

TAVOITTEIDEN ASETTAMINEN RAKENNUKSEN MUUNTO- JA KÄYTTÖJOUSTAVUUDELLE

Arto Saari



TEKNILLINEN KORKEAKOULU
TEKNISKA HÖGSKOLAN
HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
TECHNISCHE UNIVERSITÄT HELSINKI
UNIVERSITE DE TECHNOLOGIE D'HELSINKI

TAVOITTEIDEN ASETTAMINEN RAKENNUKSEN MUUNTO- JA KÄYTTÖJOUSTAVUUDELLE

Arto Saari

Jakelu:

Teknillinen korkeakoulu

Rakentamistalous

PL 2100

02015 TKK

Puh. 09 451 3743

Fax 09 451 3758

E-mail: leena.honkavaara@hut.fi

© Arto Saari

ISBN 951-22-5575-8

ISSN 1456-8403

Kannen kuvat kohteesta Teliatalo, Helsinki (kuv. A. Saari)

Otamedia Oy

1. painos (100 kpl)

Espoo 2001

ALKUSANAT

Lähtökohta tälle julkaisulle on 21. Rakennuttajakurssilla (1998-1999) laadittu tutkielma (Arto Saari). Tutkielmassa esitettyä rakennuksen joustavuustavoitteiden asettamisenmenettelyä on kehitetty edelleen TEKES :n ja teollisuuden rahoittamassa tuotekehityshankkeessa. Kyseisessä kehityshankkeessa tarkastellaan joustotavoitteen asettamisen lisäksi myös miten rakennushankkeen taloteknisiä suunnitelma-asiakirjoja samoin kuin kaupallisia asiakirjoja tulee kehittää jotta ne nykyistä suunnittelukäytäntöä paremmin tukevat avointa rakentamista (open building). Mainitun tuotekehityshankkeen rahoittajat ovat TEKES, AIR-IX Talotekniikka, ABB, ARE, Halton ja Tac-Com. Tuotekehityshankkeen toteuttajat ovat olleet AIR-IX Talotekniikka ja Teknillisen korkeakoulun rakentamistalouden laboratorio. Kehityshankkeen vastuullisena johtajana on ollut toimitusjohtaja Pekka Heikkilä AIR-IX Talotekniikasta.

Julkaisun on kirjoittanut tekniikan tohtori Arto Saari Teknillisen korkeakoulun rakentamistalouden laboratoriosta.

Espoossa 29.6.2001

Arto Saari

Saari, Arto, Tavoitteiden asettaminen rakennuksen muunto- ja käyttöjoustavuudelle, Teknillisen korkeakoulun rakentamistalouden laboratorion selvityksiä 36, ISBN 951-22-5575-8, ISSN 1456-8403, 31 sivua.

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää: mitä rakennuksen joustavuus tarkoittaa, millä tekijöillä voidaan vaikuttaa rakennuksen joustavuuteen, ja miten joustavuus tulee ottaa huomioon rakennushankkeiden päätöksenteossa?

Tutkimuskohteeksi valittiin korjausrakentamishanke Jyväskylän teknisen ammattioppilaitoksen Harjun toimipisteen lamelli B. Hanke oli toteutettu vuonna 1998. Valitulle tutkimushankkeelle laadittiin takautuvasti tavoitteet rakennuksen joustavuudelle.

Esitettyssä rakennuksen joustotavoitteiden asettamismenettelyssä määritetään aluksi muuntuvat joustavat tilat. Menettelyssä on oleellista, että muuntuville tiloille asetetaan joustotavoitteet hankekohtaisesti, mm. huoneistoiksi jaettavuuden ja tilaohjelmajouston suhteen. Muuntuvien tilojen määrittelyn perusteella mitoitetaan kiinteä perusrakennus (base building). Siihen sisältyy kiinteiden tilojen mitoitus, kiinteän runko-osan (rakennuksen laajuus, vapaat huonekorkeudet ja jännevälit, jne.) mitoitus sekä kiinteän talotekniikkaosan mitoitus. Rakennuksen muuntuvien tilojen sisä rakenteet (infill) määntyvät myöhemmissä rakennushankkeen vaiheissa samalla kun tilojen käyttötarkoitukset ”lyödään lukkoon”. Rakennuksen eri osien sisä rakenteet voivat kiinnittyä palalta hankkeen edetessä. Rakennushankkeen rahoituksen pitävyyden kannalta on tärkeätä, että rahoitus suunnitellaan joustorajojen sisään mahtuvan kalleimman yhdistelmän mukaan. Esitetty menettely soveltuu sekä uudis- että korjausrakentamiseen.

Esitetty rakennuksen jouston ohjelmointitapa vaatii testausta pilottikohteissa.

Saari, Arto, Systematic target setting procedure for the adaptability and the flexibility of buildings, Helsinki University of Technology, Construction Economics and Management, Papers 36, ISBN 951-22-5575-8, ISSN 1456-8403, 31 pages.

ABSTRACT

The aim of the research was to determine: What is meant by the adaptability and the flexibility of a building? Which factors can be used to affect the adaptability and the flexibility of a building? How should adaptability and flexibility be taken into account in decision-making concerning construction projects?

Renovation of Section B of the Harju Unit of Jyväskylä Vocational Institute of Technology was selected as the subject of research. The project was implemented in 1998. Goals for the adaptability and the flexibility of the building were set retroactively in the case of the selected research project.

In the presented method of setting adaptability and flexibility goals, the modifiable flexible spaces are defined first. It is essential that project-specific flexibility goals be set for modifiable spaces, for instance, with respect to divisibility into separate rental units and flexibility of the space program. The base building is dimensioned on the basis of the definition of modifiable spaces. It includes dimensioning of permanent spaces, the permanent frame section (scope of building, floor to ceiling heights, spans, etc.) and permanent building services. The infill of the building's modifiable spaces is determined at later stages of the building project as the occupancies of the spaces are "fixed". The infill of various sections of the building may be attached one at a time as the project advances. In order to remain within the budget of the building project, it is important that financing is based on the most expensive combination within the limits of flexibility. The presented method suits both new construction and renovation.

