

Puurakentamisen elinkaarikustannus selvitys

29.1.2021 08.30 - 10.00

Ohjelma

RAKLI

8.30 Tilaisuuden avaus

Elinkaarikustannusselvityksen tausta ja tavoitteet

Juho Kess, projektipäällikkö, RAKLI ry

Miksi elinkaarikustannusten selvittäminen on tarpeen?

Petri Heino, ohjelmapäällikkö, ympäristöministeriö

Elinkaarikustannusten laskeminen

Arto Saari, professori, Tampereen yliopisto

Keskustelua pienryhmissä

10.00 Tilaisuus päättyy

Puurakentamisen klinikka

RAKLI

Tavoitteena:

- Lisätä suomalaisen puurakentamisen osuutta kaikessa rakentamisessa
- Rakennetun ympäristön elinkaaren aikaisen hiilijalanjäljen pienentäminen
- Parempaa laatua ja tehokkaampaa tuotantoa

Selvitettiin puurakentamisen haasteita ja mahdollisuuksia

Jaettiin tietoa ja parhaita käytäntöjä

Verkostoiduttiin ja selvitettiin alan yhdessä ratkaistavat asiat

Suosituksia ja toimenpiteitä

Klinikan suositukset puurakentamista edistäviksi toimenpiteiksi on esitetty neljässä lähivuosille laaditussa tiekartassa. Tiekartat on tehty rakennuttamisen, viranomaistoiminnan, vakioinnin ja osaamisen näkökulmista.

Rakennuttamisen tiekartta

Rakennuttamiseen liittyvät toimenpiteet koskevat ensisijaisesti julkisia ja ammattimaisia rakennuttajia. Ammattimaisten rakennuttajien ja erityisesti julkisen sektorin kiinteistöjen hankinnan merkitys on suuri toimialan kannalta riittävän kysynnän aikaan saamiseksi.

Vakioinnin tiekartta

Vakioinnin tiekartassa on esitetty toimenpiteitä koko suomalaisen puurakentamisen verkostolle, mutta päävastuu toimenpiteistä on kuitenkin ensisijaisesti valtiolla ja puutuoteteollisuudella.



Viranomaisten tiekartta

Viranomaisten tiekartassa on esitetty toimenpiteitä valtiolle ja kunnille. Toteutavia vastuutahoja tässä kokonaisuudessa ovat ympäristöministeriö sekä kaupunkien ja kuntien kaavoittajat ja rakennusvalvonnat.

Osaamisen tiekartta

Osaamisen tiekartassa on esitetty toimenpiteitä erityisesti tutkimusorganisaatioille, korkeakouluille, ammattikouluille ja muille oppilaitoksille.

Kiinteistönomistajat sekä kaupungit ja kunnat on saatava rohkeasti mukaan puurakentamiseen.

Rakennusten elinkaarikustannukset päättöksenteon pohjana

Professori Arto Saari
Tampereen yliopisto

Puurakentamisen elinkaarikustannusselvitys ja siihen liittyvät
tietotarpeet –keskustelutilaisuus,
Webinaari, Rakli, 29.1.2021

Rakennuksen elinkaarikustannuslaskennan edellytykset

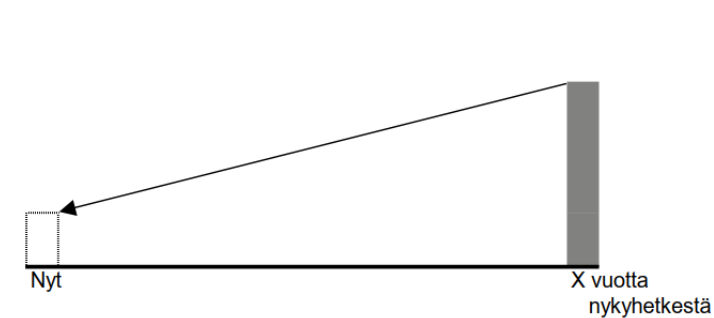
- Laskenta vaatii rakennuksen elinkaareen liittyvien tuotteiden, toiminnan ja prosessien mallintamisosaamista
- Laskenta vaatii seurausvaikutusten ymmärtämistä ja kykyä rajata tarkastelun kohde mielekkäästi
- Laskenta vaatii investointilaskentamenetelmien hallintaa
- Laskenta vaatii kustannusdataa ja tarvittavia teknisiä tietoja
- Laskenta vaatii kykyä tunnistaa ja hallita käytettävissä olevan tiedon epävarmuutta

Mitä tekijöitä elinkaarikustannuslaskentaan voi sisällyttää?

