



Senaatti-kiinteistöt: Tietomallivaatimukset 2007 Osa 8: Mallien käyttö havainnollistamisessa

Raportin nimi Senaatti-kiinteistöt: Tietomallivaatimukset 2007. Osa 8: Mallien käyttö havainnollistamisessa	
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Senaatti-kiinteistöt, vastuuhenkilö: Johtaja Jukka Riikonen (Investoinnit-palveluyksikkö) Senaatti-kiinteistöjen ohjausryhmä: Johtaja Jukka Riikonen Kehityspäällikkö Kari Alatalo Kiinteistölakimies Pekka Henriksson Kustannusasiantuntija Ulla Kauranen Asiakaspäällikkö Auli Karjalainen Johtaja Juha Lemström Johtava asiantuntija (LVI) Juha Muttilainen Projektipäällikkö Kari Ristolainen Asiantuntija (sähkö) Aimo Timonen	Asiakkaan viite
Projektin nimi Tietomallivaatimukset	Projektin numero 16435
Raportin työryhmä VTT: Arto Kiviniemi, Kaisa Belloni, Tiina Koppinen, Tarja Mäkeläinen ja Mirikka Rekola Solibri Oy: Heikki Kulusjärvi Tocosoft Oy: Jiri Hietanen	Sivujen lukumäärä 19
Avainsanat Tietomalli, rakentaminen, kiinteistö-ala, havainnollistaminen	Raportin numero
Tiivistelmä Tämä raportti kuvaa detaljitasolla miten Senaatti-kiinteistöjen projekteissa voidaan hyödyntää rakennuksen tietomalleja havainnollistamisessa.	
Luottamuksellisuus	Julkinen
Espoo 14.9.2007 Allekirjoitukset Arto Kiviniemi Tutkimusprofessori, VTT	
VTT:n yhteystiedot VTT Materiaalit ja rakentaminen, PL1000, 02044 VTT	
Jakelu (asiakkaat ja VTT)	
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.	

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo	2
1 Senaatin tietomalliohjeiston päätavoitteet	3
2 Yleistä	4
2.1 Palvelutoiminnan asiakaslähtöisyys	4
2.2 Havainnollistamisen tavoitteet projektin kannalta	4
2.2.1 Suunnitelman tehokkuuden arviointi	4
2.2.2 Suunnitelman sisällöllisten ratkaisujen ymmärtäminen	4
2.2.3 Suunnittelun johtamisen ja ohjauksen tuki	5
2.2.4 Informaation havainnollistaminen ja ratkaisujen visualisointi päätöksentekoa varten	5
3 Havainnollistamisen tietosisältö	6
3.1 Mallien käyttö suunnitelman havainnollistamisessa	6
3.2 Suunnittelumallien soveltuvuus simulointiin ja havainnollistamiseen	7
3.3 Mallien käyttö asiakaslähtöisessä vaatimusten hallinnassa ja asiakaslähtöisessä suunnittelussa	8
3.3.1 Vaatimusten asettaminen ja hallinta	8
3.3.2 Suunnitteluratkaisun arviointi	8
3.3.3 Projektin laatutavoitteiden toteutumisen arviointi	8
4 Havainnollistaminen mallin eri vaiheissa	9
4.1 Tilaryhmä- ja tilamallit	9
4.2 Alustava rakennusosa- ja rakennusosamallit	9
4.3 Yhdistelmämallit	9
4.4 Toteumamallin tietojen hyödyntäminen ylläpidossa ja kiinteistöliiketoiminnassa	10
LIITE 1: YLIOPISTORAKENNUSTEN YLEISET LAATUTAVOITTEET	11

1 Senaatin tietomalliohjeiston päätavoitteet

Rakennusprojektien mallinnus ei ole itseisarvo, vaan sen tavoitteena on suunnitelmien kolmiulotteisen tarkastelun avulla tapahtuva laadun ja osapuolten välisen tiedonsiirron parantaminen ja suunnitteluvirheiden vähentäminen sekä suunnitteluprosessin tehostaminen ja tavoitteiden mukaisen lopputuloksen varmistaminen. Mallinnusvaatimus koskee sekä uudisrakentamis- että korjausrakentamiskohteita. Mallien käyttö ja tietosisältö tulevat olemaan suunnittelusopimuksissa sitovia vaatimuksia.

Pakollinen osuus on rajattu lähtötilanteen ja arkkitehtisuunnittelun mallintamiseen ja havainnollistamiseen sekä arkkitehdin mallien pohjalta tehtävään laajuusseurantaan ja investointilaskentaan. Arkkitehtisuunnittelussa mallinnusta käytetään läpi koko prosessin alkaen tilamallipohjaisesta vaihtoehtojen esittämisestä päätyen urakkavaiheen tarjousasiakirjoihin.

Mallinnuksen painopiste on suunnittelun tehostamisessa ja investointipäätöksen tukemisessa vertailemalla erityisesti vaihtoehtojen toimivuutta ja laajuutta sekä mahdollisuuksien mukaan kustannuksia ja elinkaariominaisuuksia.

Kohteiden energiatalous pyritään varmistamaan simuloimalla rakennuksen energiankulutusta ennen oleellisia päätöksiä ja hyödyntämällä näitä tuloksia rakennuksen käytönaikaisen energiankulutuksen seurannassa. Myös rakenne- ja taloteknisten järjestelmien mallintamiseen pyritään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, mutta näiden mallien vaatimisesta päätetään tapauskohtaisesti.

Mallien käyttöön liittyvä oleellisena osana laadunvarmistus, jonka keskeisenä tavoitteena on suunnitelmien laadun sekä osapuolien välisen tiedonsiirron parantaminen ja sitä kautta suunnitteluprosessin tehostaminen. Tämä vaatii suunnittelijoiden, projektin johdon ja tilaajan yhteistyötä. Vastuuta laadusta ei kuitenkaan voida siirtää laadunvarmistuksen tehtäväksi, vaan jokaisella osapuolella on vastuu omasta työstään.

”Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimukset 2007” koostuu kokonaisuudessaan seuraavista dokumenteista:

1. Yleinen osuus
2. Lähtötilanteen mallinnus
3. Arkkitehtisuunnittelu
4. Talotekninen suunnittelu
5. Rakennesuunnittelu
6. Laadunvarmistus ja tietomallien yhdistäminen
7. Määrälaskenta
8. Mallien käyttö havainnollistamisessa
9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä

Jokaisen osapuolen on tutustuttava oman alansa vaatimusten lisäksi ainakin yleiseen osuuteen sekä laadunvarmistuksen periaatteisiin. Projektia tai projektin tiedonhallintaa johtavan henkilön on hallittava tietomallivaatimusten periaatteet kokonaisuudessaan.

2 Yleistä

Tietomallinnusta ja visualisointia käytetään eri ratkaisujen analysointiin ja vertailuun. Investointikustannusten ja toimivuuden lisäksi tarkasteluun pyritään yleensä sisällyttämään elinkaarikustannukset ja ympäristövaikutukset, koska näiden vertailu simulointeja hyödyntäen on yksi keskeisistä integroitujen tilamallien hyödyistä. Tehtävien laajuus määrittellään suunnittelutarjouksessa ja -sopimuksissa.

Tietomallien avulla havainnollistaminen tukee suunnittelijan ja projektinjohdon työtä ja parantaa kommunikointia suunnitteluryhmän, projektiosapuolien ja tilojen käyttäjien kesken. Havainnollistamisen käytön keskeisiä etuja ovat suunnitelman laadun optimointi, ratkaisuvaihtoehtojen vertailun helpottuminen ja eri osapuolten vuorovaikutukseen lisääminen sekä kiinteistökehitys- ja markkinointiprosessin tukeminen.

Mallia hyödynnetään projektin aikana tilaajan investointiprosessin tiedontarpeiden mukaan. Erityisesti malleja hyödynnetään ehdotussuunnittelun ja luonnossuunnittelun aikana investointi- ja elinkaarikustannusten sekä toiminnallisten ominaisuuksien vertailuun.

Teknisten mahdollisuuksien ja suunnittelijoiden mallinnusosaamisen parantuessa tullaan simuloinnin ja havainnollistamisen käyttöä projekteissa lisäämään.

Tässä havainnollistamisohjeesta kuvataan lyhyesti joidenkin talotekniikkaan liittyvien olosuhdeanalyysi- ja -simulointityökalujen tuottamien tietojen havainnollistamista. Pääosin ne on kuitenkin kuvattu tietomallivaatimusten osassa 9: ”Mallien käyttö talotekniikan analyyseissa”.

2.1 Palvelutoiminnan asiakaslähtöisyys

Senaatti-kiinteistöjen tavoitteena on palvelutoiminnan lisääntyvä asiakaslähtöisyys ja käyttäjän otattaminen tiiviimmin mukaan suunnitteluprosessiin.

Rakennuksen tietomallien mahdollistama nopea, havainnollinen ja interaktiivinen visualisointi ja analyysit tukevat kommunikointia ja päätöksentekoa. Havainnollistaminen tuottaa selkeämpää, ymmärrettävämpää, laadukkaampaa tietoa sekä lisätietoa olemassa olevasta tilanteesta

Suunnittelija vastaa havainnollistamiseen käytettävien mallien toimivuudesta ja on yleensä mukana tapaamisissa käyttäjien kanssa. Nämä tapaamiset ja suunnitelman esittelyt on sovittava suunnittelusopimuksissa.

2.2 Havainnollistamisen tavoitteet projektin kannalta

2.2.1 Suunnitelman tehokkuuden arviointi

Mallien avulla voidaan generoida tilamallista pinta-ala-, tilavuus- sekä tehokkuusraportteja. Näitä tietoja voidaan verrata referenssikohteiden vastaaviin tunnuslukuihin ja tilaohjelman tavoitteisiin. Tarvittavat raportit tuotetaan CAD-ohjelmistojen raportointiominaisuuksia hyödyntäen.

2.2.2 Suunnitelman sisällöllisten ratkaisujen ymmärtäminen

Mallin avulla voidaan tarkastella ratkaisuvaihtoehtoja visuaalisesti suoraan tila-, alustava rakennusosa- tai rakennusosamallin avulla tai näiden pohjalta tehtyjen

erillisten visualisointiohjelmien avulla tuotettujen visuaalisten simulaatioiden avulla. Ratkaisuvaihtoehtojen toimivuutta voidaan tutkia myös virtuaalisessa ympäristössä suunnittelun eri vaiheissa.



Visuaalisen simulaation näkymä. (Arkkitehtisuunnittelu Arkkitehtitoimisto SARC, mallinnus ja visualisointi: Adactive Oy. Projekti: Hakaniemenranta 2, Senaatti Kiinteistöt)

2.2.3 Suunnittelun johtamisen ja ohjauksen tuki

Ratkaisuvaihtoehtojen vertailujen pohjalta voidaan suorittaa kvantitatiivista (määrällistä) ja kvalitatiivista (laadullista) suunnitteluratkaisun arviointia. Havainnollistaminen toimii niin suunnittelun johtamisen (pääsuunnittelutehtävä) kuin suunnittelun ohjauksen (projektinjohtotehtävä) tukena.

2.2.4 Informaation havainnollistaminen ja ratkaisujen visualisointi päätöksentekoa varten

Rakennetun ympäristön laatutekijöitä voidaan havainnollistaa malleilla ja niiden pohjalta tehdyillä visualisoinneilla mm. kaavoitus- ja aluesuunnitteluhankkeissa sekä monen rakennuksen muodostamassa kokonaisuudessa, kuten yliopistojen campusalueilla. Havainnollistaminen voi palvella projektiryhmän ja käyttäjien lisäksi ulkopuolisia sidosryhmiä, kuten viranomaisia. Mikäli havainnollistamisen tarve on suuri, voidaan projektiryhmään liittää erillistä kommunikaatio- ja visualisointikonsultointia.