The presented method for programming the adaptability and the flexibility of a building still needs to be tested in pilot projects.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT.....	3
TIIVISTELMÄ.....	5
ABSTRACT	7
SISÄLLYSLUETTELO	9
1. JOHDANTO	11
1.1 Taustaa	11
1.2 Tutkimuksen tavoite.....	11
1.3 Tutkimusaineisto ja -menetelmä	11
1.4 Kirjallisuuskatsaus	12
2. RAKENNUKSEN JOUSTAVUUSKÄSITTEISTÄ.....	15
2.1 Rakennuksen joustavuus ja muutoksen sykli.....	15
2.2 Rakennuksen muuntojoustavuus	15
2.3 Rakennuksen käyttöjoustavuus	17
3. RAKENNUKSEN JOUSTAVUUSTAVOITTEIDEN ASETTAMINEN.....	18
3.1 Rakennushankkeen ohjelmointi ja rakennuksen joustavuustavoitteet	18
3.2 Muuntuvat tilat	18
3.3 Kiinteä perusrakennus	20
3.4 Budjetointi.....	21
3.4.1 Rakennuskustannukset.....	21
3.4.2 Ylläpitotaloudelliset tavoitteet.....	22
4. YHTEENVETO	23
LÄHTEET:	24
LIITE	25

1. JOHDANTO

1.1 Taustaa

Viimeaikoina, etenkin toimitilarakentamisen yhteydessä, on puhuttu paljon rakennusten ”joustavuudesta”. Sen lisääntyneeseen tarpeeseen lienee kolme perussyötä:

- Yhteiskunnan rakenteen muutos: siirtyminen teollisuustyöstä palveluihin ja toimistotyöhön, samoin kuin väestön muuttoliike taantuvilta alueilta kasvukeskukseen on aiheuttanut rakennusten käyttötarkoituksen muutoksia
- Työn luonteen muutos: on tapahtunut siirtymistä hierarkkisista organisaatioista tiimeihin. Olemassa olevat tilat eivät tue uutta työskentelytapaa.
- Kiinteistöjen omistamisen ja käytön eriytyminen: aidot vuokralaiset ovat vaativia, heitä pitää kuunnella sekä palvella paremmin ja nopeammin kuin aikaisempien aikojen pysyviä sisäisiä vuokralaisia. Eli vuokralaiset lähtevät, jos tilat ja palvelu ei tyydytä heitä. Samoin lyhyemmän vuokrasopimukset johtavat vuokralaisten vaihtuessa tilojen muutospaineesiin.

1.2 Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli selvittää:

- mitä rakennuksen joustavuus tarkoittaa?
- millä tekijöillä voidaan vaikuttaa rakennuksen joustavuuteen?
- miten joustavuus tulee ottaa huomioon rakennushankkeiden päätöksenteossa?

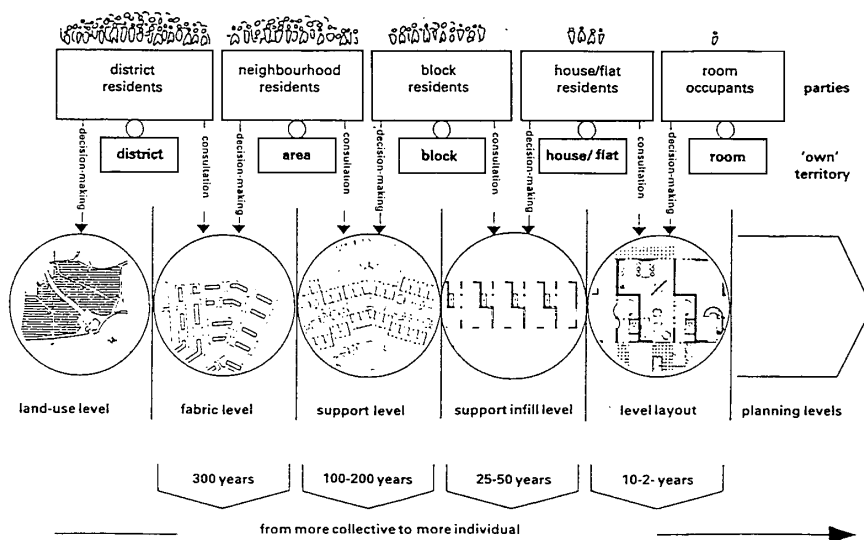
1.3 Tutkimusaineisto ja -menetelmä

Tutkimuskohteeksi valittiin korjausrakentamishanke Jyväskylän teknisen ammattioppilaitoksen Harjun toimipisteen lamelli B. Hanke oli toteutettu vuonna 1998.

Valitulle tutkimushankkeelle laadittiin takautuvasti tavoitteet rakennuksen joustavuudelle. Tavoitteet kuvattiin siten kuin ne olisi voitu esittää hankesuunnitteluvaiheessa (kts. liite).

1.4 Kirjallisuuskatsaus

Hollantilaiset avoimen rakentamisen (open building) pioneerit John Habraken ja Age van Randen ovat 1960-luvulta asti kehittäneet ajatusta rakennuksen jakamisesta kiinteään runko-osaan (support) ja muuntuva tilaosaan (infill). Heidän ideanaan on ollut jakaa asuinrakennustuotanto kahteen riippumattomaan prosessiin. Kiinteään runko-osaan (support), joka on rakennuksen pysyvä osa, tehtävänä on tarjota sääsuojusta tilaa. Se voidaan jakaa yksittäisiin huoneistoihin, ideaalitapauksessa eri kokoihin, niin että vaihteluun kysynnässä voidaan vastata sekä nyt että tulevaisuudessa. Kiinteä runko-osa sisältää myös kaikki yhteiset järjestelmät kuten sisäänkäynnit, porrashuoneet, hissit sekä sähkö-, vesi-, kaasuyms. –järjestelmien kiinteät runko-osat kunkin yksittäisen tilayksikön ulko-ovelle asti. Muuntuva tilaosa (infill) pitää huolta yksittäisistä tiloista tarjoamalla LVIS-järjestelmiä, jakavia väliseiniä, ovia, laitteita, keittiö- ja saniteettikalusteita, sisäpintoja jne. Kiinteän runko-osan käyttöikä on pitkä verrattuna muuntuvaan tilaosaan. (van Randen 1996).



Kuva 1. Avoimen rakentamisen päätöksenteon tasot (Lähde: Decker&Kendall 1996).