Laskennankohteesta riippuen siihen voi sisältyä mm.:

- Tonttikustannukset
- Rakennuskustannukset
- Kiinteistönhoito
- Käytönaikainen energian kulutus
- Kunnossapito
- Muutoskorjaukset
- Ajanmukaistaminen/perusparantaminen
- Purkaminen, rakennusosien uudelleen käyttö, materiaalin kierrätys
- Vuokratuotto
- Myyntihinta/jäännösarvo
- Rakennuksen vaikutus rakennuksen käyttöön

Elinkaarikustannuslaskenta perustuu diskonttauksen periaatteeseen

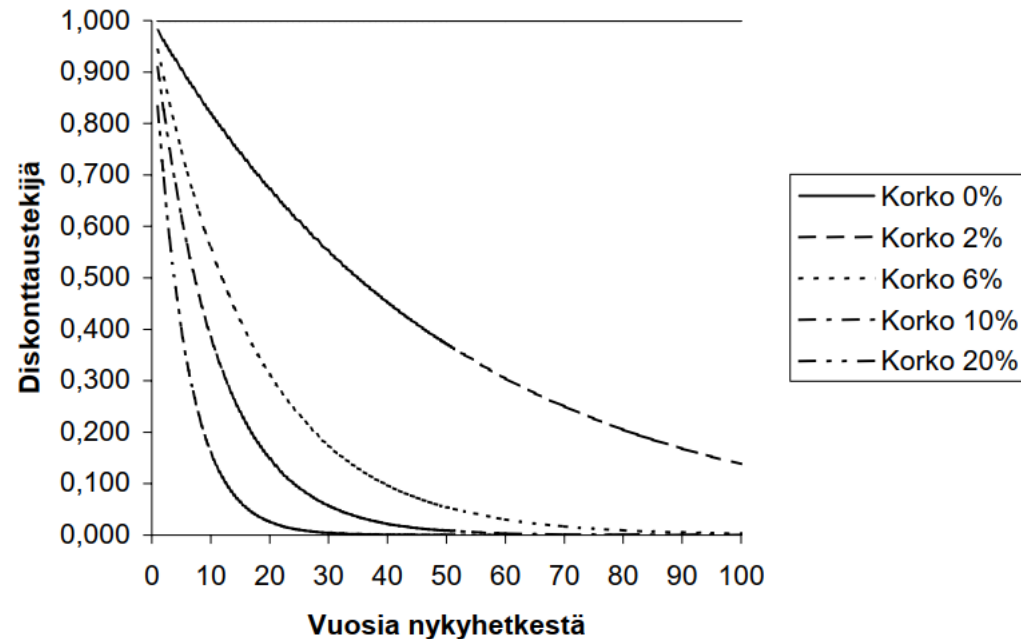


$$dis = 1/(1+r/100)^i$$

(kaava 1)

r Korko (%)

i Aikajänne nykyhetkestä kustannuksen toteutumavuoteen (vuotta)



Kuva 4. Diskonttaustekijä erilaisilla korkotasolla ja aikajänteillä.

Lähde: Saari, A. Elinkaarikustannusten laskenta, REM Rakennusten elinkaarimittaristo, Rakennusteollisuus, 2004, 26 s.

Esimerkki 1. Ulkoseinien ekologistaloudellisen vertailu

Tutkittavat rakennetyyppivaihtoehdot

Tarkastelun kohteena ovat Helsingin Viikkiin suunniteltujen pienkerrostalojen ulkoseinät. Tutkitaan neljän ei-kantavan ulkoseinätyypin vaikutusta elinkaaritaloudellisuuteen ja niiden ympäristövaikutukset. Vaihtoehdot A ja C edustavat vallitsevaa rakentamistapaa. Vaihtoehdot B ja D ovat lämmöneristävyydeltään parempia kuin Suomen Rakentamismääräyskokoelma vaatii.

Tutkittavat ulkoseinätyypit:

- A. Rapattu tiili, mineraalivilla 175 mm, puurunko, $k = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$
- B. Rapattu tiili, mineraalivilla 205 mm, teräsohutlevyrunko, $k = 0,19 \text{ m}^2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- C. Lautaverhous, mineraalivilla 175 mm, puurunko, $k = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$
- D. Lautaverhous, mineraalivilla 205 mm, teräsohutlevyrunko, $k = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$

Elinkaaritaloutta parantavien lisäinvestointien arviointi

Tarkasteluajanjaksoksi valitaan 50 vuotta ja pääomalle asetetaan 4 % reaalikorko. Rakennusta lämmitetään kaukolämmöllä, jonka polttoainejakauma vastaa Suomen kaukolämmöntuotannon keskimääräistä polttoainejakaumaa vuonna 1998. Lämmitysenergian hintana käytetään 0,165 mk/kWh. Rakentamisen ja kunnossapidon kustannukset määritettiin rakennusosa-arviomenettelyllä (Taku-1998, kustannukset esitetään tasossa heinäkuu 1999). Kunnossapitojaksoina käytetään lähteen [6] tietoja.

Kunnossapitotoimenpiteinä tehdään remontit 12, 25 ja 38 vuoden kuluttua rakentamisesta. Ensimmäinen (12 v) ja kolmas remontti (38 v) sisältää seuraavat toimenpiteet:

- lautaverhouksen maalaus
- rappauksen kunnostus.

