

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Sihvo Timo

## **Talonrakentaminen Etelä-Karjalan ammattiopis- ton opetusmenetelmänä**

Opinnäytetyö 2013

## **Tiivistelmä**

Timo Sihvo

Talonrakentaminen Etelä-Karjalan ammattiopiston opetusmenetelmänä, 39 sivua, 3 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Opinnäytetyö 2013

Ohjaajat: lehtori Timo Lehtoviita, Saimaan ammattikorkeakoulu; koulutuspäällikkö Vesa Markkanen, Saimaan ammattiopisto Sampo

Etelä-Karjalan ammattiopistolla (1.8.2013 alkaen Saimaan ammattiopisto Sampo) on pitkät perinteet omakotitalojen rakentamisessa oppilastyönä eli opetustalorakentamisesta. Lähes koko tekniikan koulutusala on työskennellyt ja oppinut ammattitaidon perusteita opetustalotyömailla. Ammattiosaamisen näyttöjen tultua ammatillisen koulutukseen on työmailla annettu suuri osa näytöistä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata ammattiopiston opetustalorakentamisen prosessit. Toinen tavoite oli tehdä ehdotuksia opetustalorakentamisen kehittämiseksi jatkuvasti muuttuvien rakentamiseen kohdistuvien määräysten ja vaatimusten valossa.

Työn tuloksena opetustalorakentamisen prosessit kuvataan sekä toiminnanohjausjärjestelmän että opetussuunnitelmien näkökulmista. Työhön sisältyy ehdotuksia suunnittelun, prosessien hallinnan, taloushallinnan ja työmaatoiminnan kehittämiseksi. Näin työ on hyödynnettävissä sekä opetustalorakentamisen käsikirjana että tulevan kehitystyön pohjana.

Työhön sisältyy esisuunnitelma ”energiatalo”-hankkeesta, joka toteutuessaan tulee olemaan usean oppilaitoksen ja rakennustuotevalmistajan yhteishanke. Hankkeessa tutkitaan energiaa säästävän ja uusiutuvaa energiaa hyödyntävän pientalon rakentamista käyttäen koekohteina tulevaisuudessa rakennettavia opetustaloja.

Asiasanat: opetusrakentaminen, opetustalo, Etelä-Karjalan ammattiopisto, Saimaan ammattiopisto Sampo, energiatalo, energiatehokas pientalo

## Abstract

Timo Sihvo

Building of apprentice houses as an educational method at South Karelia Vocational College, 39 Pages, 3 Appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Degree Programme in Civil Engineering

Master's Thesis 2013

Instructors: Mr. Timo Lehtoviita, Senior Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences; Mr. Vesa Markkanen, Head of Teaching Programme, Saimaa Vocational College Sampo

South Karelia Vocational College (since August 2013 Saimaa Vocational College Sampo) has a long tradition of building single-family houses as apprentice work. Almost all students of technology degree programme has worked and learned skills on the building sites. Most students have given proof of their skill there.

The first aim of this thesis was to describe the building processes of an apprentice house. The second aim was to make proposals for the development of these processes in view of changing building regulations.

As a result of the thesis processes are described on perspective of ERP system and curriculum. The development proposals are made for process management, financial management and site development activities.

The thesis includes a preliminary plan for the "energy house" project for several educational institutes and building product manufacturers. The project deals with building of energy-efficient single-family houses that may utilize renewable energy.

Keywords: teaching building, apprentice house, South Karelia Vocational College, Saimaa Vocational College Sampo, energy efficient building.

## Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Opetustalorakentamisen historia .....	6
2.1	Työn opetus toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa.....	6
2.2	Opetustalorakentaminen opetusmenetelmänä .....	6
2.3	Opetustalorakentamisen historia Etelä-Karjalan ammattiopistossa .....	7
3	Opetustalorakentamisen nykytila.....	7
3.1	Opetustalorakentaminen opetussuunnitelmassa .....	9
3.2	Prosessikuvaukset toimintajärjestelmässä .....	10
4	Opetustalorakentamisen haasteet.....	15
4.1	Opiskelijoiden vähäinen ammattitaito .....	15
4.2	Aikataulutus ja opetustyö.....	15
4.3	Pitkä rakennusaika .....	16
4.4	Kustannusten hallinta .....	18
4.5	Työturvallisuus.....	20
4.6	Laadunvarmistus .....	22
4.7	Muuttuvat rakennusmääräykset.....	23
5	Tietomallipohjainen prosessi opetustalorakentamisessa.....	24
5.1	Tietomalliajattelu.....	24
5.2	Tietomallinnusprojektin johtaminen .....	26
5.3	Tietomallien soveltuvuus pientalorakentamiseen .....	28
5.4	Tietomallin hyödyntäminen opetuksessa .....	30
6	Kehittämissuhteet .....	30
6.1	Tietomallipohjainen prosessi .....	30
6.2	Prosessin- ja taloushallinnan kehittäminen .....	30
6.3	Työmaatoiminnan kehittäminen .....	31
6.4	Henkilöstön osaamisen kehittäminen .....	32
6.5	Energiatallon rakentamisen kehittäminen .....	32
7	Esiselvitys ”energiatalo”-yhteistyöhankkeeseen .....	33
7.1	Hankkeen taustaa.....	33
7.2	Hankkeen esisuunnitelma.....	34
7.3	Kyselytutkimus hankkeen osapuolille .....	35
7.4	Kyselyn tulokset ja hankkeen jatkosuunnittelu.....	36
8	Yhteenveto ja pohdinta.....	36
	Kuvat.....	38
	Lähteet.....	39
	Liitteet	
Liite 1.	Kyselytutkimuksen saatekirje	
Liite 2.	Kyselytutkimuksen kyselylomake	
Liite 3.	Raportti kyselytutkimuksen vastauksista	

# 1 Johdanto

Työn tavoitteena on kuvata opetustalorakentamisen prosessit ja näin luoda käsikirja rakentamisen osapuolille (opettajat, koulutuspäälliköt, turvallisuuskoordinaattorit, suunnittelijat). Lisäksi tarkoituksena on löytää kehittämistarpeet ja tehdä ehdotuksia prosessien kehittämiseksi. Tietomallipohjainen opetustalorakentaminen on erikseen valittu tarkemman pohdinnan aiheeksi. Tulevaisuuden haasteisiin työ pyrkii vastaamaan energiatehokkaaseen pientalorakentamiseen keskittyvän yhteishankkeen esiselvityksellä. Ammattiopiston yhteistyökumppaneina hankkeessa voisivat olla Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenrannan teknillinen yliopisto sekä yksi tai useampia uusiutuvan energian tai energiatehokkaan rakentamisen ratkaisuja tarjoavia valmistajia.

Työ on rajattu koskemaan ainoastaan Etelä-Karjalan ammattiopiston toimintaa, vaikka haasteet sekä kehittämistarpeet ovatkin useimmissa ammattiopistoissa samankaltaiset. Kesken työn tekemisen ammattiopiston organisaatio muuttui merkittävästi, kun aikuiskoulutusta tarjoava *Etelä-Karjalan aikuisopisto* ja nuorisasteen koulutusta tarjoava *Etelä-Karjalan ammattiopisto* yhdistettiin 1.8.2013 kouluksi nimeltä *Saimaan ammattiopisto Sampo*. Muutoksella lienee pitkällä aikavälillä vaikutusta myös opetustalorakentamiseen, mutta työssä kuvataan ja tutkitaan vain kesän 2013 mukaista organisaatiota, jossa Etelä-Karjalan ammattiopisto antaa ainoastaan nuorisasteen koulutusta.

Työn tekijä on toiminut Etelä-Karjalan ammattiopistossa opetustalohankkeiden pääsuunnittelijan ja turvallisuuskoordinaattorin tehtävissä vuosina 2010–2012. Tekijä on myös ollut kuvaamassa rakentamisen prosesseja ammattiopiston toimintajärjestelmään. Siksi kirjallisten ja haastattelulähteiden lisäksi omat kokemukset ovat antaneet työhön sisältöä sekä ohjanneet johtopäätösten teossa.

## **2 Opetustalorakentamisen historia**

### **2.1 Työn opetus toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa**

Ammatillisen peruskoulutuksen tavoitteena on antaa opiskelijoille ammattitaidon saavuttamiseksi tarpeellisia tietoja ja taitoja sekä valmiuksia itsenäisen ammatin harjoittamiseen (Laki ammatillisesta koulutuksesta 630/1998, 5 §). Työn vaatimien taitojen opetus kuuluu siis kiistämättä ammatilliseen opetukseen.

Ammattitaidon opiskelulla aidossa työtoiminnassa on juurensa jo mestarioppipoika-oppimisessä. Ammattiopistot ja -koulut ovat jatkaneet tätä vuosisaataista perinnettä. Tällä hetkellä ammattiopistojen työnopetus tapahtuu osin työssäoppimisen avulla ja osin ns. normaaliopetuksena koulun työsaleissa, tilaustöissä sekä opetustalorakentamisessa.

### **2.2 Opetustalorakentaminen opetusmenetelmänä**

Koulutuspäällikkö Martti Pulakka kuvaa opetustalorakentamisen merkitystä näin: ”Opetustalorakentaminen on paras ja tärkein opetusmenetelmä. Työsaaliopetus ei korvaa aitoa hanketta, jossa opitaan työtaitojen lisäksi vastuullisuutta, tavoitteellisuutta sekä yhteisen työpaikan pelisääntöjä ja yhteistoimintaa eri alojen kesken.”

Ammattiosaamisen näytöt tulivat toisen asteen ammatilliseen koulutukseen vuonna 2006. Näyttö on tärkein osaamisen arviointimenetelmä, joskin tarvittaessa osaamista arvioidaan myös tenttien ja harjoitustöiden perusteella. Näytön arvioinnissa on mukana opiskelija, ohjaava opettaja sekä työelämän edustaja.

Etelä-Karjalan ammattiopiston tekniikan koulutusosalalla on suuri osa näytöistä annettu juuri opetustalotyömailla, esimerkiksi talonrakennuksen koulutusohjel-

man perustus- sekä runkotöiden näytöt on lähes poikkeuksetta suoritettu siellä. Silloin työelämän edustajan roolin on ottanut ammattiopiston oma ammattimies.