3 Havainnollistamisen tietosisältö

Havainnollistamisessa vaadittua tietosisältöä ei voi määritellä ennakkoon yleisellä tasolla, vaan siitä on päätettävä projektikohtaisesti. Suunnitteluratkaisun havainnollistaminen mallin avulla sekä tietomallin tietojen hyödyntäminen tarjoaa päätöksenteossa tarvittavaa informaatiota.

Ratkaisun kannalta keskeiset ominaisuudet tulee kuvata mallissa riittävän havainnollisesti.

3.1 Mallien käyttö suunnitelman havainnollistamisessa

Vaadittu havainnollistamisen määrä ja laatu projektin eri vaiheissa on määriteltävä tarjouspyynnössä ja tarvittaessa täsmennettävä suunnittelusopimuksia solmittaessa.

Visuaaliset still-kuvat ja simulaatiot ovat käyttökelpoisia kun tiedon havainnollistamisessa kaivataan korkeaa laatutasoa. Visualisointi voidaan jakaa kahteen päätapaan:

- Tekninen visualisointi, jonka laatumääritteitä ovat mm. oikea tieto, geometria, (koko, muoto) ja sijainti.
- Valokuvamainen visualisointi, joka laatumääritteitä ovat mm. mahdollisimman realistinen materiaalien ja ympäristön kuvaus sekä valaistuksen laatu. Valokuvamaiseen visualisointiin voi liittyä artistisia elementtejä.

Visualisoinnin asiantuntija/suunnittelija vastaa visualisointikuvien oikeasta konstruoinnista ja realismista. Esimerkiksi siitä, että kuvakulmat on valittu valokuvauspotuksissa oikein; tässä kameran optiikan tekniset tiedot helpottavat visualisoijan työtä.



Valokuvamainen visualisointi (Arkkitehtisuunnittelu Arkkitehtitoimisto SARC, mallinnus ja visualisointi: Aactive Oy, projekti: Hakaniemenranta 2, Senaatti Kiinteistöt)

Muutamia esimerkkejä suunnittelijan mahdollisesti tuottamista havainnollistamisdokumenteista ja -malleista ovat esimerkiksi:

- Perspektiivikuvat (3D still kuvat); karkeat massamallit, materiaalit ja varjot sisältävät valokuvamaiset visualisoinnit
- Kaupunkikuvatutkielmat, liittyminen ympäristöön (laajuus, tarkkuustaso)
- Mallin liittäminen ympäristön digitaalisiin kuviin
- Julkisivututkielmat

- Valaistustutkielmat sisä- ja ulkotiloista; sisäänkäynti, päätilat, kulkureitit rakennuksessa
- Animaatiot tai live3D-esitykset, jotka esittelevät suunnitelmaratkaisun pääasiat
- 3D mallitilatutkielmat
- 4D animaatiot aikataulutarkastelua varten
- Tuotannonohjausta tukevat dokumentit, kuten materiaalityyppien havainnollistaminen värikoodien avulla

3.2 Suunnittelumallien soveltuvuus simulointiin ja havainnollistamiseen

Tavanomaisen projektin lähtökohta on, ettei erilaisiin tarkoituksiin kustannus- ja aikataulusyistä voida luoda erillisiä malleja. Siksi on keskeistä, että mallit laaditaan käyttäen ohjelmistoja, jotka mahdollistavat suunnittelumallien käytön erilaisiin käyttötarkoituksiin mm. simulointeihin ja havainnollistamistarkoituksiin. Tämä on eräs keskeisiä syitä, miksi Senaatti-kiinteistöt vaatii IFC-yhteensopivien ohjelmistojen käyttöä. Toistaiseksi IFC-pohjaiseen tiedonsiirtoon liittyy merkittäviä rajoituksia, mutta jo nyt myös mahdollisuuksia.

Suunnittelumallin tulee täyttää tietomallivaatimusten osassa 1: ”Yleinen osuus” määritellyt vaatimukset.

Visualisointi pohjaa tällä hetkellä yleensä arkkitehdin tai rakennesuunnittelijan tuottamaan alkuperäismalliin. Suunnittelumalli vaatii yleensä lisätyötä, jotta siitä saadaan korkeatasoisia visualisointeja, mutta sopii hyvin jatkotyöstettäväksi.

Visualisointiohjelmat tukevat suunnitteluprosessin dynaamista luonnetta ratkaisuvaihtoehtoja tarkastellessa. Ohjelmistoissa on mahdollista lukita esimerkiksi valaistus-, materiaali- ja sävytys- eli renderöintivalinnat. Näin visualisointikuvien tuottaminen on tehokasta, vaikka mallin geometria muuttuisi suunnitteluprosessin aikana.

Virtuaaliympäristö (VE), jossa suunnitelmaa voidaan tarkastella läsnä ollen ja ”tilaan upoten” (immersiivisesti), vaatii tietomallin tallentamista muotoon, joita VE-järjestelmät pystyvät käsittelemään. Näitä formaattimuotoja sisältyy yleisimpiin CAD-ohjelmiin mallin tallennusmuotovaihtoehtoina.

VE-määritelmiä:

- Virtual Reality (VR): interaktiivinen, tietokoneen tuottama pääasiassa visuaalinen simulaatio todellisen kaltaisesta, mutta keinotekoisesta maailmasta.
- Augmented Reality (AR): synteettisten komponenttien lisääminen todelliseen maailmaan
- Fishtank VE: rajoitetun näkymän virtuaaliympäristö, esim. tietokonemonitori, jossa stereokuva
- Immersio: ”sisältyminen” esitettyyn maailmaan, todellisen maailman ”unohtaminen”
- Teleoperointi: todellisen järjestelmän etäkäyttö (ei varsinaisesti virtuaaliympäristö)

3.3 Mallien käyttö asiakaslähtöisessä vaatimusten hallinnassa ja asiakaslähtöisessä suunnittelussa

3.3.1 Vaatimusten asettaminen ja hallinta

Mallien avulla voidaan havainnollistaa vaatimuksia esimerkiksi tyyppi-, moduli- tai referenssiratkaisujen avulla. Varsinainen vaatimusmallinnus ei ole vielä kehittynyt riittävästi, jotta se tukisi tilaajan hankesuunnittelumenettelyä tai arkkitehtisuunnittelua ja erityissuunnittelijoiden rakenne- ja järjestelmäsunnittelua.