Toinen remontti (25 v) sisältää seuraavat toimenpiteet:

- lautaverhouksen uusiminen
- rappauksen uusiminen.

Lähde: Saari, A. Elinkaarikustannusten ja ympäristökuormitusten ohjaus rakennushankkeissa. Teoksessa: Rakentajain kalenteri 2001, 85.vuosikerta, Käsikirja ja hakemisto, Helsinki: Rakennustieto Oy, 2000, ss. 753-762. ISSN 0355-550X.

Taulukko 1. Ulkoseinien elinkaarikustannusten nykyarvot (mk/us-m²). Lähde: [11].

Vaihtoehto	Rakennus- kustannukset mk/us-m ²	Kunnossapito- kustannukset mk/us-m ²	Hoito- kustannukset mk/us-m ²	Purku- kustannukset mk/us-m ²	Yhteensä mk/us-m ²
A	1340	140	120	20	1620
B	1530	140	80	20	1770
C	740	180	120	15	1060
D	920	180	80	15	1200

Vaihtoehtojen elinkaarikustannukset vaihtoehtojen on esitetty taulukossa 1.

Paremmen eristävyys omaavat seinävaihtoehtot B ja D ovat rakennuskustannuksiltaan niin paljon kalliimpia, etteivät ne saavuta hoitokustannusten säästöistä huolimatta vaihtoehtoja A ja C 50 vuoden tarkasteluvälillä. Vaihtoehtojen A ja C välinen erotus aiheutuu A:n kalliimmasta julkisivuratkaisusta. Elinkaaritaloudellisesti edullisin ratkaisu on vaihtoehto C.

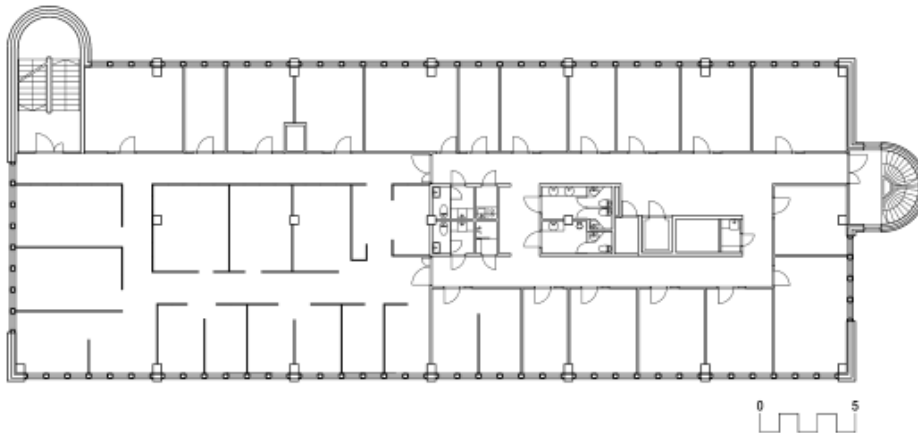
Lähde: Saari, A. Elinkaarikustannusten ja ympäristökuormitusten ohjaus rakennushankkeissa. Teoksessa: Rakentajain kalenteri 2001, 85.vuosikerta, Käsikirja ja hakemisto, Helsinki: Rakennustieto Oy, 2000, ss. 753-762. ISSN 0355-550X.

Taulukko 2. Ulkoseinien ekologis-taloudellinen vertailu. Lähde: [11].

Vaihtoehto	Elinkaari-kust. mk/us-m ²	Normitettu	Mater. uusiutum. kg/us-m ²	Normitettu	CO ₂ -ekv kg/us-m ²	Normitettu	SO ₂ -ekv kg/us-m ²	Normitettu	Eteeni-ekv g/us-m ²	Normitettu	Painotettu normitettu luku	Järjestys
Paino	50			5		25		10		10		
A	1620	92	257	97	763	100	1,5	100	28	100	96	4
B	1770	100	264	100	551	72	1,1	73	23	82	89	3
C	1050	59	16	6	717	94	1,4	93	28	100	73	2
D	1200	68	21	8	502	66	1	67	22	79	65	1

Lähde: Saari, A. Elinkaarikustannusten ja ympäristökuormitusten ohjaus rakennushankkeissa. Teoksessa: Rakentajain kalenteri 2001, 85.vuosikerta, Käsikirja ja hakemisto, Helsinki: Rakennustieto Oy, 2000, ss. 753-762. ISSN 0355-550X.