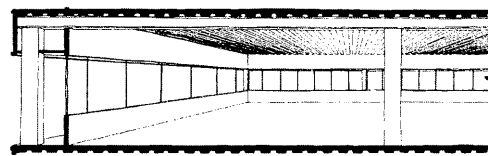
Avoimen rakentamisen perusidea onkin löytää perusteet sille miten alijärjestelmät (subsystems) jaetaan ja yhdistellään siten että riippuvuudet niiden välillä minimoituu (kts. kuva 1). Ensinnäkin tämä periaate mahdollistaa tehokkaat rakennukset, toiseksi se antaa mahdollisuuden suunnitella uudelleen tai uusia alijärjestelmän toisenlaisten ominaisuuksien mukaiseksi ilman kokonaisuuden uudelleen suunnittelua ja uusimista (Decker& Kendall 1996).

Francis Duffy ja John Worthington ovat myöskin tuoneet voimakkaasti esille sen, että toimistorakennuksen eri osien erilaiset käyttöiät on otettava huomioon. He julkaisivat

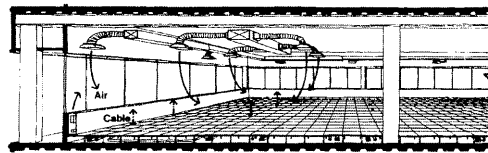
jo vuonna 1972 ”shell-scenery-set”-kaavion, jossa esitetään ajallisesti erilailla käyttäytyvien rakennuksen osien eriyttäminen (kts. kuva 2).

Pitkäkestoisimmat rakennuksen osat, kuten pilarit, palkit, perustukset, katot ja kantavat seinät, ovat rakenteellisia. Siten niitä on vaikea vaihtaa tai suunnitella ja rakentaa uudelleen. Mainitut rakenteelliset osat vaikuttavat muiden rakennuksen osien sijaintiin. Ne onkin suunniteltava siten, että ne mahdollistavat tulevaisuudessa erilaisten kone-tekniisten järjestelmien ja tilaratkaisujen käytön. Rakennuksen lyhytkestoisimpien osien tulee puolestaan olla sellaisia, että toimistotyöntekijät kykenevät itse kontrolloimaan ja muuttamaan niitä. Se tukee yksilöllisyyttä ja luovuutta. (Duffy 1997)

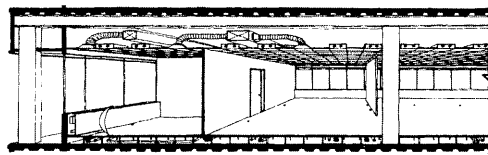
Steward Brand on kehittänyt rakennuksen kerroksellisuuden ideaa eteenpäin. Brand erittelee rakennuksen seuraaviin osiin: tontti (Site), runko (Structure), vaippa (Skin), kone-tekniiset järjestelmät (Services), tilajaot (Space plan) ja kalusteet ja varusteet (Stuff).



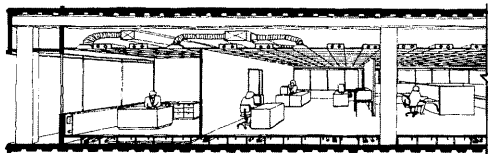
① The building shell. Lifespan: 50–75 years. Structure, cladding (skin).



② Services. Lifespan: 15 years. Heat, ventilation, light, power.

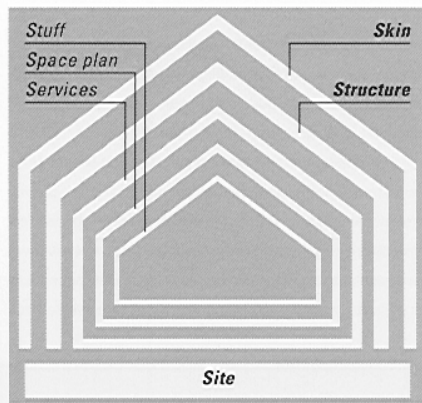


③ Scenery. Lifespan: 5 years. Fixed interior elements – ceilings, partitions, finishes, information technology equipment.



④ Settings. Day-to-day rearrangement. Office furnishings.

Kuva 2. Tyypillisiä käyttöikäjä toimistorakennuksen eri osille: rakennuksen runko ja vaippa 50–75 vuotta, talotekniset järjestelmät 15 vuotta, väliseinät 5 vuotta ja kalusteet päivittäin.
Lähde: Duffy 1997.



Kuva 3. Steward Brand'n esittämä rakennuksen kerroksellisuus. Lähde: Duffy 1997.

Yhdysvalloissa ja Kanadassa on ollut toimisto- ja myymälärakentamisessa jo vähintään kaksi vuosikymmentä käytössä rakennuksen jako kolmeen osaan (Kendall 1996):

- Perusrakennus (Base building)
- Sisäranteet (Interior construction)
- Kalusteet ja varusteet (Furnishing, fixtures, and equipment)

Perusrakennukset suunnitellaan ja rakennetaan määrittelemättä huonejakoa eri vuokralaisten kesken, ilman huonejakoa ja ilman kalusteita ja varusteita. Kun yksittäinen huoneisto on myyty tai vuokrattu, se sovitetaan käyttäjälle. Myöhemmin yksittäiset huoneistot muutetaan uusille käyttäjille sopiviksi siten, että muille vuokralaisille aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa. Kyseisissä maissa koko toimistojen ja myymälöiden rakentamisen ja vuokraamisen prosessi on sovitettu yllä kuvattuun jakoon.

Leaman, Bordass ja Cassels (1998) tuovat esille sen, että on rakennuksilla on kahdenlaista ominaisuutta, joilla vastataan rakennukseen kohdistuviin muutostarpeisiin. Nämä ominaisuudet ovat *flexibility* (suom. joustavuus) ja *adaptability* (suom. mukautuvuus). Joustavuus on sitä, että muutokset voidaan tehdä nopeasti ja suhteellisen vähäisellä vaivalla ja kustannuksilla. Mukautuva rakennus puolestaan tarjoaa huomattavamman potentiaalisen isomman luokan muutoksille pidemmän ajanjakson aikana ilman että joudutaan muuttamaan perusratkaisuja huomattavin kustannuksin. Rakennuksen käyttäjät arvostavat lyhyen aikavalin joustavuutta, jolla vastataan tiettyyn tilaan liittyviin tarpeisiin, mielellään niin nopeasti kuin mahdollista. Toimitilajohto keskittyy palvelun nopeuteen ja lay-out -muutosten kustannustehokkuuteen. Omistajat ovat puolestaan kiinnostuneita siitä, kuinka helposti he saavat myytyä kiinteistön, jos he eivät sitä enää tarvitse. Eri osapuolten vaatimukset ovat siis osittain ristiriidassa. Leaman, Bordass ja Cassels korostavat sitä, että vaikka rakennus olisi joustava, ei se välttämättä ole mukautuva. Heidän havaintonsa onkin, että viime aikoina rakennetut rakennukset ovat voimakkaammin erikoistuneita ja vähemmän mukautuvia kuin ennen, vaikka ne saattavat olla joustavampia.