3.3.2 Suunnitteluratkaisun arviointi

Mallien avulla voidaan havainnollistaa ja simuloida esimerkiksi:

- Tilojen käyttöä ja keskinäisiä yhteyksiä
- Esteettömyyttä
- Valaistusta
- Määräystenmukaisuutta
- Turvallisuutta (paloturvallisuus, poistumisreitit, valvontakameroiden kattavuus)
- Investointikustannuksia
- Elinkaarikustannuksia ja ympäristövaikutuksia
- Sisäilmaolosuhteita
- Ilmavirtoja (*computational fluid dynamics*)

Ratkaisun ja oikean median valintaan vaikuttaa projektiryhmän ja asiakkaiden medialukutaito ja tottumukset sekä kyseessä olevan ongelman tai suunnittelu-tilanteen luonne. Eri mediamuodot (paperidokumentti, 2D/3D/4D-digitaalinen rakennuksen tietomalli virtuaaliympäristöt, lisätty todellisuus) tuovat tarvittavan informaation eri tavalla esille.

Mallinnuskonseptin kannalta on oleellista että kaikki havainnollistamisessa käytettävä dokumenttimateriaalikin pohjautuu ajantasaiseen tietomalliin.

Päätöksen käyttökelpoisimman median valinnasta tekee projektipäällikkö.

3.3.3 Projektin laatutavoitteiden toteutumisen arviointi

Senaatin rakennushankkeelle asettaminen yleisten laatuvaatimusten hallinta mallien avulla tähtää erityisesti:

- **Laajuus- ja määrätietojen hallintaan ja arviointiin**
- **Energiankulutuksen hallintaan ja arviointiin**
- **Tilojen toiminnallisuuden hallintaan ja arviointiin**

Yliopistorakennusten yleiset laatutavoitteet on jäsennelty neljään ryhmään:

1. Käytettävyystavotteet

- Huoneohjelma ja yhteydet
- Tilojen monikäyttöisyys ja muuntojoustavuus
- Olosuhteet

2. Koettavuustavoitteet

- Ympäristösuhde
- Luonne/Imago/Arkkitehtuuri

3. Tekniset tavoitteet

- Käyttöikä
- Lämmöneritys
- Ääneneritys
- Rakennetekniikka
- Energian ja veden kulutus
- Talotekniikka
- Mittaukset ja raportointi

4. Ympäristötavoitteet

- Rakennus ja tilat
- Terveydelle haitalliset aineet
- Jätehuolto
- Talotekniikka
- Elinkaaritavoitteet

Useita edellä luetelluista tavoitteista voidaan jo nyt tarkastella mallien avulla. Liitteessä 1 on kuvattu esimerkinomaisesti mitä Senaatin yliopistorakennuksille asettamia laatutavoitteita voidaan havainnollistaa tietyn mallivaiheen aikana. Suunnittelutavoitteen havainnollistamien voidaan tehdä mallinusoelman visualisointiominaisuuksien avulla ja/tai havainnollistaa tietomalliin pohjautuvan täsmällisen analyysin, simuloinnin tai visualisoinnin avulla.

4 Havainnollistaminen mallin eri vaiheissa

4.1 Tilaryhmä- ja tilamallit

- Laajuustarkastelut ja niiden kautta kustannusten seuranta
- Vaihtoehtoiset tilaratkaisut
- Liittyminen tonttiin ja ympäristöön massoittelemalla tasolla
- Mahdollisesti karkeat energia-analyysit

4.2 Alustava rakennusosa- ja rakennusosamallit

- Tarkat visualisoinnit
- Liittyminen ympäristöön (materiaalit, varjot)
- Valaistuksen visualisointi, simulointi tai laskenta
- Olosuhdeanalyysit
- Energia-analyysit
- Virtaussimuloinnit
- 4D simuloinnit
- Elinkaarikustannukset
- Ympäristövaikutukset

4.3 Yhdistelmämallit

Eri suunnittelualojen yhdistelmämallilla voidaan tutkia ja havainnollistaa eri suunnitelmien yhteensopivuus ja tilavarausten riittävyys.

4.4 Toteumamallin tietojen hyödyntäminen ylläpidossa ja kiinteistöliiketoiminnassa

Toteumamallin tietoja voidaan käyttää kiinteistötietojärjestelmien yhteydessä rakennuksen huollon ja käytön havainnollistamiseen. Malliin voidaan linkittää esim:

- Huolto- ja ylläpitotoimintojen vyöhyketietoja
- Paikannus- ja karttatietoja
- Vuokraustietoja
- Käyttäjän toimintaa liittyviä tietoja

Tulevaisuudessa pyritään siihen, että kaikki projektin toteumatieto voisi siirtyä mahdollisimman automaattisesti kiinteistön ylläpidon käyttöön. Kun toteumamalliin lisätään ylläpidon tietosisältöjä voidaan puhua ylläpitomallista.