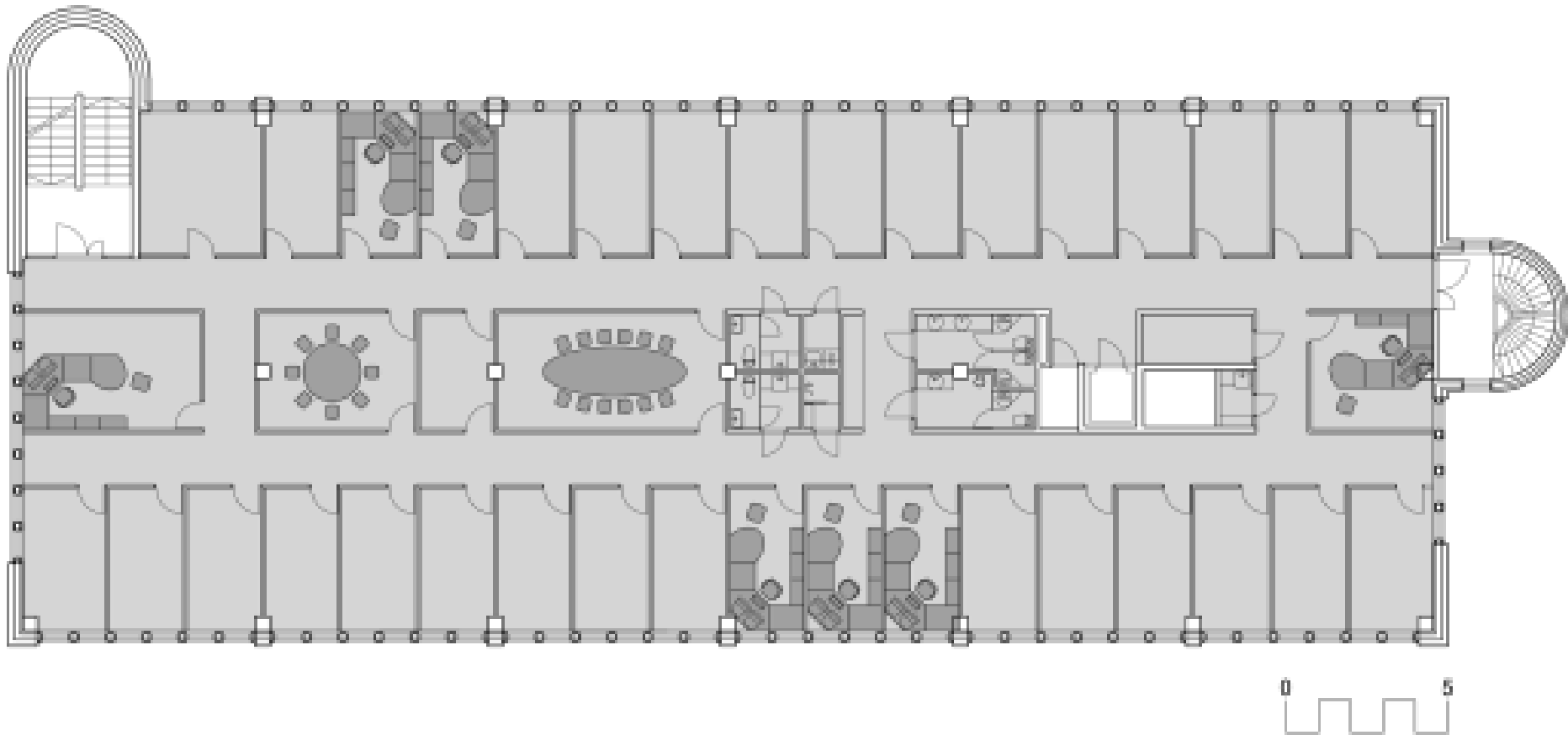
Case Robert Huberintie: Rakennuksessa olevan toiminnan huomiointi



- 1985 rakennettu toimistorakennus Robert Huberintiellä Vantaalla
- tarkastellaan yhtä toimistokerrosta
- huone- ja avotoimiston yhdistelmä
- huonemuoduli 2,4 m, runkosyvyys 16 m
- koneellinen tulo, ei jäähdytystä

