida asiakkaan tarpeita. Menetelmän avulla pystytään tunnistamaan kaikkein kriittisimmät asiakasvaatimukset ja löytämään niitä vastaavat rakennuksen ominaisuudet.

Julkaisu sisältää helppokäyttöisen VTT:n kehittämän QFD Laatuohjelman Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmaan, joka helpottaa asiakasvaatimusten hallintaa. Julkaisun ovat laatineet tuotantoprosessin ja laadunohjauksen asiantuntijat.

---

Tätä julkaisua myy	Denna publikation säljs av	This publication is available from
VTT TIETOPALVELU	VTT INFORMATIONSTJÄNST	VTT INFORMATION SERVICE
PL 2000	PB 2000	P.O.Box 2000
02044 VTT	02044 VTT	FI-02044 VTT, Finland
Puh. 020 722 4404	Tel. 020 722 4404	Phone internat. + 358 20 722 4404
Faksi 020 722 4374	Fax 020 722 4374	Fax + 358 20 722 4374

---