2. RAKENNUKSEN JOUSTAVUUSKÄSITTEISTÄ

2.1 Rakennuksen joustavuus ja muutoksen sykli

Rakennuksiin kohdistuvat vaatimukset muuttuvat ajassa. Näihin muutoksiin voidaan vastata kahdella tavalla, joko:

- muuttamalla rakennusta fyysisesti silloin kun vaatimukset vaihtuvat, tai
- tekemällä rakennus valituilta ominaisuuksiltaan monikäyttöiseksi tai yleispäteväksi.

Ensimmäisessä tapauksessa muutoksesta aiheutuvat kustannukset syntyvät sinä ajankohdalla kun muutos tapahtuu. Toisessa tapauksessa ei synny juurikaan kustannuksia silloin kun tarve muuttuu, vaan kustannukset ovat syntyneet jo rakentamisvaiheessa muutokseen varautumiskustannuksina.

Muutoksen sykli vaikuttaa oleellisesti siihen kumpi mainituista tavoista on perustellumpi. Jos sykli on pitkä, kymmeniä vuosia, on yleensä taloudellisempaa käyttää halvempaa jäykkää ratkaisua (esim. kiinteä levyväliseinä). Jos sykli on oleellisesti lyhyempi (muutama vuosi), on joustavampi yleensä perustellumpi ratkaisu (irrotettava ja uudelleen koottava järjestelmäseinä). Mutta, jos sykli onkin erittäin lyhyt, esim. kuukausi tai jopa muutama tunti, vaaditaan vieläkin oleellisesti joustavampaa ratkaisua (esim. kiskoilla kulkeva siirtoseinä).

Rakennukselta vaaditaan kahta perusluonteeltaan erilaista joustavuutta, jotka ovat:

- muuntojoustavuus ja
- käyttöjoustavuus.

2.2 Rakennuksen muuntojoustavuus

Muuntojoustavuus on rakennuksen ominaisuus, joka kuvaa sitä kuinka hyvin se muuttuu vuosien päästä mahdollisesti tapahtuviin muutoksiin. Tällaisia muutoksia aiheuttavat mm.:

- tilojen käyttäjien toiminnan muutokset
- tilojen käyttäjien vaihtuminen
- yleisesti tapahtuva työn luonteen muutos
- yhteiskunnan rakenteen muutos

Rakennuksen muuntojoustavuus on rakennuksen omistajalle tärkeä strateginen rakennuksen ominaisuus. Omistajan on huolellisesti punnittava kannattaako hänen sijoittaa

jo investointivaiheessa kalliimpaan mutta muutosjoustavampaan ratkaisuun. Voihan käydä niin ettei kallisti hankittu optio muodostukaan kannattavaksi investoinniksi (muutosta ei tapahdukaan tai muutos onkin täysin erilainen mihin oli varauduttu). Ja puolestaan jos onkin päädytty halvempaan joustoltaan jäykempään ratkaisuun, voi käydä niinkin että muutoksen taloudelliset haitat ovat oleellisesti suuremmat kuin option hinta olisi ollut.

Esimerkkilaskelma 1:

Tarkastellaan muuntojoustavuusominaisuuksiltaan kahta erilaista väliseinä-ratkaisua. Väliseinän ääneneristysvaatimus on 40 dB.

Vertailtavat vaihtoehdot ovat:

- levyseinä (kipsilevy x 2, metalliranka, eriste + tasoitus 0,5 kertaa, maalaus molemmiin puolin)
- järjestelmäseinä

Seinien rakennuskustannukset ovat vaihtoehdittain:

- levyseinä 410 mk/vs-m²
- järjestelmäseinä 480 mk/vs-m²

Levyseinä on rakennuskustannuksiltaan 15% halvempi ratkaisu kuin järjestelmäseinä. Mutta entä jos huonejakoa halutaankin muuttaa tulevaisuudessa. Mitkä ovat muutoksesta aiheutuvat kustannukset vaihtoehdittain?

Tarkastellaan tapausta, jossa väliseinä poistetaan ja toiseen paikkaan rakennetaan uusi seinä. Levyseinä-ratkaisun muutuskustannukset aiheutuvat seinän purusta sekä uuden seinän rakentamisesta tasoituksineen ja maalauksineen. Levyseinämuutostyö kestää viisi päivää. Levyseinän muutuskustannuksiin kohdistetaan vuokran menetys mainitulta viideltä päivältä. Levyseinä-ratkaisun muutuskustannukset ovat yhteensä 510 mk/vs-m² yhdeltä muutokerralta. Järjestelmäseinän muutuskustannukset aiheutuvat seinän irrottamisesta, siirrosta ja sen kokoamisesta uuteen paikkaan. Järjestelmäseinän tapauksessa vuokran menetyksiä syntyy yhdeltä päivältä. Järjestelmäseinä-ratkaisun muutuskustannukset ovat yhteensä 83 mk/vs-m² yhdeltä muutokerralta. Molemissa ratkaisuista seinän ja lattian liitos on toteutettu siten että lattian pinnoite kulkee yhtenäisenä väliseinän alitse.

Asetetaan pääoman tuottovaatimukseksi 8%. Diskontataan tulevat muutuskustannukset nykyarvoiksi ja lisätään ne rakennuskustannuksiin. Etsitään kriittinen arvo väliseinän uusimissyklille, jolla tutkitut seinävaihtoehdot ovat elinkaaritaloudeltaan yhteneväiset.