LIITE 1: YLIOPISTORAKENNUSTEN YLEISET LAATUTAVOITTEET

Osa-alue	Tarkasteltavat kohdat	Tavoite / Hyvä käytäntö / Vältettävä ratkaisu / Huomioitavaa	Havainnollistaminen mallin avulla	Analyysi / simulointi
Huoneohjelma ja yhteydet	Huonetilat yleisesti	Tilat mitoitetaan ja sijoitetaan käyttäjien toiminnallisten vaatimusten mukaisesti. Tilojen tulee olla esteettömästi saavutettavissa. Tilat sijoitetaan tilaryhmittäin vyöhykeperiaatteen mukaisesti ja siten, että ne voidaan ryhmitellä eri kokoisiksi huoneistoiksi.	Tilamalli (ARK)	Esim. esteettömyyden tarkastaminen
	Aulat	Aulat sijoitetaan keskeisesti ja niihin liitetään vahtimestari- ja säilytys- sekä näyttelytoiminnot. Aula tulee voida erottaa osasto- ja laitostiloista iltakäyttöön on mahdollistamiseksi. Sisäänkäyntien suunnittelussa otetaan erityisesti huomioon vetokysymykset.	Tilamalli (ARK)	
	Ravintolat ja kahviotilat	Ravintolat ja kahviot sijoitetaan keskeisesti aulojen yhteyteen ottaen huomioon melu- ja hajuhaitat. Ravintola- ja kahviotiloja tulee voida käyttää myös kokoustiloina ja iltaisin	Tilamalli (ARK)	
	Auditoriot	Auditoriot sijoitetaan hyvin saavutettavaan paikkaan ja siten, että niihin liittyy riittävät aulatilat	Tilamalli (ARK)	
	Muut opetustilat	Muut opetustilat sijoitetaan keskeisten aula ja auditoriotilojen läheisyyteen	Tilamalli (ARK)	
	Osasto- ja laitostilat yleisesti	Osasto- ja laitostilat sijoitetaan siten, että vältetään häiritsevää läpikulkuliikennettä, mutta kuitenkin niin, että osasto- ja laitosrajoja voidaan joustavasti muuttaa	Tilamalli (ARK)	
	Laboratoriotilat	Laboratoriotilat sijoitetaan omiksi vyöhykkeeseen, helposti muunneltavasti ja siten, että ne voidaan ottaa eri laitosten ja osastojen käyttöön	Tilamalli (ARK)	
	Tutkijatilat	tutkijatilat sijoitetaan rauhalliseen paikkaan omaksi vyöhykkeeseen ja lähelle laboratoriotiloja	Tilamalli (ARK)	
	Toimistotilat	Opintotoimistot sijoitetaan lähelle oppilasvirtoja. Muut toimistotilat sijoitetaan omaksi muunneltavaksi vyöhykkeeksi	Tilamalli (ARK)	
	Erikoistilat	Vaikeasti muunneltavat erikoistilat sijoitetaan siten, että niiden sijoitus ei estä muiden tilojen muutosmahdollisuuksia. Tilanvarauksissa otetaan huomioon erikoistilojen vaatimien teknisten tilojen ja hormiyhteyksien tilantarpeet.	Tilamalli (ARK)	
	Varastotilat	Varastotilat sijoitetaan omaksi vyöhykkeeseen huoltoajoreiteiltä hyvin saavutettavaan paikkaan.	Tilamalli (ARK)	
	Käytävät ja muut liikennetilat	Käytävien ja liikennetilojen tulee olla selkeitä orientoitavuutta ja muunneltavuutta tukevia.	Tilamalli (ARK)	

Osa-alue	Tarkasteltavat kohdat	Tavoite / Hyvä käytäntö / Vältettävä ratkaisu / Huomioitavaa	Havainnollistaminen mallin avulla	Analyyysi / simulointi
	Tekniset tilat	Tilojen mitoitus- ja sijoitus optimoidaan suunniteltuun ja näköpiirissä olevaan muuntuvaan käyttöön. Teknisten järjestelmien ylläpidon on oltava sujuvaa. Kulkutiet on järjestettävä sisäkautta portaita pitkin tai hissillä. Tikkaita ei saa käyttää huoltoreittinä. Suurille komponenteille kuten muuntajille, kojeikoille ja pattereille on varattava esteettömät haalausreitit.	Tilamalli (ARK)	
	Väestösuojatilat	Väestösuojatiloihin sijoitetaan huonetilaohjelman mukaisia toimintoja.	Tilamalli (ARK)	
	Kiinteistön hoidon tilat	Kiinteistön hoidon tilat sijoitetaan keskeisesti siten, että ne on saavutettavissa häiritsemättä varsinaisia toimintatiloja	Tilamalli (ARK)	
	Ulkotilat yleisesti	Sujuvat, esteettömät ja turvalliset yhteydet käyttäjille, yleisölle ja huollolle. Pääsisäänkäynnin tulee olla selvästi havaittavissa.	Tilamalli (ARK)	
	Pysäköinti	Pysäköintialueet tulee sijoittaa siten, että pää- ja muut sisäänkäynnit on niistä helposti saavutettavissa. Kuitenkin tulee välttää liian suuria yhtenäisiä pysäköintialueita varsinkin pääsisäänkäynnin edustalla.	Tontin malli	
	Huolto	Huoltoajoreittien tulee olla sujuvat ja oikein mitoitettut. Huolto ei saa häiritä varsinkaan pääsisäänkäynnin liikennettä.	Tontin malli	
Tilojen monikäyttöisyys ja muuntojoustavuus	Huonetilat yleisesti	Tilojen muodon ja sijoitusperiaatteiden tulee mahdollistaa käyttötarkoituksen muutokset. Huonetilat sijoitetaan vyöhykeperiaatteen mukaisesti ja siten, että rakennus voidaan joustavasti jakaa erikokoisiin huoneistoihin. Tilojen käyttötarkoituksen muutoksiin varauduttaessa on teknisten järjestelmien osalta selvítettävä kerroskorkeuden tarve, pystykuilujen sijainti ja tilavaraus sekä vaakajakelun asennusreitit. Pystykuilut pyritään sijoittamaan pysyvien rakenteiden yhteyteen.	Alustava rakennusosamalli (ARK)	
	Sisäänkäynnit ja vertikaaliyhteydet	Sisäänkäyntien ja vertikaaliyhteyksien sijoituksen tulee tukea rakennuksen jakoa eri kokoihin suunniteltuihin ja muuntuviin itsenäisiin toiminnallisiin yksiköihin	Alustava rakennusosamalli (ARK)	
	Auditoriot	Sijoituksen on mahdollistettava ulkopuolisen käytön	Alustava rakennusosamalli (ARK)	
	Ravintola- ja kahviotilat	Sijoituksen on mahdollistettava ulkopuolisen käytön	Alustava rakennusosamalli	
Olosuhteet	Yleistä	Olosuhteet suunnitellaan käyttäjien tarpeiden mukaisiksi ja otetaan huomioon laatu- ja sisäilmaston lisäämismahdollisuudet. Sisäilmasto suunnitellaan sisäilmaluokan S2 mukaisesti. Huolellisella materiaalien valinnalla sekä toteutuksella kaasumaisten epäpuhtauksien pitoisuuksien tulee pysyä luokan S1 mukaisissa rajoissa.	Alustava rakennusosamalli (ARK)	Olosuhdesimuloinnit