### **2.3 Opetustalorakentamisen historia Etelä-Karjalan ammattiopistossa**

Yksi Etelä-Karjalan ammattiopiston edeltäjästä, Lappeenrannan ammattikoulu, aloitti toimintansa vuonna 1957 vuokratiloissa ryhtyen rakentamaan omaa koulutaloa Pohjolankadulle oppilastyönä. Jo seuraavana vuonna ensimmäiset opiskelijat pääsivät muuttamaan itse tehtyyn koulurakennukseen (Turunen 2012, s. 33).

Pientalojen rakentamisella oppilastyönä (myöhemmin opetustalorakentamisella) on silläkin yli 20 vuoden historia Etelä-Karjalan ammattikoulutuksessa. Taloja on Lappeenrannassa tehty 1970-luvun alusta alkaen yhteensä noin 50 kpl (Martti Pulakka). Myös Imatran ammattikoulussa on opetustaloja rakennettu 70-luvulta alkaen kokonaismäärän noustessa noin 30:een (Kyösti Hämäläinen).

## **3 Opetustalorakentamisen nykytila**

Kesällä 2013 on Etelä-Karjalan ammattiopistossa rakenteilla kuusi opetustaloa. Imatralla on pian valmistumassa yksi rinneratkaisuna toteutettu paritalo, lisäksi työn alla on kaksi yhden perheen taloa, joista toisessa on puu- ja toisessa harkkorunko. Lappeenrannassa on rakenteilla kolme 1½-kerroksista puurunkoista pientaloa. Lisäksi yksi jo valmistunut 2-kerroksinen talo Lappeenrannassa (kuva 1) on myynnissä ja seuraavien opetustalojen suunnitteluvaihe on käynnistynyt sekä Imatralla että Lappeenrannassa.

Talojen urakkamuoto on perustajaurakointi. Toisin sanoen rakennuttajana toimiva ammattiopisto suunnitteluttaa ja rakentaa talon valmiiksi, jonka jälkeen talo myydään.



Kuva 1. Myynnissä oleva opetustalo osoitteessa Augustinkatu 10, Lappeenranta

Talojen arkkitehtuuri määräytyy suurelta osin kaavamääräysten ja tontin mukaan, tavoitteena on helposti myytävä perustalo. Runkoratkaisun valinnassa huomioidaan vastaavana työnjohtajana toimivan opettajan toiveet.



Opetustaloprojekti jakautuu työmaalla tehtävään työhön ja työsaleissa tehtäviin esivalmistustöihin. Tähän kaikkeen osallistuu opiskelijoita seuraavista perustutkinnoista ja koulutusohjelmista:

- Rakennusalan perustutkinto, talonrakennuksen koulutusohjelma
- Rakennusalan perustutkinto, maarakennuksen koulutusohjelma
- Kone- ja metallialan perustutkinto
- Pintakäsittelyalan perustutkinto
- Puualan perustutkinto
- Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto
- Talotekniikan perustutkinto
- Prosessitekniikan perustutkinto, sahateollisuuden koulutusohjelma

Eniten opetustaloa oppimisympäristönä käyttävät talonrakennuksen koulutusohjelman opiskelijat. Kullakin luokalla on oma nimikkotalo, jonka rakentaminen alkaa suunnilleen samaan aikaan kuin opiskelijat aloittavat opintonsa. Talon ja opiskelijoiden on myös tarkoitus valmistua samaan aikaan. Opetussuunnitelmissa tutkinnon osat seuraavat toisiaan samassa järjestyksessä kuin talonrakennuksen työvaiheet, perustustöistä edetään runkotöiden kautta sisätöihin. Kyseisen luokan ryhmänohjaaja toimii myös talon vastaavana työnjohtajana.

Muiden koulutusohjelmien opiskelijoilla ei ole nimikkotaloja, vaan töitä tehdään useilla eri työmailla sen mukaan kuin tarvetta on ja työt sopivat käynnissä olevien tutkinnon osien sisältöihin.

### **3.1 Opetustalorakentaminen opetussuunnitelmassa**

Opetustalorakentamista ei opetussuunnitelmissa kuvata erikseen, vaan se on yksi opetusmenetelmä muiden joukossa. Opetustalotyö mainitaan opetussuunnitelmissa myös mahdollisena ammattiosaamisen näytön antopaikkana työssäoppimispaikan ja oppilaitoksen (työsali) rinnalla. Pedagogisesti opetustalorakentamisen ja työsaliopetuksen välillä ei ole juuri eroa, molemmissa opitaan sekä

suoranaista ammattitaitoa että elinikäisen oppimisen avaintaitoja, kuten turvallisuus, yhteistyö ja yrittäjäyys.

Opetustalorakentamisen luvussa 4 mainitut haasteet ja riskit kuitenkin poikkeavat työsaliopetuksesta, joten sen kuvaaminen omana prosessinaan on tarpeen. Tämä kuvaaminen on tehty ammattiopiston toimintajärjestelmässä.

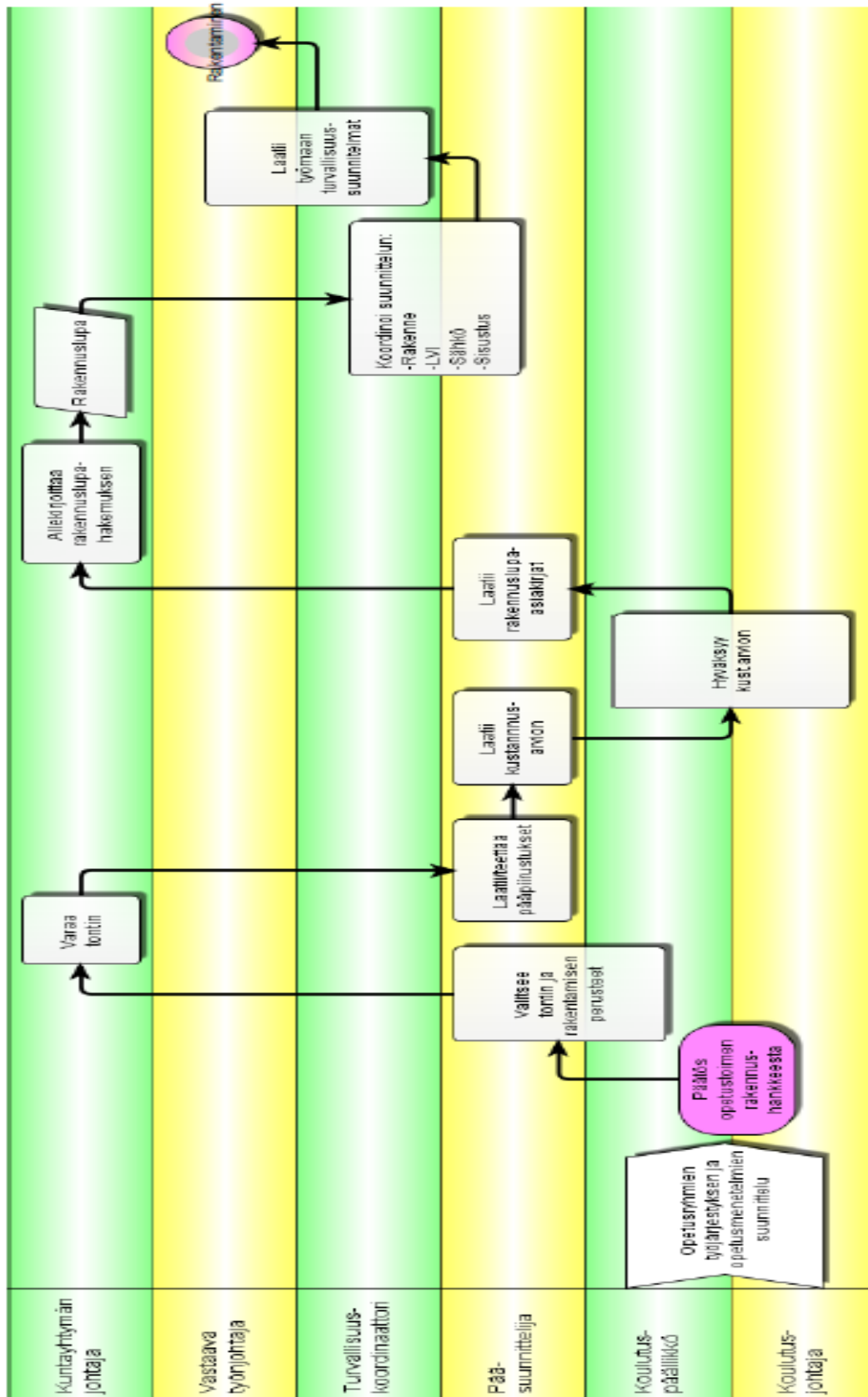
Ammattiopistossa on käytössä IMS Business Solution Oy:n kehittämä IMS-toimintajärjestelmä, joka muodostaa oppilaitoksen sähköisen toimintakäsikirjan. Järjestelmä sisältää prosessikuvaukset oppilaitoksen ydinprosesseista, niitä täydentävät sanalliset kuvaukset ja toimintaan liittyvät lomakkeet sekä muut dokumentit.

### 3.2 Prosessikuvaukset toimintajärjestelmässä

Opetustalorakentaminen on kuvattu toimintajärjestelmässä oppimisen ohjauksen prosessin alaprosessina. Työn aikataulutuksia ei ole sisällytetty prosessikuvauksiin, vaan ne esitetään erillisessä opetustalon yleisaikataulussa ja siitä muokattavassa talokohtaisessa aikataulussa. Rakentaminen jakautuu kolmeen erilliseen osaan: suunnitteluvaiheeseen, rakennusvaiheeseen ja talon myyntiin (kuva 2).