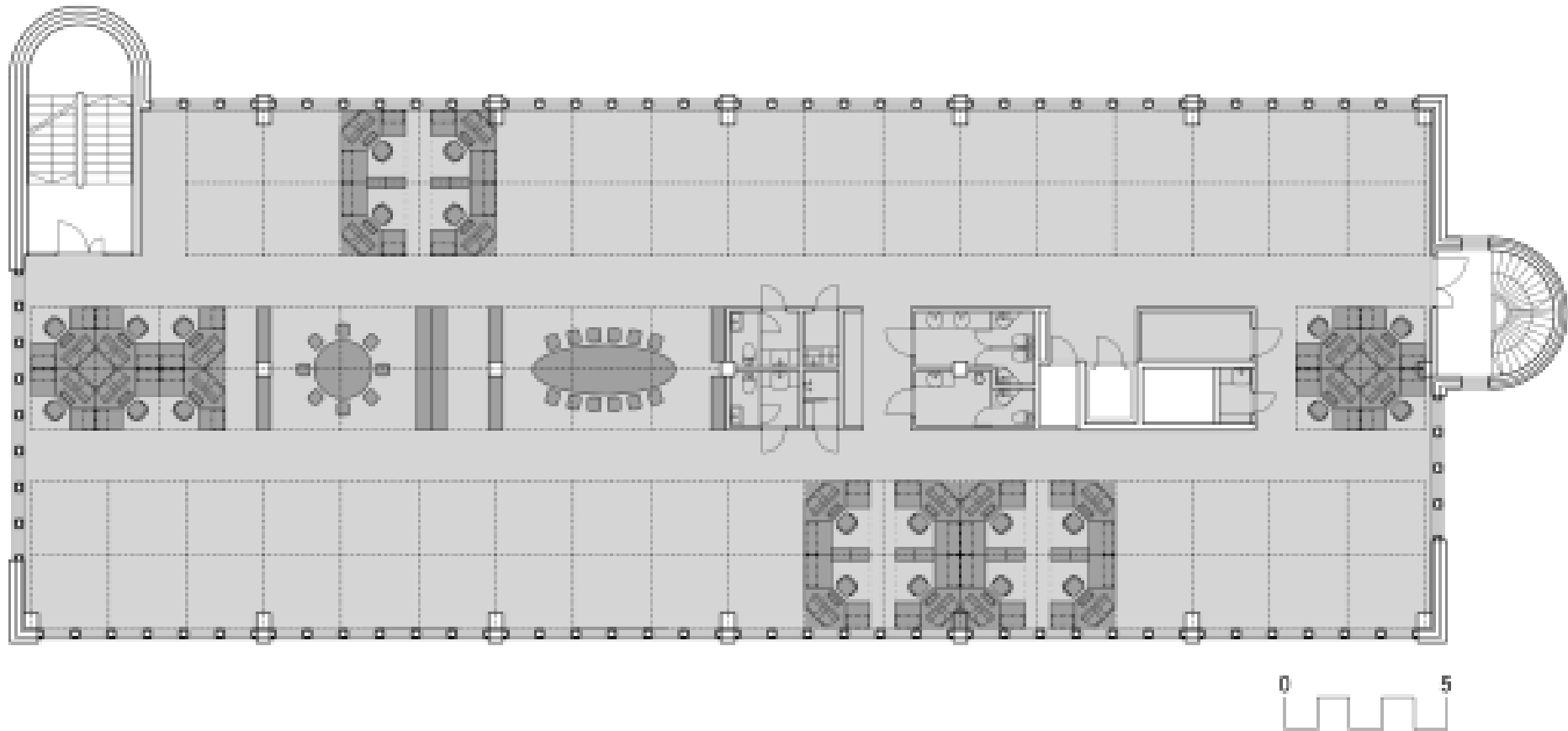
Lähde: Saari, A., Tissari, T., Valkama, E., Seppänen, O., 2006. The effect of redesigned floor plan, occupant density and the quality of indoor climate on the cost of space, productivity and sick leave in an office building: a case study, *Building and Environment*, 41 (12), 1961-1972.

Case Robert Huberintie, Huonetoimistovaihtoehto



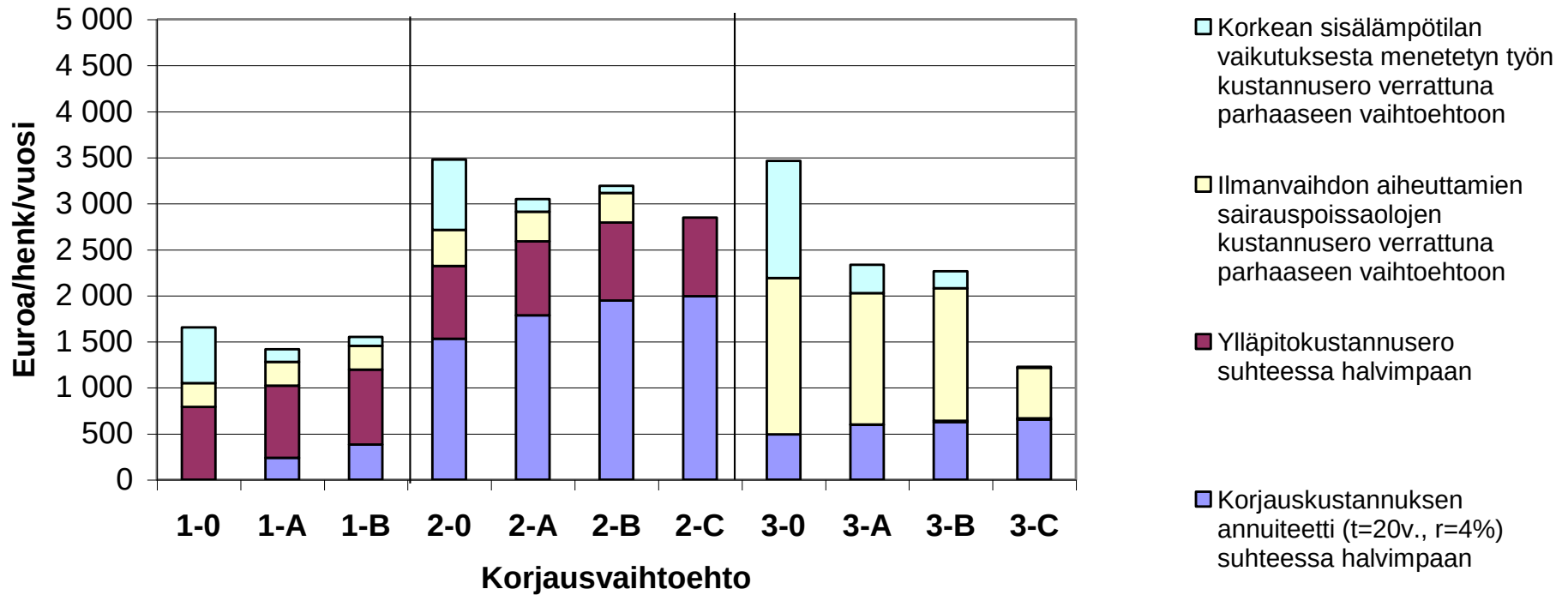
Lähde: Saari, A., Tissari, T., Valkama, E., Seppänen, O., 2006. The effect of redesigned floor plan, occupant density and the quality of indoor climate on the cost of space, productivity and sick leave in an office building: a case study, *Building and Environment*, 41 (12), 1961-1972.