Jos muutostarve toteutuu 23 vuotta rakentamisesta tai nopeammin, on järjestelmäseinä elinkaaritaloudellisempi ratkaisu kuin levyseinä. Elinkaarikustannukset muodostuvat seuraavasti (muutos tapahtuu 23 vuoden päästä rakentamisesta):

- levyseinä:
 $410 \text{ mk/vs-m}^2 + 0,1703 * 510 \text{ mk/vs-m}^2 = 497 \text{ mk/vs-m}^2$
- järjestelmäseinä:
 $480 \text{ mk/vs-m}^2 + 0,1703 * 83 \text{ mk/vs-m}^2 = 494 \text{ mk/vs-m}^2$

2.3 Rakennuksen käyttäjoustavuus

Rakennuksen operatiivinen *käyttäjoustavuus* kuvaa sen kuinka hyvin tila tai huoneisto mukautuu käyttäjän nopealla syklillä vaihtuviin tarpeisiin. Muutosten väli voi olla kuukausia ja ääripäässä vain muutamia minuutteja.

Tilan tai huoneiston käyttäjoustavuuteen voidaan vaikuttaa huoneiston yleispätevyydellä ja toisaalta sen säädettävyydellä. Käyttäjoustavuus on erityisen tärkeä tilan käyttäjälle ja tyytyväinen käyttäjä on tärkeä omistajalle.

Esimerkkilaskelma 2:

Tarkastellaan käyttäjoustavuusominaisuuksiltaan kahta erilaista väliseinäratkaisua. Väliseinän ääneneristysvaatimus on 40 dB.

Vertailtavat vaihtoehdot ovat:

- järjestelmäseinä
- siirtoseinä

Seinien rakennuskustannukset ovat vaihtoehdoittain:

- järjestelmäseinä 480 mk/vs-m²
- siirtoseinä 4900 mk/vs-m²

Siirtoseinä on rakennuskustannuksiltaan 10 kertaa kalliimpi ratkaisu kuin järjestelmäseinä. Tässä tapauksessa molemmilla seinäratkaisulla varaudutaan siihen, että seinä voidaan poistaa/avata ja sulkea. Mitkä ovat muutoksesta aiheutuvat kustannukset vaihtoehdoittain?

Järjestelmäseinän muutuskustannukset ovat 83 mk/vs-m² muutoksesta kohden. Lisäksi oletetaan järjestelmäseinä kestäväksi 20 siirtokertaa. Siirtoseinä ei puolestaan aiheuta muutuskustannuksia lainkaan.

Asetetaan pääoman tuottovaatimukseksi 8%. Diskontataan tulevat muutuskustannukset nykyarvoiksi ja lisätään ne rakennuskustannuksiin. Kuten esimerkissä 1 etsitään tässäkin kriittinen arvo väliseinän uusimissyklille, jolla tutkitut seinävaihtoehdot ovat elinkaaritaloudeltaan yhteneväiset.

Jos muutostarve toteutuu 20 vuoden tarkasteluajanjaksolla viisi kertaa vuodessa tai useammin, on siirtoseinä elinkaaritaloudellisempi ratkaisu kuin järjestelmäseinä. Elinkaarikustannukset muodostuvat seuraavasti (muutos viisi kertaa vuodessa):

- järjestelmäseinä: $480\text{mk/vs-m}^2 + 9,818 \cdot 5\text{kert.} \cdot 83\text{mk/vs-m}^2 + (0,630 + 0,397 + 0,250) \cdot (480 - 83)\text{mk/vs-m}^2 = 4970\text{mk/vs-m}^2$
- siirtoseinä: $4900\text{mk/vs-m}^2 + 0\text{mk/vs-m}^2 = 4900\text{mk/vs-m}^2$

3. RAKENNUKSEN JOUSTAVUUSTAVOITTEIDEN ASETTAMINEN

3.1 Rakennushankkeen ohjelmointi ja rakennuksen joustavuustavoitteet

Rakennuksen joustavuustavoitteet on otettava huomioon jo hankesuunnitteluvaiheessa tehtävän ohjelmoinnin yhteydessä. Perinteisesti hankeohjelma sisältää (Haah-tela&Kiiras 2000):

- tilanhankintatavan,
- tilat mitoitettuna,
- korjaustilanteessa korjausohjelman,
- hankkeen budjetin,
- rahoitussuunnitelman sekä
- suunnittelu-aikataulun.

Rakennuksen joustavuuden tavoittelu tuo ohjelmointiin erityispiirteitä, jotka ovat:

- määritetään muuntuvan tilaosan ominaisuudet (kohta 3.2),
- mitoitetaan kiinteä perusrakennus (kohta 3.3),
- laaditaan rakennuskustannusbudjetti (kohta 3.4.1) eritellen kiinteän perusrakennuksen osuuteen ja muuntuvan tilaosan osuuteen sekä määritetään ylläpitotalloudelliset tavoitteet muuntuvan tilaosan sekä minimi- että maksimivaihtoehdoille (kohta 3.4.2).

3.2 Muuntuvat tilat

Jotta kiinteä perusrakennus (base building) voidaan määritellä ja mitoittaa, tulee sitä ennen määritellä muuntuvien tilojen ominaisuudet tai paremminkin tilojen ominaisuuksien vaihteluvälit. Muuntuviin tiloihin sisällytetään ne rakennukseen sijoitettavat tilat, joiden käyttötarkoituksen tai -tavan muutoksiin varaudutaan. Muutokset saattavat tapahtua rakennusprosessin tai rakennuksen käytön aikana.

Muuntuvista tiloista määritetään seuraavat asiat:

M.1 JAETTAVUUS HUONEISTOIHIN

M.1.1 Huoneistojen lukumäärä, koko ja rajat

Esimerkki:

On varauduttava siihen että rakennus voidaan jakaa n. 200 m² suuruisiin huoneistoihin tai niiden kerrannaisiin. Huoneistojen väliset seinät eivät saa olla kantavia. Vaatimukset kohdistuvat

sekä rakennusaikaiseen että rakennuksen käytön aikaiseen joustavuuteen.

M.1.2 Huoneistojen itsenäisyys

Esimerkki:

Huoneistojen tulee olla itsenäisiä. Jokaiseen huoneistoon on oltava oma lukittava sisäänkäynti.

Vaatimukset kohdistuvat sekä rakennusaikaiseen että rakennuksen käytön aikaiseen joustavuuteen.