Kuva 2. Opetustalorakentamisprosessin prosessikaavio



Kuva 3. Suunnitteluprosessin prosessikaavio

Suunnitteluvaiheessa tärkeää on aikataulussa pysyminen niin, että rakentamisen voi alkaa ajallaan. Olennaista on myös kirjata näkyviin kaikki viranomais-toimintaan liittyvät dokumentit ja tapahtumat tontin varaamisesta työmaan turvallisuussuunnitelmien laadintaan saakka sekä niiden vastuuhenkilöt. Suunnitteluvaihe alkaa tontin hankinnalla. Opetustalon yleisaikataulun (kuva 6, s. 17) mukaan sen tulisi tapahtua vähintään ½ vuotta ennen rakentamisen alkua. Suunnitteluvaiheen prosessi on kuvattu kuvassa 3 (s. 11). Suunnitteluvaiheen avainhenkilö on pääsuunnittelija, mutta myös turvallisuuskoordinaattorin rooli on keskeinen jo suunnitteluvaiheessa.

IMS-järjestelmässä graafisia prosessikuvauksia täydentää sanallinen kuvaus (kuva 4), jossa kuvataan kunkin toiminnon vastuuhenkilö, kriittiset tekijät, menetelmät ja syntyvä tieto. Rakentamisen eri vaiheissa se toimii muistilistana vastuuhenkilöille.

#### Suunnittelu

	Vastuu	Kriittiset ja tärkeät tekijät	Menetelmät, ohjeet ja mallit	Syntyvä ja jäljitettävä tieto
Laatii kustannusarvion Hyväksyy kust.arvion				
Opetusryhmien työjärjestyksen ja opetusmenetelmien suunnittelu				
Valitsee tontin ja rakentamisen perusteet	Rakennustyömaiden vastuuhenkilö	Opiskelijoiden liikkuminen Paikoitusmahdollisuudet Varastotilat Tontin soveltuvuus kaavamääräykset huomioiden oppilastyöksi ja opetussuunnitelmiin	Kaavamääräykset	
Varaa tontin	Kuntayhtymän johtaja			Tontin varauspöytäkirja
Laatii/teettää pääpiirustukset	Pääsuunnittelija	Opetussuunnitelman mukaiset ratkaisut	Kaavamääräykset	Pääpiirustukset
Laatii rakennuslupa- asiakirjat	Pääsuunnittelija			Rakennuslupahakemus Pääpiirustukset RH1-lomake Energiaselvitys ja -todistus Kunnalta tilattava rakennuslupanippu
Allekirjoittaa rakennuslupahakemuksen	Kuntayhtymän johtaja	Selvitys nimenkirjoitusoikeudesta liitteeksi		
Koordinoi suunnittelun: - Rakenne -LVI -Sähkö - Sisustus	Pääsuunnittelija	Suunnitelmien valmistuminen aikataulussa.	Rakennushankkeen aikataulu. linkki yleisaikatauluun (pdf, MSPProject)	LVI-suunnitelmat Sähkösuunnitelmat Sisustus suunnitelmat (sis. väyryssuunnitelmat, huonekortit, kalustus suunnitelmat, ovi- ja ikkunakaaviot) Rakennesuunnitelmat
Laatii työmaan turvallisuussuunnitelmat	Rakennustyömaiden vastuuhenkilö (toimii rakennuttajan turvallisuuskoordinaattorina)	Yhteistyö vastaavan työnjohtajan kanssa. Suunnittelussa huomioitava rakennustyömaalla työskentelevät opiskelijat.	Asetus rakennustyön turvallisuudesta VNA 205/2009. Rakennuttajan turvallisuusasiakirja	Työmaan turvallisuussuunnitelma Rakennustyömaan viikkotarkastusraportit Telinekortit

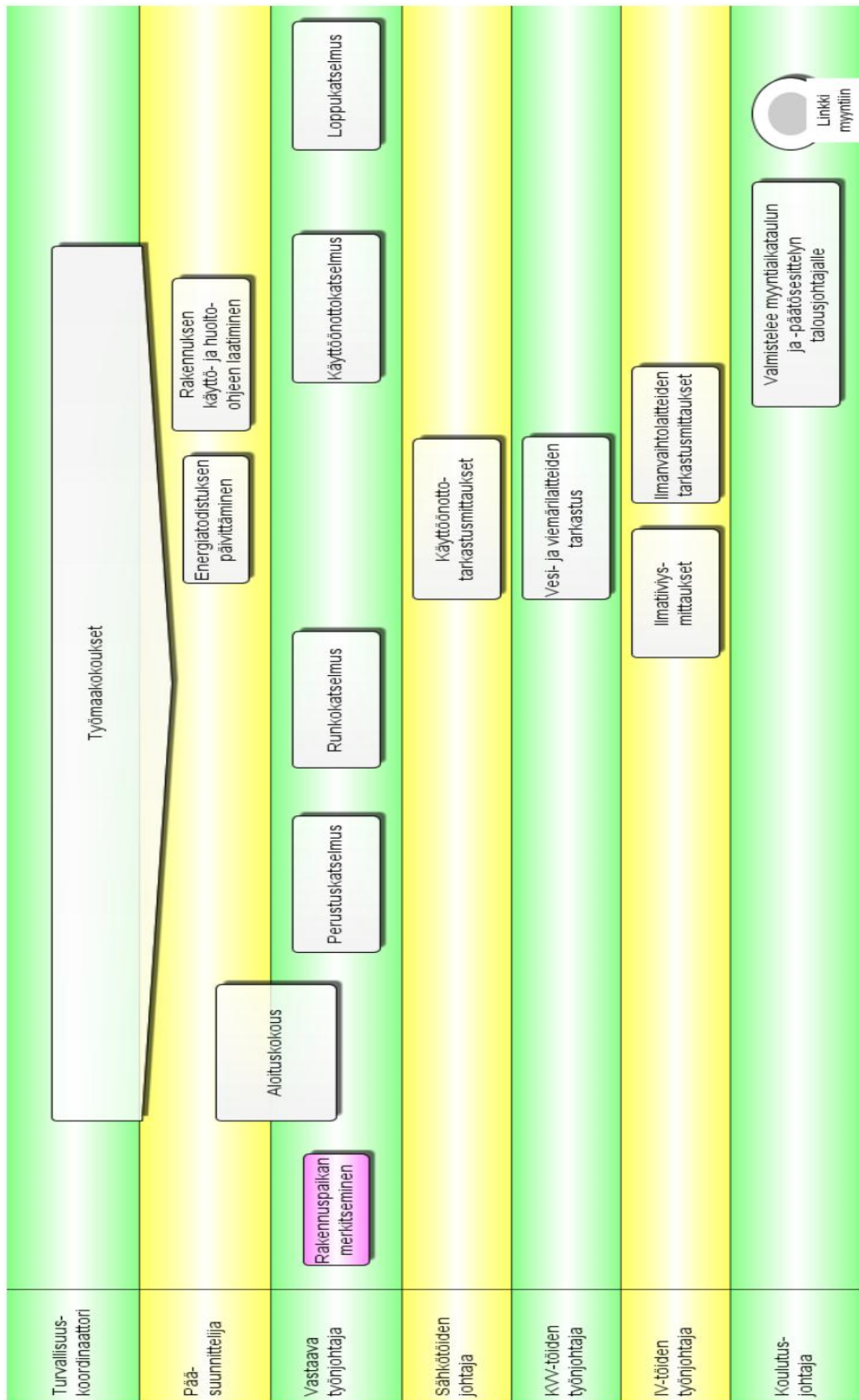
Kuva 4. Suunnitteluprosessin vaiheiden kuvaus

Rakentamisvaiheen prosessi (kuva 5) on kuvattu suunnittelusta poiketen, sen kuvauksessa esitetään lähinnä tarvittavat tarkastukset ja katselmukset sekä laadittavat dokumentit vastuuhenkilöineen. Esitystapa poikkeaa suunnitteluprosessista: toimintojen väliset, riippuvuuksia kuvaavat nuolet puuttuvat. Syynä tähän on se se, että osa peräkkäisistä toiminnoista ei ole sidoksissa toisiinsa (esimerkiksi energiatodistuksen päivitys ja käyttöohjeen laatiminen) ja osa toiminnoista on ajallisesti sidoksissa moniin eri toimintoihin (esimerkiksi ennen käyttöönottokatselmusta on päivitettävä energiatodistus, laadittava käyttöohje ja tehtävä kaikki kuvatut mittaukset). Lisäksi kuvauksessa esiintyvä työmaakokoukset on syklisesti toistuva toiminto. Nuolet sisältävä prosessikuvaus osoittautui laadintavaiheessa niin vaikeaselkoiseksi, että nuolet päätettiin jättää kokonaan pois. Prosessi kuitenkin etenee aikajanalla vasemmalta oikealle

Työmaan vastaava työnjohtaja laatii yleisaikataulun (kuva 6, s. 17) pohjalta työmaan aikataulun, joka täydentää prosessikuvausta kytkemällä sen aikaan. Vastaava työnjohtaja onkin rakentamisprosessin keskiössä.

Työmaakokoukset eivät ole talokohtaisia, vaan yhdessä työmaakokouksessa käsitellään kaikki saman kaupungin opetustalot. Siksi ne eivät ole vastaavan työnjohtajan vastuulla, vaan niiden vastuuhenkilönä toimii turvallisuuskoordinaattori.

Markkinointi ja myynti –prosessia ei ole kuvattu lainkaan IMS- järjestelmään, vaan se on suoritettu koulutuskuntayhtymän talousjohtajan toimesta tapauskohtaisen harkinnan mukaan joko itse tai antamalla myynnistä toimeksianto kiinteistövälittäjälle.



Kuva 5. Rakentamisprosessin prosessikaavio

## **4 Opetustalorakentamisen haasteet**

### **4.1 Opiskelijoiden vähäinen ammattitaito**

Rakennusalan opiskelijat aloittavat nimikkotalonsa perustusten teon aikaisimmillaan jo ensimmäisen kouluvuoden syksyllä, eli vain noin kahden kuukauden opintojen jälkeen. Tällöin opiskelijat ovat käytännössä täysin ammattitaidottomia. Näin on jatkossakin; ammattitaito ja talo rakentuvat rinta rinnan.