Osa-alue	Tarkasteltavat kohdat	Tavoite / Hyvä käytäntö / Vältettävä ratkaisu / Huomioitavaa	Havainnollistaminen mallin avulla	Analyysi / simulointi
	Tilakohtaiset erityistarpeet	Poikkeavat olosuhdetavoitteet selvitetään tapauskohtaisesti. Erityisesti kiinnitetään huomiota olosuhdetavoitteiden toleransseihin sekä olosuhteiden säädettävyystarpeisiin sekä selvitetään niiden vaikutukset teknisiin ratkaisuihin ja kustannuksiin.	Alustava rakennusosamalli (ARK)	
	Turvajärjestelmät	Tilat suunnitellaan Valtion toimitilojen turvallisuusohjeen mukaisesti. Yliopistot ja korkeakoulut kuuluvat turvaluokkaan 2 ja niiden tutkimusyksiköt turvaluokkaan 3. Turvajärjestelyt pyritään toteuttamaan ensisijaisesti tilojen ja toimintojen tarkoituksenmukaisella sijoittelulla. Sähköiset turva- ja kulunvalvontajärjestelmät täydentävät turvallista sijoitussuunnittelua.	Alustava rakennusosamalli (ARK)	
	Käyttövarmuus	ATK- ja erikoistilojen taloteknisten järjestelmien toimintavarmuustarkastelussa selvitetään LVI-järjestelmän kahdentamisen tarve, sähkönsyötön varmentaminen varavoima- tai UPS- laitteilla siten, että koko järjestelmän toimivuus on varmistettu.	Alustava rakennusosamalli (ARK)	
Koettavuustavoitteet				
Ympäristösuhde	Liittyminen ympäristöön	Rakennuksen tulee sopeutua rakennettuun ja luonnonympäristöönsä. Liittymisen ympäristöön tulee olla ajallisesti kestävä.	Tontin malli + tilaryhmämalli	Visualisointi eri muodoissaan
	Kaupunkikuva	Rakennuksen tulee rikastuttaa ympäristön kaupunkikuvaa sen hierarkkista ja toiminnallista asemaa oikein viestittävällä tavalla (esim. yliopiston päärakennus tulee näkyä ja olla selvästi löydettävissä kampusalueella ja yksittäinen laitosrakennus ei saa hierarkkisesti kilpailla sen kanssa)	Tontin malli + tilaryhmämalli (ARK)	Visualisointi eri muodoissaan
Luonne / Imago / Arkkitehtuuri	Kokonaisuus	Kokonaisuuden tulee olla selkeä ja määrätietoinen. Omaleimaisuuden ja edustavuuden tulee olla oikeassa suhteessa rakennuksen toimintaan ja hierarkkiseen asemaan nähden.	Alustava rakennusosamalli (ARK)	Visualisointi eri muodoissaan
	Piha-alueet	Piha-alueiden käsittelyn ja sommittelun tulee tukea rakennuksen kokonais- ja ympäristösuhdetavoitteita. Orientoitavuuden ja huoltotoimenpiteiden tulee olla helppoa. Pääsisäänkäynnin tulee olla helposti löydettävissä. Huoltoalueet ja -sisäänkäynnit tulee olla siististi järjestettävissä niin etteivät ne häiritse päänäkymiä. Piha-alueiden käsittelyn tulee olla oikeassa suhteessa rakennuksen toimintaan ja hierarkkiseen asemaan nähden.	Tontin malli + tilaryhmämalli (ARK)	Visualisointi eri muodoissaan
	Eksteriööri	Eksteriöörin tulee määräytyä ympäristösuhteen ja rakennuksen luonteen ja hierarkkisen aseman perusteella. Ulkoarkkitehtuurin tulee olla ajallisesti kestävä, mutta omaa aikaansa aidosti ilmaisevaa.	Alustava rakennusosamalli (ARK)	Visualisointi eri muodoissaan

Osa-alue	Tarkasteltavat kohdat	Tavoite / Hyvä käytäntö / Vältettävä ratkaisu / Huomioitavaa	Havainnollistaminen mallin avulla	Analyyysi / simulointi
	Interiööri	Interiöörin on tuettava rakennuksen toimintoja lyhyellä ja pitkällä tähtäimellä	Alustava rakennusosamalli (ARK)	Visualisointi eri muodoissaan
	Huonetilojen mittasuhteet	Huonetilojen mittasuhteiden tulee olla harmonisia ja monikäyttöisiä. Lähellä neliön muotoa olevat huonetilat täyttävät yleensä nämä vaatimukset.	Alustava rakennusosamalli (ARK)	Visualisointi eri muodoissaan
Tekniset tavoitteet				
Käyttöikä	Rakennus	Yli 100 vuotta /pysyvä rakennus (alle 40 vuotta /tilapäinen rakennus)	Alustava rakennusosamalli (RAK)	
	Piha-alueet		Tontin malli	
	Runko ja perustukset	Kantavalle rungolle yli 100 vuotta. Rungolta edellytetään kestävyyttä ja valmiutta joustaa toiminnan muuttuessa. Tärkeimpänä tavoitteena kantavan rungon valinnassa on se, ettei sitä tarvitse korjata, esimerkiksi vahvistaa sen käyttöikä. Rungon mitoituksessa on taloudellista käyttää uskäytön huomioivaa moduulimitoitusta. Runkorakenteen kantavuus mitoitetaan normaalisti hyötykuormalle 5kN/m2. Lisäksi otetaan huomioon käyttäjiltä saatavat tiedot erityiskuormista. Rakenteiden valinnassa tulee ottaa huomioon myös mahdolliset uusista käyttötarpeista aiheutuvat äänitekniset ongelmat ja taloteknillisten järjestelmien muutokset.. Mm. tästä johtuen kerroskorkeuden valinnassa tulee suosia väljää mitoitus. Samoin tulee varautua talotekniikan myöhemmin tarvitsemien aukkojen (esim. nousukuilujen) toteutettavuuteen.	Tilamalli (RAK) + alustava rakennusosamalli (RAK)	
	Ikkunat ja ovet	Yli 30 vuotta	Rakennusosamalli (ARK)	
	Väliseinät	Yli 30 vuotta	Rakennusosamalli (ARK)	
	Talotekniset järjestelmät	10-50 vuotta	Järjestelmämalli (TATE)	