Case Robert Huberintie, Avotoimistovaihtoehto



Lähde: Saari, A., Tissari, T., Valkama, E., Seppänen, O., 2006. The effect of redesigned floor plan, occupant density and the quality of indoor climate on the cost of space, productivity and sick leave in an office building: a case study, *Building and Environment*, 41 (12), 1961-1972.

YIT-Robert Huberin tie, Vantaa / toimistokerros (menetetyn työn arvo 60 €/h/henk)



Nykyinen huonejako
19,6 m²/henk

1-0 ei korjata
1-A tuloilman jäähd.
1-B huonekoht.jäähd.

Muutos huonetoimistoksi
18,5 m²/henk

2-0 ei ilmastointikorjausta
2-A tuloilman jäähd.
2-B huonekoht.jäähd. (S2+)
2-C huonekoht.jäähd. (S1+)

Muutos avotoimistoksi
7,6 m²/henk

3-0 ei ilmastointikorjausta
3-A tuloilman jäähd.
3-B huonekoht.jäähd. (S2+)
3-C huonekoht.jäähd. (S1+)

Lähde: Saari, A., Tissari, T., Valkama, E., Seppänen, O., 2006. The effect of redesigned floor plan, occupant density and the quality of indoor climate on the cost of space, productivity and sick leave in an office building: a case study, *Building and Environment*, 41 (12), 1961-1972.

Rakennuksen muuntojoustavuuden hallinta on tärkeä osa sen elinkaaritalouden hallintaa

- Hankesuunnittelussa tulee avoimen rakentamisen näkökulmasta asettaa vaatimukset rakennuksen jaettavuudelle ja muuntojoustolle
 - Tilaohjelma tulee laatia joustavan tilaohjelman periaatteiden mukaiseksi.
 - **-> Tilaohjelma tulee eritellä: muuntuviin, erityis- ja kiinteisiin tiloihin.**
 - Muuntuville tiloille tulee määrittää pinta-alojen vaihteluväli
 - **-> Tiloille tulee määrittää sekä maksimi- että minimiominaisuudet mm. ilmanvaihdon ilmamäärille, jäädytysteholle jne.**
 - Investointi- ja muut perustamiskustannukset tulee eritellä kiinteän osan kustannuksiin ja muuntuvan osan kustannuksiin.
- > Kiinteästä tilaohjelmasta joustavaan ohjelmaan**