Rakentamisen johtamiselle tämä asettaa ”normaalia” rakentamisesta suurempia haasteita. Kaikki työvaiheet on etukäteen kuvattava tarkasti tekijöille, työn aikana varmistettava, että opiskelijat tekevät mitä pitää ja vielä jälkikäteen varmistettava rakennetun laatu.

### **4.2 Aikataulutus ja opetustyö**

Koulutyötä suunniteltaessa on otettava huomioon monia rajoittavia tekijöitä: opiskelijoiden viikkotuntien määrä, koulupäivien yhtenäisyys, useiden eri opettajien työaikojen yhteen sovittaminen, loma-ajat, työssäoppimisjaksot ja niin edelleen. Etelä-Karjalan ammattiopistossa työsuunnittelusta vastuussa ovat koulutuspäälliköt, jotka laativat jaksotukset sekä lukujärjestykset.

Kaikessa rakentamisessa aikataulutuksen kannalta haastavaa on eri alojen (rakennus, LVI, sähkö, pintakäsittely) töiden yhteensovittaminen. Opetustalorakentamisessa se on erityisen haasteellista; esimerkiksi talotekniikan kaikki opiskelijat eivät saisi olla työssäoppimisjaksolla silloin, kun rakennustöiden jatkaminen edellyttää LVI-asennuksia. Rakennustyö on helpointa kesäaikaan mutta silloin opetustalot seisovat kokonaan 10 viikkoa kesäloman takia.

Etelä-Karjalan ammattiopistossa opetustalohankkeisiin laaditaan aikataulut MS Project -ohjelmalla, jossa voidaan suunnitella tehtävien ajoitus sekä kuvata niiden väliset riippuvuudet. Pohjana on opetustalon yleisaikataulu (kuva 6, s. 17),

jonka hankkeen vastaava työnjohtaja täydentää yhteistyössä muiden osapuolten kanssa. Aikataulussa kuvataan, milloin eri alojen opiskelijoita tarvitaan työmaalla, ja lisäinformaationa siihen on merkitty myös työssäoppimisjaksot (jolloin opiskelijat eivät ole työmaan käytettävissä). Aikataulua päivitetään tarvittaessa työn edetessä, ja se antaa koulutuspäälliköille tietoa jaksotusten ja lukujärjestysten suunnittelun pohjaksi.

### **4.3 Pitkä rakennusaika**

Opetustalon rakennusaika on pientalolle harvinaisen pitkä. Rakentaminen kaivutöiden alusta talon valmistumiseen kestää prosessikuvausten mukaan noin kaksi ja puoli vuotta ja rakennusaikaan sisältyy peräti kolme talvea pakkasineen sekä lumineen. Se luo suuria haasteita työnaikaisille sää- ja routasuojauksille ja kasvattaa rakennuskustannuksia. Työnaikainen kuivanapito on erittäin tärkeää, jotta rakenteet eivät homehdu jo ennen talon valmistumista.

Pitkä rakennusaika on myös suurin syy perustajaurakointimuotoiselle rakentamiselle. Suurin osa pientaloista tehdään tilaajalle hänen omien tarpeidensa mukaan, mutta vain harva tilaaja on valmis odottamaan kolmea vuotta talon valmistumista.





Kuva 6. Opetustalon yleisaikataulu

#### 4.4 Kustannusten hallinta

Tarve laskea ja seurata rakennuskustannuksia ei ole uusi. Jo Jeesus kertoi varoittavan esimerkin miehestä, joka rakensi torniinsa perustukset, vaikkei ollut laskenut kustannuksia. Kun työ sitten rahan loputtua jäi kesken, saivat ihmiset aiheutta ivailuun: ”On siinäkin mies! Alkoi rakentaa, mutta kesken se jäi.” (Raamattu, Luukas 14:28-30.)

Ammattiopisto ei ole voittoa tavoitteleva yritys, vaan sen ainoa tavoite on antaa laadukasta koulutusta. Niinpä opetustalorakentamisen tavoitteeksi on myös määritelty nollatulot, toisin sanoen taloa myytäessä hinnan pitäisi kattaa taloon käytetyt materiaalit, matkakustannukset ja toimistokulut. Työkustannuksia ei talojen kustannuksiin kirjata. Opiskelijatyöllä ei luonnollisestikaan ole hintaa, ja opettajien sekä ammattihenkilöiden työkustannukset lasketaan normaaleihin opetuskustannuksiin. Jos taloa myytäessä voittoa tulee, jaetaan se rakentamiseen osallistuneille koulutusaloille ja käytetään esimerkiksi opetusmateriaalien hankintaan.

Opetustalorakentamisessa pitkä rakennusaika korottaa työmaan ylläpitokustannuksia. Opetustyön luonne taas kasvattaa hukkia ja sitä kautta materiaalikustannuksia, tästä esimerkkinä on maalaustyö. Kun viisitoista opiskelijaa maalaa samaa seinää, tarvitaan 15 maalipurkkia, joiden pohjalle kuivuu pakostakin enemmän maalia kuin yhden maalarin ainoaan purkkiin. Niinpä ilmaisesta työvoimasta huolimatta opetustalon hinta ei poikkea paljoakaan liiketaloudellisen rakentamisen hinnoista. Suhdannetilanteesta, talon sijainnista, suunnitteluratkaisuista ja saavutetusta tasosta riippuen nollatuloksellakin myynti voi olla haastavaa eikä siihen aina ole päästy.

Pääsuunnittelija laatii kullekin talolle kustannusarvion käyttäen Klara Net –ohjelmaa, jonka avulla hankkeesta laaditaan Talo 2000 –litterointiin perustuva rakennusosa-arvio Kustannusarviossa työn, materiaalien ja hankintojen hinnat löytyvät eriteltyinä, ja näin työkustannukset voidaan jättää huomioimatta kokonaiskustannuksissa. (Kuvat 7 ja 8.)

Etelä-Karjalan ammattiopistossa kustannusten kirjaaminen ja kustannusseuranta on ongelmallista. Koulutuskuntayhtymän talousjärjestelmiä ei ole suunniteltu rakennushankkeiden tarpeisiin, ja toteutuneiden kustannusten suuruudesta ei aina ole varmuutta. Erityisen haastavaa on selvittää toteutuneiden kustannusten kohdistumista: esimerkiksi kokonaiskustannusten osoittautuessa odotettua suuremmiksi on lähes mahdoton selvittää, millä rakentamisen osa-alueella kustannukset ovat kasvaneet kustannusarvion mukaisista.

<b>2</b>	<b>122</b>	<b>Tuuletettu ontelolaatta-alapohja 200 mm, alap. polystyreeni 220 mm, pintabetoni 80 mm</b>	<b>118,00</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>9534,58</b>	<b>2902,61</b>	<b>82,02</b>	<b>12437,18</b>
<b>Paketti</b>									
1		Pintabetonilaatta 80 mm, raudoitus			0,00	13,12	10,91	0,31	24,03
<b>Panokset</b>									
1		betoni K30, S2, # 8 mm, norm. sitoutuva lattiabetoni	0,09	m <sup>3</sup>		124,65			10,77
2		teräsverkko 5-150 mm, 4000 x 2920 mm	2,50	kg		0,94			2,35
3		betonimies	0,28	tth			35,67		9,97
4		rakennusmies, apu työ	0,03	tth			30,43		0,94
<b>Paketti</b>									
2		Askelääneneriste, mineraalivilla 30 mm			0,00	7,41	3,39	0,11	10,80
<b>Panokset</b>									
5		suodatinkangas, käyttöluokka II	1,10	m <sup>2</sup>		0,65			0,72
6		mineraalivilla 30 mm, askelääneneriste	1,03	m <sup>2</sup>		6,50			6,70
7		rakennusammattimies	0,11	tth			31,93		3,39
<b>Paketti</b>									
3		Ontelolaatta 200 mm, alapohja			0,00	41,35	4,64	0,10	45,99
<b>Panokset</b>									
8		elementti, ontelolaatta 200 mm, jv 5 m	1,00	m <sup>2</sup>		38,85			38,85
9		betoni K30, S4, # 8 mm, saumausbetoni	0,01	m <sup>3</sup>		133,07			1,86
10		teräs 8 mm, A 500HW	0,70	kg		0,91			0,64
11		elementtiasentaja, betoni	0,10	tth			45,82		4,64

Kuva 7. Ote toteutetun opetustalon kustannusarvion tulosteesta



Raporttityyppi: Hanke Hanke: <input type="text"/> Rakennuslupa: <input type="text"/> Osoite: Osoite2: Postinumero: Postitmp: Maa:	Hankkeen laskelmien kokonaiskustannukset	Tulostuspäivä: 23.05.2013 Muokkauspäivä: 13.03.2012 Hankkeen laajuus: 142,00 brm2 Hankepalvelukerroin: 0,00 Sotukerroin: 1,73 Aluekerroin: 1,10 Vaikeuskerroin: 1,10 ALV-%: 23% Kustannus/laajuus. ALV 0%: 1 777 €/brm2 Kustannus/laajuus. ALV 23%: 2 186 €/brm2 Hanke yht. ALV 0%: 252 359 € Hanke yht. ALV 23%: 310 402 €
--	--	--

Selite:

**Täystiilirunkoinen 142 brm2 pientalo.**

Jnro	TALO2000	Laskelman nimi	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:			<b>82 114 €</b>	<b>108 778 €</b>	<b>61 468 €</b>	<b>1753</b>	<b>252 359 €</b>
1		Runko	5 057,70	55 944,53	34 809,86	964,60	95 812,10
2		Sisäpuoliset työt	1 000,00	20 204,56	10 342,27	291,78	31 546,83
3		LVIS-työt	7 000,00	22 421,17	11 347,71	338,04	40 768,87
4		Maanrakennus	4 036,00	6 776,90	2 904,43	93,40	13 717,33
5		Alueen rakenteet ja varusteet	0,00	3 430,53	2 063,48	65,60	5 494,00

Kuva 8. Toteutetun opetustalon kustannusarvion yhteenveto

## 4.5 Työturvallisuus

Lainsäädännössä opiskelija rinnastetaan työntekijään ja koulu työnantajaan (Laki ammatillisesta koulutuksesta 630/1998, 19 §). Opetustalorakentamista koskevia työturvallisuussäädöksiä löytyy mm. seuraavista laeista, asetuksista ja ministeriön päätöksistä:

- Työturvallisuuslaki (738/2002)
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (VNa 205/2009)
- Valtioneuvoston päätös henkilösuojainten valinnasta ja käytöstä työssä (VNp 1407/1993)
- Sosiaali – ja terveysministeriön päätös työtelineiden ja putoamisen estävien suojarakenteiden käytöstä rakennustyössä (STMp 156/1998)

Ensisijaisena työturvallisuustavoitteena on välttää tapaturmat. Laajempi, opetukseen liittyvä tavoite on se, että valmistuvalla opiskelijalla on hyvät turvallisuusasenteet ja riittävät tiedot sekä taidot pitää huolta omasta ja myös työtovereidensa työhyvinvoinnista.