Osa-alue	Tarkasteltavat kohdat	Tavoite / Hyvä käytäntö / Vältettävä ratkaisu / Huomioitavaa	Havainnollistaminen mallin avulla	Analyyysi / simulointi
Lämmöneristys	Yleistä	Lämmöneristys tehdään vähintään rakentamismääräysten mukaisena. Lämmöneristys optimoidaan lämpöenergian kulutustarkastelun yhteydessä.	Rakennusosamalli (ARK) + rakennemalli (RAK)	Energiasimuloinnit
	Ulkoseinät			
	Alapohjat			
	Yläpohjat			
	Ikkunat			
Ääneneristys	Ulkoseinät		Rakennusosamalli (ARK) + rakennemalli (RAK)	Akustinen simulointi
	Väliseinät		Rakennemalli (RAK)	Akustinen simulointi
	Talotekniset järjestelmät		Järjestelmämalli (TATE)	Akustinen simulointi
Rakenteoppiikka			Rakennemalli (RAK)	
Energian ja veden kulutus	Lämpö	Lämpöenergian kulutustavoitteet määritellään hankekohtaisesti. Tavoite asetetaan noin 25 % pienemmäksi kuin toteutettujen viitekohteiden keskiarvokulutus on Sk:n rakennuskannassa. Ehdotus- ja luonnossuunnitteluvaiheissa varioidaan rakennuksen muotoa, suuntausta, rakennusosien ominaisuuksia sekä taloteknisiä järjestelmiä siten, että lopullinen kulutustavoite käyttöä varten voidaan määrittellä. Erityistilojen ja tilaryhmien käyttöaikojen vaihtelun vaikutus otetaan erityisesti huomioon järjestelmävalintojen herkkyydentarkastelussa. Laskentatyökalut valitaan suunnitteluvaiheen mukaan siten, että useita laskentatuloksia saadaan vähäisellä työmäärällä.	Tilamalli (ARK) tai alustava rakennusosamalli (ARK) tai rakennusosamalli (ARK)	Energiasimuloinnit
	Käyttövesi	Vedenkulutuksen tavoitearvo määritellään viitekohteiden perusteella. Pääpaino asetetaan kuitenkin vettä säästävien kalusteiden valintaan sekä putkistomitoitukseen. Käyttövettä ei käytetä kylmälaiteiden lauhdutukseen eikä tutkimus- ja laboratoriolaitteiden jäähdyttämiseen, vaan näihin tarkoituksiin on käytettävä suljettuja jäähdytysverkostoja.	Tilamalli (ARK) tai alustava rakennusosamalli (ARK) tai rakennusosamalli (ARK)	Energiasimuloinnit
	Sähkö	Sähköenergian kulutustavoite määritellään hankekohtaisesti. Tavoite asetetaan pienemmäksi kuin toteutettujen viitekohteiden keskiarvokulutus on SK:n rakennuskannassa.	Tilamalli tai alustava rakennusosamalli (ARK) tai rakennusosamalli (ARK)	Energiasimuloinnit

Osa-alue	Tarkasteltavat kohdat	Tavoite / Hyvä käytäntö / Vältettävä ratkaisu / Huomioitavaa	Havainnollistaminen mallin avulla	Analyyysi / simulointi
Talotekniikka	Lämmitys	Lämmitykseen käytetään pääasiassa radiaattoriverkostoja, jotka mitoitetaan rakennetaan selkeiksi ja helposti säädettäviksi siten, että lämmitysverkoston perussäätö voidaan tehdä riittävällä tarkkuudella rakentamisvaiheen yhteydessä. Lämmönluovuttimien mitoituksessa otetaan huomioon erityisesti rakenteelliset epävarmuustekijät sekä kylmien pintojen määrä. Lattia- ja ilmalämmitystä voidaan käyttää erityistapauksissa. Lämmitysjärjestelmä suunnitellaan sisäilmaluokan S2 mukaiseksi.	Järjestelmämalli (TATE)	
	Ilmanvaihto ja jäähdytys	Ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa tulee keskittyä tilojen ja tilaryhmien käyttöaikojen ja kuormitusvaihtelujen huomioonottamiseen. Tila- ja prosessijäähdytyksen alueet määritellään ja varustetaan väljästi mitoitetuin kattavin runkoverkoston.	Järjestelmämalli (TATE)	
	Automaatiikka	Alueen olemassa olevat järjestelmät otetaan huomioon. Muunneltavuus- ja säädettävyystavoihteet otetaan huomioon järjestelmäarkkitehtuurissa. Kiinteistönhoidon käytettävyystavoihteet toteutetaan selkein säätöprosesseina.	Järjestelmämalli (SÄH)	
	Sähköjärjestelmät	Sähköjärjestelmien valinnassa otetaan huomioon helppokäyttöisyys, huollettavuus ja varaosien saanti. Asennusjärjestelmät ja -reitit toteutetaan siten, että käytönaikaiset lisäykset ja muutokset ovat mahdollisia ilman purkutöitä. Laitteet valitaan hyvän hyötösuhteen mukaan. Sähköjakelun varmuus ja häiriöttömyys tarkastellaan yleisen jakeluverkon luotettavuuden ja toiminnan tarpeiden mukaan. Sähköjakeluverkon mitoituksessa ennakoidaan mahdollinen tilojen käyttötarkoituksen muutoksen aiheuttama tehon kasvu.	Järjestelmämalli (SÄH)	
	Telejärjestelmät	ATK-lähiverkko toteutetaan CAT 6, luokan E vaatimukset täyttävänä yleiskaapelointina standardien EN 50173, EN 50174 ja EN 50310 mukaisesti. ATK-runkokaapelit ovat valokaapelia ja kerroskaapelit suojaamatonta parikaapelia. Langattoman verkon tarve on yleensä erikoistiloissa. Tietojärjestelmien integrointitaso ja kenttäväyläratkaisujen toteutus selvitetään lähtien käyttäjän, omistajan ja kiinteistönhoidon tarpeista. Kulunvalvonnan vaatima osastointi, kulkureitit ja tilojen käyttäjät sekä henkilöiden kulkuoikeudet selvitetään luonnosvaiheessa. AV-ohjausjärjestelmä toteutetaan helppokäyttöisenä ja toimintavarmana.	Järjestelmämalli (SÄH)	