M.2 TILAOMINAISUUDET

M.2.1 Tilanimikkeet ja tilojen määrät

Esimerkki:

toimistohuoneita	300 ... 1600m ² / a'	10 ... 20m ² /	20 ... 150 henk
avotoimistotilaa	0 ... 1000m ² /		/ 0 ... 125 henk
neuvottelutiloja	100 ... 200 m ²		
lähivarastotiloja	200 ... 400 m ²		
WC-tiloja	0 ... 20 m ²		
jne...			
Yhteensä			4000 m ²

Vaatimukset kohdistuvat sekä rakennusaikaiseen että rakennuksen käytön aikaiseen joustavuuteen.

M.2.2 Tilavaatimukset

Esimerkki:

Tilojen sisäilmavaatimusluokka on S2. WC-tiloihin tulee WC-istuin ja käsienpesuallas. Jos WC-tiloja ei toteuteta, tehdään niitä varten vesi- ja viemäriveraukset. Muilta osin tilavaatimukset täsmentyvät sitä mukaan kun tilojen käyttäjät kiinnittyvät.

Vaatimukset kohdistuvat sekä rakennusaikaiseen että rakennuksen käytön aikaiseen joustavuuteen.

M.2.3 Tilojen käyttäjöjousto

Esimerkki:

Neuvottelutilojen kokoa tulee voida muuttaa. Muutoksen sykli voi olla nopeimmillaan useita kertoja päivässä. Muiden tilojen käyttäjöjoustovaatimukset täsmentyvät kun tilojen käyttäjät kiinnittyvät.

3.3 Kiinteä perusrakennus

Kiinteään perusrakennukseen (base building) sisällytetään ne rakennuksen fyysiset osat, joita ei tarvitse vaihtaa tai muuttaa vaikka rakentamisen ja käytön aikana tapahtuukin muutoksia, joihin on varauduttu.

Kiinteän perusrakennuksen määrittelyyn ja mitoittamiseen kuuluu:

K.1 KIINTEÄT TILAT

K.1.1 Tilanimikkeet ja tilojen määrät

Esimerkki:

aula	100 m ²
auditorio	100
wc-tilat	30
huoltoliikenne	60
porrashuoneet	130
jakava liikenne	260
ilmanvaihtokonehuone	200
muut tekniset tilat	40
VSS	60

K.1.2 Tilavaatimukset

Esimerkki:

Kiinteiden tilojen tilavaatimukset ovat:

TILAVAATIMUKSET													Kiinteät tilat	
Tila	koko- luokka m ²	mitat korkeus mitat	mitat leveys m	lattia- kuorma kN/m ²	sisäilma- luokka	mitoitus- ilmanv. l/m ² s	vesi- pisteet kpl	viemäri- pisteet kpl	valaistus- teho W/m ²	kalusteet, varusteet / laatutaso	sisäpinnat / laatuso lattia	seinät	katto	Muuta
aula	100	10	9	5	S2	2	-	-	15	-	luonnon kivi	edustava	lasikatto	-
auditorio	100	6	10	7	S2	6	2	-	20	edustavat	edustava	maalattu	edustava	äänentoistojärj.
jine...														

K.1.3 Käyttöjoustovaatimukset

Esimerkki:

Kiinteissä tiloissa ei erityisiä vaatimuksia käyttöjoustolle.

K.2 KIINTEÄ RUNKO-OSA

K.2.1 Rakennuksen laajuus

Esimerkki:

Rakennuksen bruttoala on 4500 m².

K.2.2 Vapaa huonekorkeus

Esimerkki:

Vaadittu vapaa huonekorkeus on 3,5 m, paitsi auditorion osalta 6,0 m. Myös sisääntuloaula voi olla korkeampi.

K.2.3 Jännevälit

Esimerkki:

Vaadittu rakennusrungon jänneväli on vähintään 9 m.

K.2.4 Lattioiden kantavuus

Esimerkki:

Vaadittu lattiakuorma on 5 kN/m².

K.2.5 Julkisivu

Esimerkki:

Muuntuvien tilojen ikkunajako tulee sopia erilaisille muuntuvien tilojen yhdistelmille.

K.3 KIINTEÄ TALOTEKNIikkaOSA

Esimerkki:

Kohteen mitoitusilmanvaihdon on maksimi-arvo on 10 500 l/s ja minimi-arvo on 9 500 l/s. Ilmanvaihdon pääjakelukanavat tulee mitoittaa maksimi-arvon mukaan.

3.4 Budjetointi

3.4.1 Rakennuskustannukset

Jotta hankkeelle saadaan tehtyä pitävä rahoitussuunnitelma määritetään hankkeelle rakennuskustannusten kattohinta. Kattohinta määritetään siten, että muuntuva tilaosa on budjettilaskelmassa kalleimman vaihtoehdon mukainen. Budjetti eritellään kiinteän runko-osan osuuteen ja muuntuvan tilaosan osuuteen. Muuntuvan osan budjettia tarkistetaan sitä mukaan kun rakennuksen käyttäjät täsmentyvät.

Esimerkki:

Rakennuskustannusten kattohinta on 38,5 mmk. Hankkeen rahoitus suunnitellaan kattohinnan mukaan. Perusrakennuksen osuus on kattohinnasta 21,2 mmk, joka on samalla perusrakennuksen budjetti. Muuntuvien tilojen osuus on 14,8... 17,3 mmk. Muuntuvien tilojen budjetti tarkennetaan sitä mukaan kun tilojen käyttötarkoitus kiinnittyy. Muuntuvien tilojen kattohinta on 17,3 mmk.

3.4.2 Ylläpitotaloudelliset tavoitteet

Rakennushankkeelle asetetaan tavoitteet keskeisille ylläpitomenekeille kuten energian kulutukselle. Tavoitemenekit määritetään sekä minimi- että maksimikäytön mukaan.