Ylitarkastaja Pekka Valtosen (sähköpostihaastattelu 23.5.2013) mukaan nuorten opiskelijoiden kokemattomuus, henkinen kypsyttömyys ja fyysinen kehittymättömyys tuovat lisähaasteita työturvallisuuteen. Sekä koulutusorganisaatioilla että opettajilla on osin puutteelliset tiedot turvallisuusmääräyksistä, vaikka kehitystä onkin viime vuosina tapahtunut. Myös virheellisiä asenteita on Valtosen opettajilla havainnut: opetustalotyömaita ei aina mielletä ”oikeiksi” rakennustyömaiksi, joilla kaikkia turvallisuusmääräyksiä tulee noudattaa.

Etelä-Karjalan ammattiopistossa on vuodesta 2010 asti laadittu rakennuskohdekohtaiset rakennuttajan turvallisuusasiakirjat sekä työmaan turvallisuussuunnitelmat, samoin on sovittu viikkotarkastuksista sekä telineturvallisuuden varmistamista telinekorttien avulla. Sekä Imatralle että Lappeenrantaan on nimetty opetustalotyömaista vastaava turvallisuuskoordinaattori, joka laatii turvallisuusasiakirjan ja auttaa työmaan vastaavaa työnjohtajaa työmaan turvallisuussuunnitelmiensa teossa. Pääosin dokumentit ovat olleet vuodesta 2010 kunnossa, mutta tehty omaseuranta sekä viranomaistarkastukset ovat edelleen paljastaneet joitakin puutteita näissä.

Dokumenttejakin tärkeämpi on päivittäinen toiminta; puuttuva telinekortti ei aiheuta putoamista vaan puuttuva kaide. Määräykset edellyttävät, että kaikilla rakennustyömaalla työskentelevillä on suoritettu työturvallisuuskoulutus (työturvallisuuskortti). Lisäksi työntekijöillä tulee olla asianmukaiset henkilösuojaimet eli aina vähintään turvakengät, huomiovärivaatetus, kypärä silmäsuojalla sekä lisäksi tarpeen mukaan kuulosuojaimet ja muita suojaimia. Myös vierailijoilta vaaditaan henkilösuojaimet. Tämän mukaan myös Etelä-Karjalan ammattiopistossa on toimittu, ainoastaan silmäsuojainten silmillä pitämisessä on jatkuvia puutteita.

## 4.6 Laadunvarmistus

Rakentamisen laatu puhuttaa paljon niin rakentajia kuin suurta yleisöäkin. Rakentamisen Laatu RALA ry on kiinteistö- ja rakennusalan järjestöjen laadunhallintaa ja –parantamista varten perustama yhdistys, joka määrittelee laadukkaan toiminnan kriteerit ja myöntää yrityksille RALA-pätevyyksiä sekä –sertifikaatteja. Sen kriteerejä laadukkaalle työmaalle ovat (Luotettava laatutyömaa –esite):

- Kaikki toimittajat ovat RALA-päteviä
- Käytetään RALA-projektipalautetta
- Urakkatiedoista lähetetään säännöllisesti ilmoitus Verohallinnolle
- Käytetään sähköistä kulunvalvontaa
- Mikään työnantajayritys ei ole Rakennusliiton saartolistalla
- Huolehditaan työturvallisuudesta

RALA:n kriteerit painottuvat selvästi suuriin rakennuskohteisiin sekä yritystoimintaan, joten ne kaikki eivät sellaisenaan sovellu pientalorakentamiseen. Pientalorakentamisen laatua valvotaan ennen kaikkea kuntien rakennustarkastajien toimesta, eikä valtakunnallisia hankkeita sen tiimoilta juuri ole.

Kirjoittajan omiin kokemuksiin perustuen laadukasta rakentamista voisi kuvata laatupukilla, joka seisoo neljällä jalalla kuten rakennustyömaan työpukkikin. Jalat ovat seuraavat:

- Oppilaitoksen toiminnanohjausjärjestelmä, johon on selvästi kuvattu opetustalorakentamisen prosessit vastuuhenkilöineen. Rakennustoiminnassa olevien sekä esimiesten tulee tuntea prosessikuvaukset ja toimia niiden mukaan. Laadunvarmistus (esim. oma ”vastaanottotarkastus” ennen viranomaisen suorittamaa lopputarkastusta) on kirjattava prosesseihin.
- Toimiva hankintajärjestelmä sekä aikataulut. Tarvittavat hankinnat tiedetään riittävän ajoissa, jotta ne voidaan suorittaa kustannustehokkaasti ja työmaan aikataulun mukaisesti. Tässä avainasemassa on realistinen ja tarkka aikataulu sekä sen jatkuva seuranta sekä rakentamisen kenttää tunteva hankintasihteeri.

- Opettajakunta, jolla on vankka ammattitaito sekä opiskelijan ohjaamisessa tarvittavat pedagogiset taidot. Tämän avulla suuri osa rakennusvirheistä vältetään jo ennakolta.
- Mittaukset ja tarkistukset. Seurataan rakennetun laatua sekä työn aikana että sen jälkeen mm. lämpökuvauksilla ja ilmatiiveysmittauksilla.

#### **4.7 Muuttuvat rakennusmääräykset**

Suomen rakentamismääräykset ovat viime vuosina olleet jatkuvassa muutoksen tilassa. Suunniteluun vaikuttavista muutoksista suurimpia ovat Suomen rakennusmääräysten muuttuminen Eurokoodi-yhteensopiviksi. Hankintoihin Eurokoodit vaikuttavat ennen kaikkea pakollisten CE-merkintöjen kautta. Työmaan toimintoihin Eurokoodien vaikutus on vähäisempi.

Energiavaatimusten tiukentuminen on toinen suuri muutos. Se vaikuttaa rakenneratkaisuihin mm. eristepaksuuksia kasvattamalla. Se myös nostaa rakenteiden ilmatiiveyden hyvin tärkeään osaan, ja sitä kautta se pakottaa entistä suurempaan huolellisuuteen esimerkiksi ilmasulkujen asennuksissa.

Uudet vaatimukset luovat epävarmuutta rakenneratkaisujen toimivuudesta. Tutkimukset antavat aihetta epäillä, että entistä suuremmat rakennepaksuudet yhdessä ilmastonmuutoksen säävaikutusten kanssa luovat lähivuosina uusia kosteuteen liittyviä haasteita. Niihin varautuminen vaatii huolellista työnaikaista kuivapitoa, pidempiä rakenteiden kuivatusaikoja ja myös muutamista perinteisistä rakenneratkaisuista luopumista (Vinha 2011).

## 5 Tietomallipohjainen prosessi opetustalorakentamisessa

### 5.1 Tietomalliajattelu

Tietomallinnus eli BIM (Building Information Modeling) on prosessi, jonka tavoitteena on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävän kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen (YTV 2012, osa 1). Tämän tavoitteen välineinä ovat rakennuksesta laaditut tietomallit eli 3D-mallit, jotka voivat sisältää geometriatiedon lisäksi mm. nimike-, kustannus-, rakennusaikataulu- ja ylläpitotietoa. Käytännössä kustannus- ja aikataulutietoa ei useimmiten sisällytetä itse tietomalleihin, vaan tietomallien sisältämää tietoa hyödynnetään kustannuslaskenta- ja aikatauluohjelmissa.

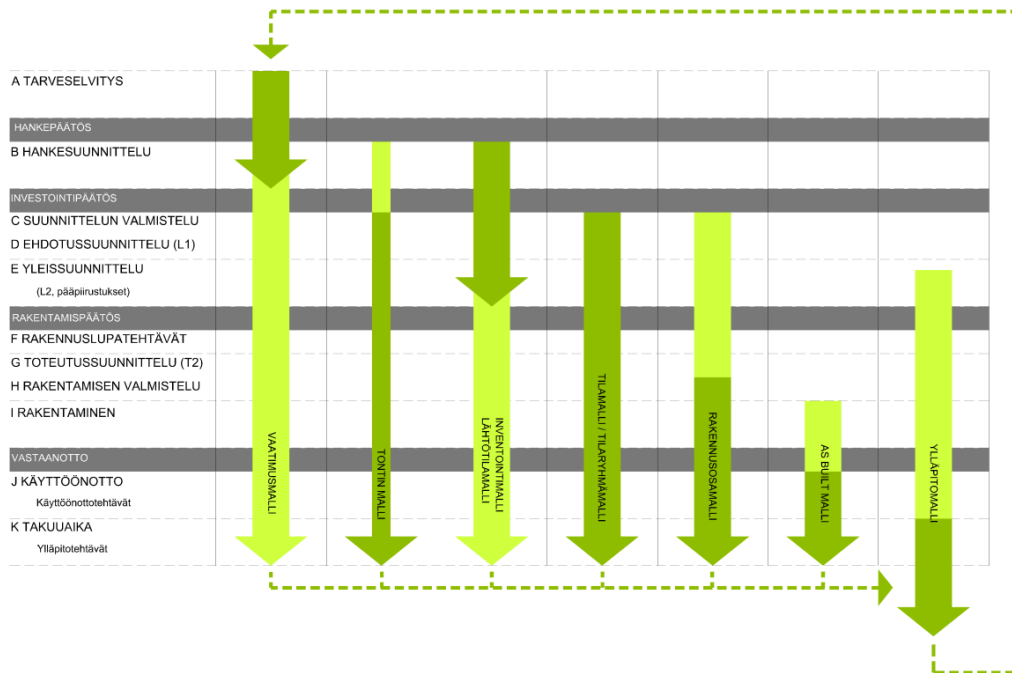
Tietomallinnuksen pelisäännöt kuvataan julkaisusarjassa *Yleiset tietomalliväitöskirjat 2012* (jatkossa YTV 2012), joka sisältää seuraavat osat:

- Osa 1 Yleinen osuus
- Osa 2 Lähtötilanteen mallinnus
- Osa 3 Arkkitehtisuunnittelu
- Osa 4 Talotekninen suunnittelu
- Osa 5 Rakennesuunnittelu
- Osa 6 Laadunvarmistus
- Osa 7 Määrälaskenta
- Osa 8 Havainnollistaminen
- Osa 9 Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
- Osa 10 Energia-analyysit
- Osa 11 Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
- Osa 12 Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
- Osa 13 Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa

Tietomallinnuksessa eri suunnittelijat (ARK, RAK, TATE) luovat omat, toistensa kanssa yhteensopivat mallinsa. Mallitietoa ohjelmasta toiseen siirretään IFC-tiedonsiirtoformaattilla (Industry Foundation Classes), joka takaa sen että geo-



metriatieto ja siihen liittyvä muu tieto välittyvät muuttumattomana ohjelmasta toiseen. Tällaista siirrettävää tietoa on esimerkiksi ARK-mallin tiedot tiloista ja rakenteiden geometriasta, joita RAK- ja TATE-suunnittelijat käyttävät omien malliensa referenssinä. Eri malleista voidaan luoda myös yhdistelmämalli, jonka avulla esimerkiksi törmäystarkastelut LVI-osien ja rakenteiden välillä on helppo tehdä.

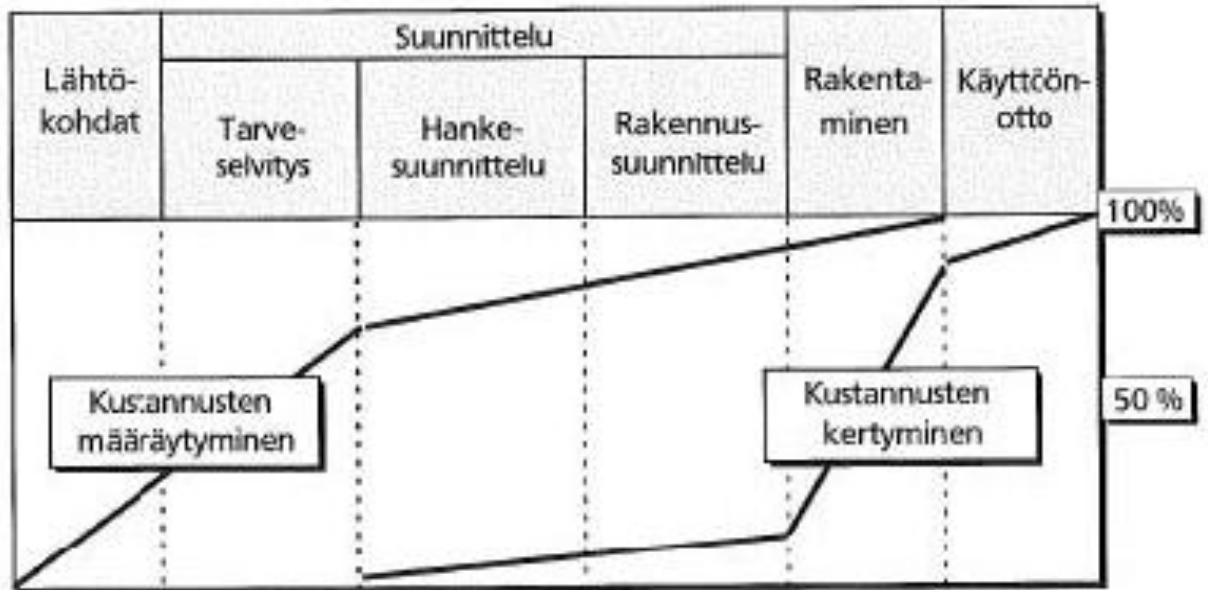


Kuva 9. Hankkeen tietomallirakenne, YTV 2012, osa 3

Yksittäinenkin suunnittelija luo useita eri malleja hankkeen eri aikoina, näistä kaikki eivät ole 3D-malleja. Tämä koskee erityisesti ARK-suunnittelijaa, joka aloittaa työnsä ensimmäisenä. Esimerkiksi vaatimusmalli voi olla tekstitiedosto ja tilamalli voi olla Excel-taulukko, johon on talletettu tilojen nimet ja neliömäärät. Eri aikana syntyvien mallien tietosisältöä kuvaava kaavio hankkeen tietomallirakenteesta on kuvassa 9.

Ihannetapauksessa tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan suunnittelun alusta rakennuksen ylläpitoon saakka (YTV 2012, osa 1). Jos tietomalliin sisällytetään kustannustietoa niin rakennus- kuin ylläpitokustannuksista, voidaan kustannuksiin myös olennaisesti vaikuttaa suunnitteluvaiheessa. Rakennusaikana ei hyvälläkään taloudenpidolla enää pysty suunnittelussa tuh-

lattuja euroja säästämään, tätä Mika Lindholm kuvaa kirjassaan Kustannushallintaa rakennushankkeessa (kuva 10).



Kuva 10. Rakentamisprosessin kustannusten kertymä, Lindholm 2009, s. 20

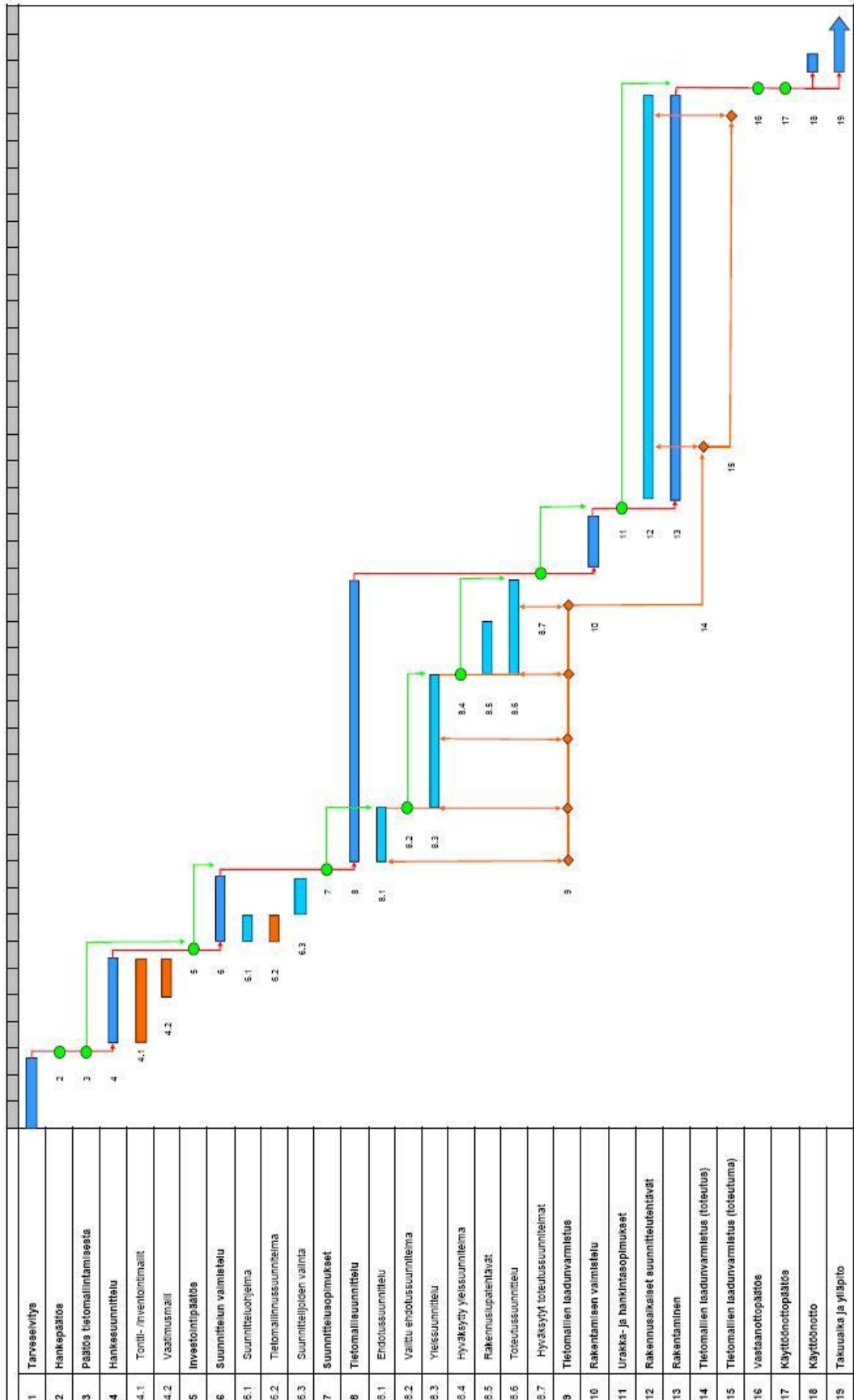
Käytännössä useissa tapauksissa laaditut mallit sisältävät ainoastaan geometriatietoja. Tällöin kyseessä on todellisen tietomallinnuksen sijaan enemminkin 3D-suunnittelusta. Siinäkin tapauksessa malleilla saavutetaan hyötyjä paremman suunnittelun ansiosta, esimerkiksi tilojen käytettävyyteen liittyvät simuloinnit ovat mahdollisia ja törmäystarkastelut LVIS- sekä rakennesuunnitelmien välillä helpottuvat merkittävästi perinteiseen reikäkiertoon verrattuna.