Osa-alue	Tarkasteltavat kohdat	Tavoite / Hyvä käytäntö / Vältettävä ratkaisu / Huomioitavaa	Havainnollistaminen mallin avulla	Analyysi / simulointi
	Valaistus	Valaistuksen tavoitteena on hyvä näkötehokkuus. Mikä edellyttää seuraavien asioiden tarkastelua huomioonottaen tilassa tapahtuva toiminta: valaistustaso, kontrastintoisto, luminanssijakauma, häikäisemättömyys, värintoisto, varjonmuodostus ja säädettävyys. Valaistus toteutetaan energiatehokkaasti pitkäikäisillä, valotehokkailla loistelampuilla, elektronisilla liitäntälaitteilla ja pääosin suoralla valaistuksella sekä läsnäolo- ja luonnonvalon hyödyntävällä ohjauksella. Valaistusoheutus ryhmitellään tilan toimintojen ja käyttöaikojen mukaan. Valaistuksen suunnittelussa otetaan huomioon aina valaisimien hoito ja kunnossapito, erityisesti aula- ja auditorio-tiloissa.	Tilamalli tai alustava rakennusosamalli (ARK) + järjestelmämalli (SÄH)	Valaistussimuloinnit
Mittaukset ja raportointi	LVIA	Mittaukset suunnitellaan siten, että ne ovat käytössä olevia kulutuksen seurantamenetelmiä tukevia. Energian kulutustavoitteet lasketaan suunnitteluvaiheessa ja tarkistetaan todellista käyttöä vastaaviksi rakennuksen käytön vakiinnuttua.		
	Sähköenergian mittaaminen	Kiinteistö- ja käyttäjäsähkö mitataan erikseen. Mittauksiin toteutetaan kaukoluentamahdollisuus. Sähkönjakeluverkko ja mittaukset pyritään rakentamaan siten, että eri käyttäjien energia voidaan mitata erikseen ottaen huomioon myös mahdolliset vuokra-alueiden muutokset.		
Ympäristötavoitteet				
Rakennus ja tilat	Muuntojoustavuus	Huomioidaan rakenteiden suunnittelussa tilaohjelman muuttuminen. Kulkuyhteyksien suunnittelussa huomioidaan vuokra-alueiden muuttuminen. TATE-järjestelmissä huomioidaan väliseinien paikkojen muuttuminen, konehuoneiden, laitetilojen, pystykuilujen ja asennusreitien sijoitus sekä asennus- ja ohjausjärjestelmät.	Alustava rakennusosamalli (RAK, ARK, TATE)	
	Valaistus	Luonnonvalon ja keinovalon käytön optimointi	Alustava rakennusosamalli (ARK, TATE)	Valaistussimuloinnit
	Ilmaisenergian hyödyntäminen	Rakennuksen suuntaaminen ja suojaus optimaalisesti siten, että myös sisäilmastotavoitteet saavutetaan. Sisäiset lämpökuormat hyödynnetään tarpeenmukaisella talotekniikkajärjestelmällä ja automaatiolla.		
Terveydelle haitalliset aineet	Maaperä	Ks. ympäristöselvitys		

Osa-alue	Tarkasteltavat kohdat	Tavoite / Hyvä käytäntö / Vältettävä ratkaisu / Huomioitavaa	Havainnollistaminen mallin avulla	Analyysi / simulointi
	Rakennus-materiaalit	Ks. ympäristöselvitys		
	Järjestelmät	Ks. ympäristöselvitys		
Jätehuolto	Tilajärjestelyt	Tilajärjestelyjen pitää mahdollistaa toimiva jätteen lajittelu.	Tilamalli (ARK), alustava rakennusosamalli (ARK)	
	Ongelmajätteet	Ongelmajätteiden keruu erillään toisistaan ja muista jätteistä	Alustava rakennusosamalli (ARK)	
Talotekniikka	Materiaalit	Valitaan elinkaarikustannuksiltaan edullisia ja kierrätettävistä raaka-aineista valmistettuja tuotteita.	Järjestelmämalli (TATE)	LCA
	Jäähdytys	Kylmäaineiden määrät minimoidaan. Kylmäaineina käytetään ainoastaan pitkän aikavälin kylmäaineita	Järjestelmämalli (TATE)	LCA
	Sisäilman laatu	Ks. olosuhteet		
Elinkaari-tavoitteet	LCC-tavoitteet	Ks. ympäristöselvitys		LCC
	LCA-tavoitteet	Ks. ympäristöselvitys		LCA