Esimerkki:

Raskaimman ja kevyimmän käyttötarkoituksen mukaiset käytönaikaiset energian kulutuksen tavoitemenekit ovat:

	maksimi	minimi
– lämmitysenergialle	575 000 kWh/a	560 000 kWh/a
– sähköenergialle	250 000 kWh/a	235 000 kWh/a

4. YHTEENVETO

Esitetyssä rakennuksen joustotavoitteiden asettamismenettelyssä määritetään aluksi muuntuvat joustavat tilat. Menettelyssä on oleellista, että muuntuville tiloille asetetaan joustotavoitteet hankekohtaisesti, mm. huoneistoiksi jaettavuuden ja tilaohjelmajouston suhteen. Muuntuvien tilojen määrittelyn perusteella mitoitetaan kiinteä perusrakennus (base building). Siihen sisältyy kiinteiden tilojen mitoitus, kiinteän runko-osan (rakennuksen laajuus, vapaat huonekorkeudet ja jännevälit, jne.) mitoitus sekä kiinteän talotekniikkaosan mitoitus. Rakennuksen muuntuvien tilojen sisä rakenteet (infill) määntyvät myöhemmissä rakennushankkeen vaiheissa samalla kun tilojen käyttötarkoitukset ”lyödään lukkoon”. Rakennuksen eri osien sisä rakenteet voivat kiinnittyä pala palalta hankkeen edetessä. Rakennushankkeen rahoituksen pitävyyden kannalta on tärkeätä, että rahoitus suunnitellaan sellaisen joustorajojen sisään mahtuvan kalleimman yhdistelmän mukaan. Esitetty menettely soveltuu sekä uudis- että korjausrakentamiseen.

Esitetty rakennuksen jouston ohjelmointitapa vaatii testausta pilottikohteissa.

LÄHTEET:

Decker, K. & Kendall, S., Open building, CIB Work Commission on Open Building, July 1996, 11 pp.

Duffy, F., The new office, London: Conran Octopus Ltd, 1997, 256 pp.

Haahtela, Y., Kiiras, J., Talonrakennuksen kustannustieto 2000, Helsinki: Rakennustieto Oy, 349 s.

Kendall, S., Developments toward open building in the United States, October 1996, 3 pp.

Leaman, A., Bordass, B. & Cassels, S., Flexibility and adaptability in buildings: the "killer" variables, October 1998, 18 pp.

Saari, A., Tavoitteiden asettaminen rakennuksen joustavuudelle. Kokoelmassa (CD-rom): 21.Rakennuttajakoulutus, Projektityöjulkaisu, Teknillinen korkeakoulu Koulutuskeskus Dipoli, Espoo 2000. 13 s.

LIITE

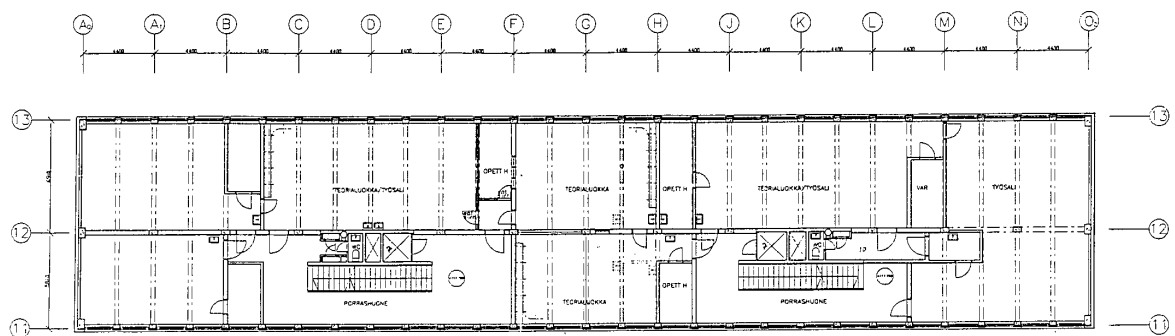
Joustavuustavoitteiden esittäminen hankesuunnitelmassa

Hankesuunnitelma korjauskohteelle – Harju ammattioppilaitos, lamelli B

Tässä hankesuunnitelmaesimerkissä esitetään erityisesti se kuinka rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa asetetaan tavoitteet rakennuksen joustavuudelle. Hankesuunnitelma on laadittu takautuvasti. Se ei kaikilta osin yhdy toteutettuun ratkaisuun.

1. KORJATTAVA KOHDE

Kohde on Jyväskylässä sijaitseva korjauskohde ”Harjun ammattioppilaitos/lamelli B”. Kohde on ollut sähköosaston käytössä, tilat pääosin luokkia ja työsaleja. Hanke on kiireellinen. Korjaustöiden pitää olla valmiina syksyllä 2001, ennen kuin syksyn opetus käynnistyy.



Kuva L1. Harjun ammattioppilaitos/lamelli B. Pohjapiirustus 2 krs.

2. RAKENNUKSEEN SIJOITETTAVA TOIMINTA

Rakennukseen sijoitetaan opetustilaa ja/tai työsaleja sekä niiden yhteyteen hajautetusti opettajanhuoneita ja varastotiloja.

3. MUUNTUVA TILAOSA

3.1 Jaettavuus huoneistoihin

3.1.1 Huoneistojen lukumäärä

On varauduttava siihen, että tulevaisuudessa tilat voidaan jakaa siten, että kukin kerros saadaan tarvittaessa neljäksi omaksi noin saman suuruiseksi huoneistoksi.

3.1.2 Huoneistojen itsenäisyys

Huoneistojen tulee olla itsenäisiä. Jokaiseen huoneistoon on oltava oma lukittava sisäänkäynti.

3.2 Tilaominaisuudet

3.2.1 Tilanimikkeet ja tilojen määrät

Tilaohjelma täsmentyy vasta rakennustöiden toteutuksen aikana.

Rakennukseen tulee tiloja seuraavasti:

	<i>Kokonaishuoneala</i>	<i>Kokoluokka</i>
Toimistotilaa	50-150 m ²	10-30 m ²
Neuvottelutilaa	10-50 m ²	10-15 m ²
Opetustilaa	600-1000 m ²	30-200 m ²
Työsaleja	600-950 m ²	100-200 m ²
Työsaleihin liittyen maalaus- yms. tiloja	0-50 m ²	7-15 m ²
Opettajanhuoneita	160-180 m ²	7,5-30 m ²
Varastotiloja	20-60 m ²	15-30 m ²
Wc-tiloja	10-15 m ²	1,5-3 m ²

On varauduttava siihen, että kaikki opetus-, työsali- ja opettajanhuonetilat saatetaan viiden vuoden päästä tai sen jälkeen kevytlaboratorio- ja toimistokäyttöön.

3.2.2 Tilavaatimukset

Tilojen sisäilmavaatimus on S3. Tilojen vuorokautiset käyttöajat tulevat olemaan 12 h, ja tilat tulevat olemaan käytössä 5 päivää viikossa.

Tulevaisuudessa opetustilojen sisäilmavaatimus on tarvittaessa voitava nostaa tasoon S1 ja tilojen vuorokautiset käyttöajat voivat vaihdella välillä 0-24 h.