## 5.2 Tietomallinnusprojektin johtaminen

Onnistunut tietomallinnusprojekti edellyttää sitä, että päätös mallinnuksesta tehdään jo suunnittelun valmisteluvaiheessa. Näin voidaan varmistaa, että suunnittelijat ja kaikki muutkin hankkeen osapuolet ovat kykeneviä toimimaan mallinnusprosessin ehdoilla. Kuvassa 11 on tietomallinnukseen perustuvan hankkeen yleisaikataulu.

PROJEKTIAIKATAULU

© Järvi-Pöytyä Oyj



Kuva 11. Tietomallipohjainen aikataulumalli, YTV 2012, osa11

Käytettäessä tietomallintamista on rakennuttajan osattava johtaa tietomallipohjaista projektia eli ymmärrettävä, mitä tietomallinnus merkitsee kussakin hankkeen vaiheessa. Johtamisen tueksi on syytä nimetä heti projektin alkuvaiheessa *tietomallikoordinaattori*. Hän on tietomallinnuksen sekä projektinhallinnan asiantuntija, jonka tehtäväkenttä ulottuu tarveselvitysvaiheesta rakennuksen ylläpito-vaiheeseen saakka (YTV 2012, osa 11).

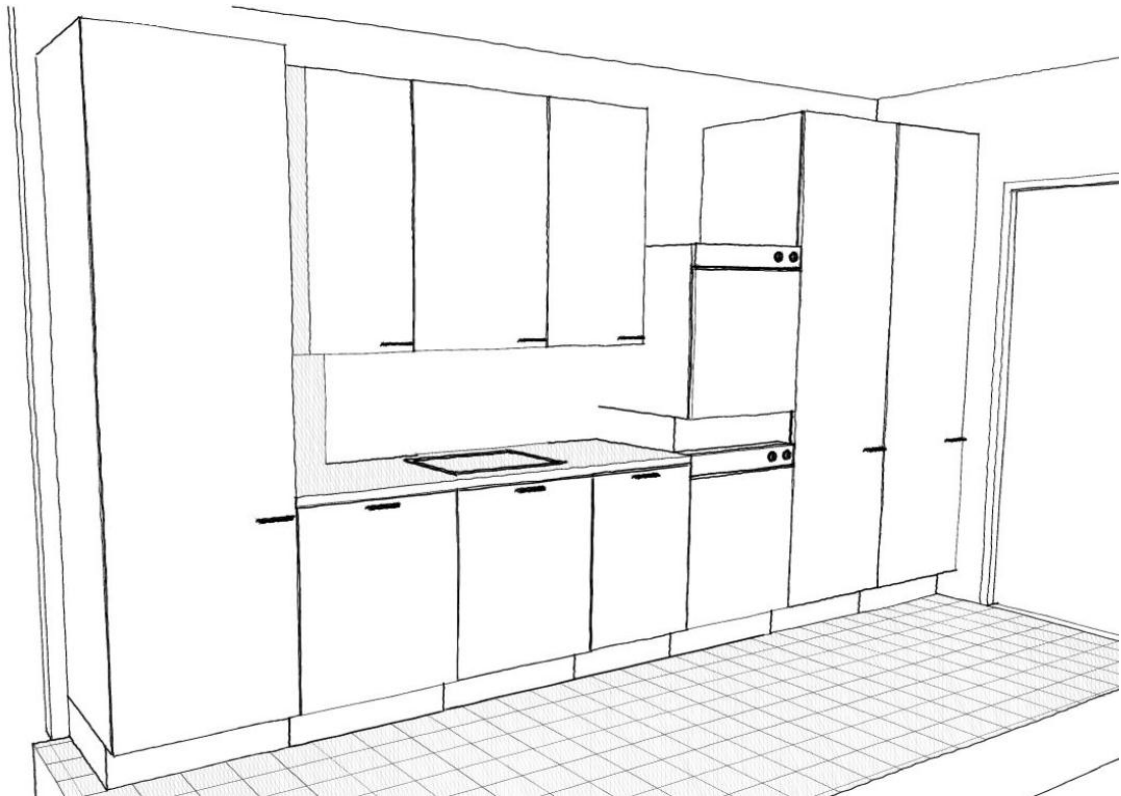
### **5.3 Tietomallien soveltuvuus pientalorakentamiseen**

Pientalojen suunnittelussa tietomalleja käytetään kyllä, mutta niitä hyödynnetään aidosti vain vähän. Monet arkkitehdit käyttävät mallintavaa ohjelmaa kuten Autodesk Revit tai Archicad tuottamaan piirustuksia ja muutamia havainnekuvia käyttäjää varten. Keittiökalustevalmistajat käyttävät usein Vertexiä tai muuta mallinnusohjelmaa kalustesuunnitelmien luontiin. Osa LVIS-suunnittelijoista käyttää ohjelmia kuten CADS, joka sisältää ainakin rajoitetusti mallinnusominaisuuksia. Rakennesuunnittelijoille tarjolla olevat tietomalliohjelmat kuten Tekla Structures taas ovat niin raskaita pientaloprojektiin, että rakennesuunnittelijat tyytyvät lähes poikkeuksetta vain tuottamaan piirustuksia esimerkiksi AutoCAD-ohjelmalla ilman mallinnusta. Näin suuri osa tehtyihin malleihin liittyvästä tiedosta jää hyödyntämättä, kun ohjelmat eivät tue IFC-tiedonsiirtoformaattia tai sitten sitä ei vain tahdota tai osata hyödyntää. Kustannus-, aikataulu- ja ylläpitotietoa ei malleihin alun perinkään sisälly.

Tietomallinnus vaikuttaa usein pientalorakennuttajista liian raskaalta prosessilta. Jos pientalon rakennuttajana toimii tuleva asukas, ei hänellä ole minkäänlaisia valmiuksia arvioida mallinnuksen hyötyjä. Jos taas kyseessä on perustajaurakointi, ei perustajaurakoija usko saavansa talon hinnassa takaisin mallinnukseen käytettyjä varoja.

Etelä-Karjalan ammattiopiston opetustalorakentaminen ei ole poikkeus. Neljäsä 2000-luvulla valmistuneista opetustaloista on arkkitehtisuunnitelmat tehty ArchiCAD-mallinnusohjelmalla, mutta malleista on tuotettu vain rakennuslupa-piirustukset. Poikkeuksena tästä on kalustehankinta, jota varten malleista on luotu havainnekuvat Archicad-ohjelmalla (kuva 12). Rakenne- ja LVIS-suunnittelijat ovat käyttäneet AutoCAD-ohjelmalla tekemänsä suunnittelun pohjana ARK-mallista tuotettuja 2D-piirustuksia.

Pientalojen mallintamiseen liittyy myös monia nimenomaan pientalon rakenteille omanaisia kysymyksiä. Pitäisikö harkkotalon jokainen harkko mallintaa omana kappaleenaan? Luultavasti ei, mutta kuinka silloin saadaan määrätieto kulma- ja palkkiharkoista? Vastaavia ratkaisemattomia kysymyksiä liittyy myös paikalla tehtyyn puurunkoon.



Kuva 12. ArchiCAD-ohjelmalla luotu havainnekuva opetustalohankkeesta

## **5.4 Tietomallin hyödyntäminen opetuksessa**

On helppoa löytää keinoja tietomallin hyödyntämiseen, kunhan malli vain on olemassa. Erilaiset tilojen ja rakenteiden visualisoinnit auttavat hyvin pienen rakennuskokemuksen omaavaa opiskelijaa ymmärtämään jo etukäteen, mitä häneltä rakennustyömaalla odotetaan, Samoin jälkeensä luokassa käytävä palautekeskustelu helpottuu paljon mallin ansiosta.

Tietomallia voidaan myös käyttää ”simulaattorina” sellaisen rakenteen tai työmenetelmän opiskeluun, jota ei lainkaan toteuteta opetustalotyömaalla, tai joka tulee vastaan työssäoppimispaikassa. Samoin turvallisuusopetus helpottuu kun työn riskitekijät kuten putoamisvaarat voi havaita 3D-mallista helpommin kuin perinteistä piirustuksista

## **6 Kehittämissuhteet**

### **6.1 Tietomallipohjainen prosessi**

Luvussa 5 käsitelty tietomallipohjainen prosessi tuo lisäarvoa sekä rakentamisprosessiin että itse talolle, vaikka sen soveltamisessa pientalorakentamiseen onkin monia ratkaisemattomia kysymyksiä. Sitä olisi syytä kokeilla, jotta saadaa käytännön kokemusta sen hyödyistä ja kustannusvaikutuksista. Kokeilu soveltuisi hyvin luvussa 7 kuvattuun energiatalohankkeeseen.

### **6.2 Prosessin- ja taloushallinnan kehittäminen**

Toimintajärjestelmän opetustalorakentamista koskevat prosessit on laadittu Etelä-Karjalan ammattiopiston organisaation mukaisesti. Nyt nuoriso- ja aikuiskoulutus toimii samassa koulussa nimeltä Saimaan ammattiopisto Sampo. Samalla organisaatio on muuttunut, esimerkiksi koulutusjohtajan rooli on poistunut. Siksi prosessikuvaukset on syytä tarkistaa sekä muuttaa nykyisen organisaation mu-

kaisiksi. Samalla on syytä pohtia aikuiskoulutuksen roolia opetustalorakentamisessa, ja muutenkin tutkia, vastaavatko kuvatut prosessit nykypäivän tarpeita. Prosessityöhön on syytä ottaa mukaan sekä johdon edustajat (prosessin omistaja) että rakentamisen vastuuhenkilöitä kuten pääsuunnittelija ja turvallisuuskoordinaattorit.

Nykyisten prosessikuvausten sanalliset vaiheiden kuvaukset ovat osin puutteelliset, kuten kuvassa 4 (s. 12) näkyy. Ne tulisi täydentää niin, että jokaisen toiminnon vastuuhenkilöt, kriittiset tekijät ja syntyvä tieto on kuvattuna. Myös talon myyntivaiheen prosessit on syytä kuvata toimintajärjestelmään, nyt niitä ei ole kuvattu lainkaan.