TULOILMAN MITOITUS

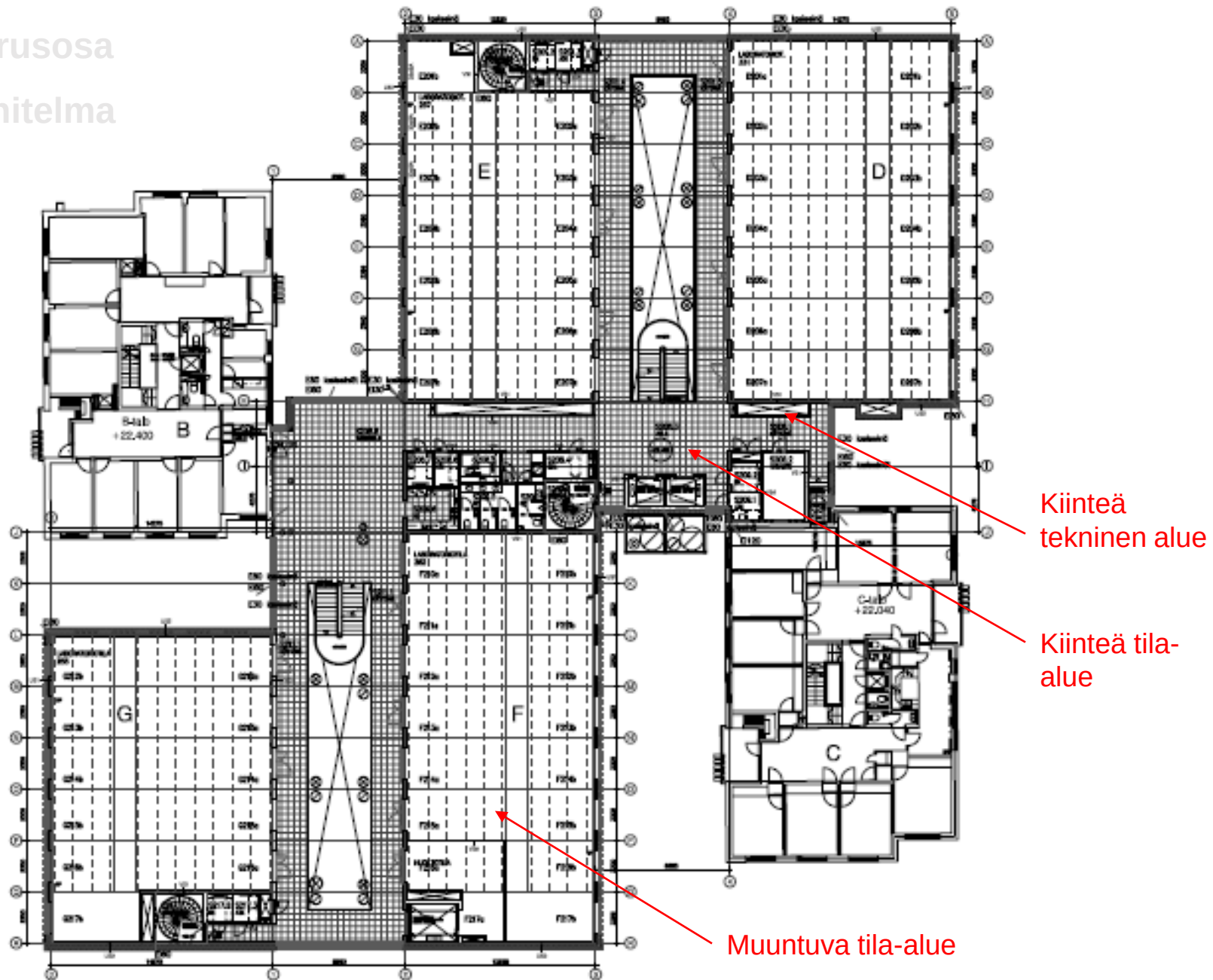
Biomedicum 2U, Helsinki

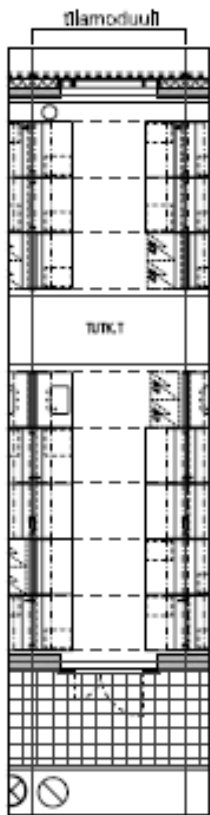
Laadittu takautuvasti 13.11.2006

JOUSTAVA TILAOHJELMA

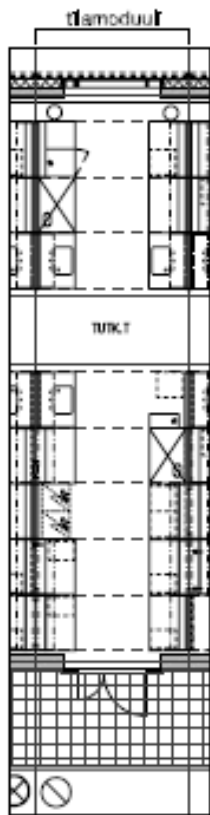
Tila	Koko- luokka m2	Pinta-ala m2	Tuloilma- vaatimus dm3/s/m2	Minimiohjelman		Maksimiohjelman		Mitoitus Tuloilma dm3/s
				Pinta-ala m2	Tuloilma dm3/s	Pinta-ala m2	Tuloilma dm3/s	
Muuntuvat tilat:								
Laboratoriotila aputiloineen	50 ...	0 ... 3500	6,0	0	0	3500	21 000	21 000
Toimistotila/-huone	8 ... 50	1300 ... 4800	2,0	4800	9 600	1250	2 500	2 500
Kokoustila	15 ... 30	0 ... 150	4,0	100	400	150	600	600
Taukotila	8 ... 10	80 ... 100	1,0	100	100	80	80	80
WC-tila	5	100 ... 120	5,0	100	500	120	600	600
Yht.		5100		5100	10 600	5100	24 780	24 780
Erikoistilat:								
Välinehuoltokeskus	40	40	4,0	40	160	40	160	160
Ruokala	150	150	6,0	150	900	150	900	900
Jakelukeittiö	30	30	15,0	30	450	30	450	450
Kemikaalivarasto	50	50	2,0	50	100	50	100	100
Jäähdytetty varasto	50	50		50	0	50	0	0
Kaasupullojen säilytys	10	10	2,0	10	20	10	20	20
Yht.		330		330	1 630	330	1 630	1 630
Kiinteät tilat:								
Puku- ja pesutila	50	100	8,0	50	400	50	400	400
Siivouskomerot	7	70	4,0	50	200	50	200	200
Kiinteistövarasto	50	50	1,0	50	50	50	50	50
Tavaravastaanotto	10	10	1,0	10	10	10	10	10
Jätetila	10	20	1,0	20	20	20	20	20
Jäte kylmiö	50	50	1,0	50	50	50	50	50