3.2.3 Tilojen käyttöjousto

Opetustilojen kokoa tulee voida muuttaa. Tilamuutosten sykli nopeimmillaan voi olla useita kertoja päivässä.

4. PERUSRAKENNUKSEN MITOITUS

4.1 Kiinteät tilat

4.1.1 Kiinteät ohjelmoitavat tilat

Hanke ei sisällä base building -luonteisia kiinteitä ohjelmoituja tiloja, eli kaikki ohjelmoituvat tilat ovat muuntuvia (kohta 3.2).

4.1.2 Kiinteät ohjelma-alaan kuulumattomat tilat

Tässä mitoitetaan kiinteät käytävät, porrashuoneet, hissit ja tekniset tilat.

Liikennetilojen tavoiteala on 421 m² ja teknisten tilojen on 155 m².

Liikenne- ja teknistentilojen mitoitus:

Nykytilaa kuvaavista suunnitelmista mitatut laajuustiedot muodostuvat seuraavasti:

Rakennuksen bruttoala	2748 m ²
Ulkoseinien ala	-207
Kuilut	-52
Osastoivat väliseinät (porrash.)	-13
Tilat yht.	2476
IV-konehuone	-88
Tilat ilman IV-koneh.	2388
Porrashuoneet	-421
Tilat ilman IV-koneh. ja porrah.	1967

Teknisten tilojen mitoitus:

Talonrakennuksen kustannustieto 1999 mukaan, ei jäähdytystä $0,05 * 2388 = 120 \text{ m}^2$

Liikennetilojen mitoitus:

osastoiva liikenne:	$0,05 * 2388 = 120 \text{ m}^2$
jakava liikenne (arvio 40 tilaa)	$40 * 6 \text{ m}^2 = 240$
yht.	360 m ²

Nyt tilojen yhteydet hoidetaan kahdella porrashuoneella, joita on yhteensä 421 m². Rakennuksessa ei ole juurikaan muuta liikennetilaa.

Mitoitetaan liikennetilojen alaksi 421 m².

4.2 Kiinteä runko-osa

4.2.1 Rakennuksen laajuus

Rakennuksen bruttoala on 2815 m².

4.2.2 Vapaa huonekorkeus

Olemassa olevan rakennuksen kerroskorkeus on pohjakerroksessa 2700 mm ja 1. - 4. kerroksissa 3600 mm. Vapaa huonekorkeus lattiasta palkin alapintaan on pohjakerroksessa 2400 mm ja 1. - 4. kerroksissa 3000 mm. Toimitaan olemassa olevien kerroskorkeuksien ja huonekorkeuksien rajoissa

4.2.3 Jännevälit

Rakennuksessa on pilari-palkki-runko, kaksi pilarilinjaa ulkoseinillä ja yksi rakennuksen keskellä. Rakenteiden jänneväli on toisessa laivassa 6190 mm ja toisessa 5860 mm. Ei muuteta runkojärjestelmää.

4.2.4 Lattioiden kantavuus

Olemassa olevien välipohjien mitoitus on 1. - 4. kerroksissa 4 kN/m^2 ja 1. kerroksen lattian kantavuus on 10 kN/m^2 . Kerrokseen voi asentaa max 1000 kg painavia koneita. Välipohjien ja alapohjan mitoitus on riittävä.

4.2.5 Julkisivu

Ei muuteta julkisivujen aukotusta. Joustotavoitteet eivät aiheuta muitakaan vaatimuksia julkisivuille.

4.3 Kiinteä talotekniikkaosa

Sisäilmavaatimusluokkahan on S3. Koska sisäilman vaatimustaso saatetaan lähitulevaisuudessa nostaa tasoon S1, ja koska sisäilmavaatimusluokan S1 mukaiset ovat määrääviä ilmanvaihdon osalta, mitoitetaan ilmanvaihdon runkohanavisto ja ilmanvaihtokoneet S1 vaatimusten mukaan. Mitoitusilmanvaihto on siten $10,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Myös vesi- ja viemärirunkoputkisto mitoitetaan sellaiseksi, että se riittää mahdolliselle tulevalle laboratoriokäytölle.

Kohteeseen rakennetaan avoin rakennusautomaatioverkko (LON).

Rakennukseen asennetaan varauksena jäähdytysjärjestelmän putkisto.

Ilmanvaihdon mitoitus:

Opetustilojen sisäilmavaatimus on tarvittaessa voitava nostetaan tasoon S1. Ilmastointi mitoitetaan mahdollisen maksimikäytön mukaan seuraavasti:

	Mit.IV (l/sm ²)	m ²
Toimistotilaa	1	50
Neuvottelutilaa	4	50
Opetustilaa	6	1000
Työsaleja	6	632

Työsaleihin liittyen maalaus- yms. tiloja	6	50
Opettajanhuoneita	1	160
Varastotiloja	0,5	10
Wc-tiloja	5	15
Liikennetiloja	0,5	421
Teknisiä tiloja	0,5	120
Yht.	4,3	2543

Eli mitoitusilmanvaihdoksi saadaan 10,9 m³/s.

5. KATTOHINTA RAKENNUSKUSTANNUKSILLE

Korjauskustannusten kattohinta on 22 mmk, sis. ALV 22%. Korjausaste on 67%.

6. YLLÄPITOTALOUDELLISET TAVOITTEET

Ylläpidon tavoitekustannukset ovat 1 mmk vuodessa.

7. TOTEUTUSAIKATAULU

Hankkeen suunnittelu-aika on 12 kk ja rakentamisaika on 9 kk. Hankkeen kokonaiskesto on siten maksimissaan 21 kk. Kokonaiskesto voidaan voimakkaasti vaikuttaa urakkamuodon valinnalla. Suunnittelu on käynnistynyt 17.3.2000.

Mitoitusperusteet:

RT 10-10387, kaavio 2: 13 000 m³ -> uudishankkeella suunnittelu-aika on 12 kk ja rakentamisaika 12 kk. Valitaan suunnitteluajaksi 12 kk ja rakentamisajaksi 9 kk (=1,2*0,60 KA%*12 kk).

TKK rakentamistalouden raporteja ja selvityksiä voi tilata: p. 09 451 3743 tai fax 09 451 3758.

ISBN 951-22-5575-8

ISSN 1456-8403