Varastotila, suuri maanalainen	150	150	1,0	150	150	150	150	150
Väestösuoja (varastotila)	200	200	1,0	200	200	200	200	200
Liikennetilat	50	1780	2,0	1780	3 560	1780	3 560	3 560
Tekniset tilat	60	420		420		420		0
Yht.		2850		2780	4640	2780	4640	4 640
YHTEENSÄ		8280		8210	16 870	8210	31 050	31 050

TKK Rakentamistalouden laboratorio/ Arto Saari

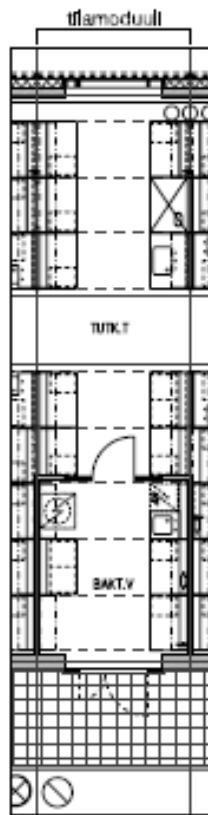




1_{EF}



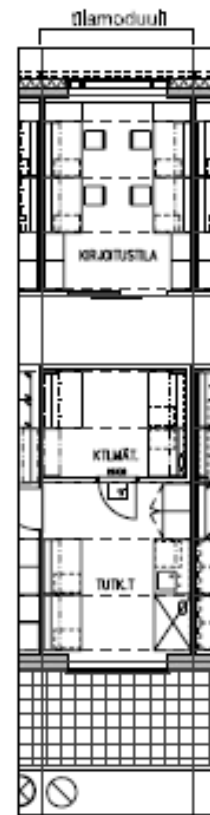
2_{EF}



3_{EF}



4_{EF}



5_{EF}

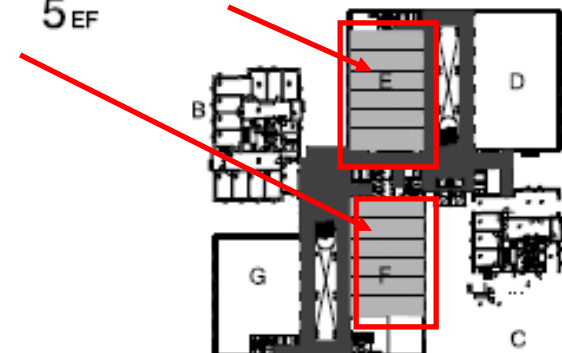
tai

tai

tai

tai

Vaihtoehtoiset tilakonseptit kuvaavat
ja testaavat tavoiteasetannassa
valitun tilaohjelman vaihteluvälin



Yleisuunnitelman

vaihtoehtoiset tilakonseptit

Arto Saari 29.1.2021

lohkojen E ja F tilamoduulien mallivaihtoehtoja 1/100
Gulltönsen Vornala Arkkitehdit Ky 23.12.2005

Biomedicum 2, Helsinki

Yhteenvetoa

- Elinkaarikustannuslaskenta vaatii tuotteiden, toiminnan ja prosessin mallintamisosaaamista
- Elinkaarikustannuslaskenta vaatii seurausvaikutusten syvällistä ymmärtämistä ja kykyä rajata tarkastelun kohde mielekkäästi
- Laskennassa tulee olla käytettävissä tarvittava kustannus- ja tekninen data
- Laskelman liittyvät epävarmuudet tulee tuntea
- Kokonaistaloudellisissa tarkasteluissa on syytä ottaa huomioon myös tilojen vaikutus toiminnan kustannuksiin, koska niillä on yleensä merkittävä vaikutus kustannusvaikutus