Luvussa 4.2 todettiin, että aikataulujen teko ja niiden seuraaminen on ollut kirjavaa. Tämä on näkynyt rakennusten valmistumisen viivästymisinä. Kaikkiin taloihin tulisi tehdä aikataulu valitulla työkalulla. Työmaan vastaavan työjohtajan avuksi kannattaa nimetä yksi valitun ohjelman asiantuntija (jonka tulee olla itsekin myös rakentamisen asiantuntija). Kun aikataulu on laadittu, pitää sitä seurata viikoittain ja ilmenevät muutostarpeet on käsiteltävä välittömästi.

Kustannusseurannan haasteita käsiteltiin luvussa 4.4. Tämä on vaikein rakentamisen haasteista, mutta toimiva kustannusseuranta on välttämätön edellytys onnistuneelle kustannushallinnalle. Siksi talouspuolen ja rakentamisen ammattilaisten tulisi yhdessä etsiä ja löytää ratkaisu, jossa rakentamisen kustannukset tulevat oikein kirjatuksi saman litterointijärjestelmän mukaisesti, jolla rakennusten kustannusarviot on laadittu (esimerkiksi Talon 2000).

### **6.3 Työmaatoiminnan kehittäminen**

TR-mittaus kannattaa ottaa osaksi työmaan viikkotarkastusta. Näin työmaiden turvallisuustasoa seurataan jatkuvasti ja seurannasta syntyy myös tallennettua tietoa kehitystarpeiden löytämiseen. TR-mittauksista kuten koko viikkotarkastuksistaakin vastaa työmaan vastaava työnjohtaja.

Laadunvarmistuksesta on syytä laatia oma tarkistuslista Siihen kirjataan työvaiheisiin liittyvät, normaalin rakennustyön lisäksi tarvittavat tarkistukset. Kaikki työmailla rakennusaikana tai sen jälkeen havaitut laatupoikkeamat on syytä kirjata ylös ja tarvittaessa täydentää listaa niiden perusteella. Listan vastuuhenkilöksi sopii turvallisuuskoordinaattori.

Ennen lopputarkastusta (tai talon myyntiä, jos se tapahtuu ennen lopputarkastusta) on syytä pitää sisäinen luovutustarkastus, jossa työmaa tarkastetaan samoin menetelmin ja samalla tarkkuudella kuin normaalin urakkatoiminnan vastaanottotarkastuksessa. Vastaanottajan / rakennuttajan roolia voisi hoitaa turvallisuuskoordinaattori.

Opetustalorakentamisesta suuri osa tapahtuu talviaikaan, koska opiskelijat ovat kesälomalla kesäkuun alusta elokuun puoliväliin. Talvirakentamisen aiheuttamia ongelmia voidaan vähentää, jos jo pohjatöiden jälkeen tehdään koko tulevan rakennuksen peittävä sääsuoja, jonka alla rakentaminen tapahtuu. Syksyllä 2013 onkin jo tiedossa, että Imatralla ollaan tällainen sääsuoja hankkimassa seuraavaksi rakennettavaa taloa varten.

#### **6.4 Henkilöstön osaamisen kehittäminen**

Kuten luvussa 4.7 todettiin, muuttuvat rakennusmääräykset jatkuvasti varsinkin energiatehokkuuden osalta. Niinpä rakentamisesta vastaavan henkilöstön osaamisen ajanmukaisuus on varmistettava. Koulutuspäälliköiden tulisi vuosittain kehityskeskusteluissa selvittää, mitä osaamisen kehittämisen tarpeita opettajilla ja ammattimiehillä on, ja ohjata tarvittaessa heidät sen perusteella lisäkoulutuksiin.

#### **6.5 Energiatehokkaan rakentamisen kehittäminen**

Oppilaitosten pitäisi valmistaa opiskelijansa toimimaan muuttuvassa ja kehittyvässä ympäristössä, ja siksi niiden pitäisi opetuksessaan olla jo hieman tätä



hetkeä edellä. Energiatehokkuuden merkitys rakentamisessa tulee varmuudella kasvamaan, ja se tulisi ottaa huomioon opetustalorakentamisessa.

Luvussa 7 on esiselvitys eri oppilaitosten ja valmistajien energiataloyhteishankkeesta, joka toteutuessaan palvelisi tätä tarvetta.

## **7 Esiselvitys ”energiatalo”-yhteistyöhankkeeseen**

### **7.1 Hankkeen taustaa**

Rakennusten energiankulutusta säädellään rakennusmääräyksin, ja uusilta rakennuksilta on vaadittu energiaterohkuuden ilmaiseva energiatodistus vuodesta 2008 alkaen. Vuodesta 2012 on energiaterohkuudessa huomioitu vain osatoenergia painotettuna eri energiamuotojen kertoimilla. Näin määräykset kannustavat uusiutuvan energian käyttöön sekä lämpöpumppuihin ja vastaaviin ratkaisuihin. Energiantuottokertoimet ovat (YmA 176/2013, liite 3):

- Sähkö: 1,7
- Kaukolämpö: 0,7
- Kaukojäähdytys: 0,4
- Fossiiliset polttoaineet: 1,0
- Uusiutuvat polttoaineet: 0,5

Etelä-Karjalan koulutuksen järjestäjistä kolmella on koulutuksessaan liittymäpintaa rakennusten energiaterohkuuteen:

**Lappeenrannan teknillisen yliopiston (LUT)** yhtenä strategisena painopisteenä on vihreä energia ja teknologia, joka sisältää mm. aurinkotalouden ja sen erilaiset uusiutuvat energiavarat (Lappeenrannan teknillisen yliopiston kotisivut). Talotekniikka kokonaisuudessaan on LUT:n vahva osaamisala.

**Saimaan ammattikorkeakoulu** järjestää rakennustekniikan koulutusta tutkintoina insinööri (AMK), rakennusmestari (AMK) ja insinööri (ylempi AMK). Koulu-

tuksiin kuuluvissa rakennusfysiikan opinnoissa tutkitaan rakennusten energiankulutuksen hallintaa sekä energiavaatimusten tiukentumisen myötä entistä tärkeämpään osaan nousutta kosteudenhallintaa.

**Saimaan ammattiopisto Sampo** kouluttaa rakennus-, talotekniikka- ja sähköaloille rakentamisen ammattilaisia joiden ammattitaitovaatimukseen kuuluu energiatehokkaiden rakennusratkaisujen toteuttaminen käytännössä.

## 7.2 Hankkeen esisuunnitelma

Saimaan ammattiopisto Sampolla on opetustalorakentamista varten varattuna useita vierekkäisiä tontteja sekä Imatralla että Lappeenrannassa. Hankkeessa voitaisiin toteuttaa vierekkäisille tonteille talot samankokoisina ja ainakin pääperiaatteiltaan samalla arkkitehtonisella ratkaisulla mutta energiaratkaisuiltaan erilaisina. Siten saadaan vertailukelpoista tietoa rakennusvaiheen sekä rakennuksen koko elinkaaren aikaisista kustannuksista.

Suunnittelussa Lappeenrannan teknillinen yliopisto voisi toimia energiatekniikan ja talotekniikan asiantuntijana sekä Saimaan ammattikorkeakoulu rakennustekniikan asiantuntijana. Hankkeeseen voidaan ottaa osapuoleksi myös yksi tai useampia energiatehokkaita ratkaisuja tarjoavia rakennuseristevalmistaja ja/tai uusiutuvaa energiaa käyttävien ratkaisujen valmistajia tai maahantuojia.

Hankkeen rahoitusmahdollisuudet selviävät varsinaisen hankesuunnittelun yhteydessä. Toteutettavat ratkaisut niin ikään päätetään hankesuunnitelmassa huomioiden osallistuvien tahojen intressit, yksi mahdollisuus on seuraava:

- Ensimmäinen taloista toteutetaan matalaenergiatalona, ts. ratkaisuiltaan hieman vaatimustasoa paremmin eristein. Lämmitysenergia tuotetaan maalämmöllä tai muulla vastaavalla jo kauan käytössä olleella ratkaisulla.

- Toinen talo toteutetaan passiivitalona, jolloin rakennusteknisin ratkaisuin keskitytään energiankulutuksen alentamiseen mahdollisimman pieneksi. Lämmitysmuodoksi valitaan esimerkiksi poistoilmalämpöpumppu, jolloin lämmitysjärjestelmän rakentamiskustannukset jäävät pieneksi.
- Kolmas talo toteutetaan nollaenergiatalona. Tämä vaatii energiatehokkaiden ratkaisujen lisäksi mittavaa aurinko- ja mahdollisesti tuulienergian hyödyntämistä lämmön ja sähkön tuotannossa.

Hankkeeseen voi sisältyä myös suunnittelu mallintamalla, jolloin tulee selvittää mallintamisen järkevä laajuus pientalon suunnittelussa ja sen aiheuttamat suunnitteluvaiheen lisäkustannukset sekä sillä aikaansaadut säästöt rakennus- ja käyttökustannuksissa.

### **7.3 Kyselytutkimus hankkeen osapuolille**

Hankkeen esisuunnitelma ja siihen liittyvä kysely lähetettiin seuraaville henkilöille / yrityksille:

- Saimaan ammattiopisto Sampo, tekniikan apulaisrehtori ja rakentamisesta vastaavat koulutuspäälliköt.
- Saimaan ammattikorkeakoulu, tekniikan toimialajohtaja ja TKI-toiminnasta vastaavat.
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto, ympäristötekniikan tutkijaopettaja.
- Uusia tai energiatehokkaita ratkaisuja (grafiitti, tyhjiöeristeet, arogeeli, SPU, PIR) tuottavat rakennuseristevalmistajat: Paroc, Isover, UK-muovi, Thermisol, Vicover, SPU.
- Uusiutuvan energian ratkaisujen tarjoajat: Finnwind, Green Energy Finland, Nereus.

Kysely toteutettiin Internet-pohjaisena Webropol-työkalulla. Kyselykutsu lähetettiin vastaanottajille sähköpostitse ja saatekirjeessä pyydettiin vastaanottajia lähettämään kyselyä edelleen organisaatioidensa sisällä tai sen ulkopuolelle. Kyselyn saatekirje on liitteessä 1 ja kyselylomake liitteessä 2.

## **7.4 Kyselyn tulokset ja hankkeen jatkosuunnittelu**

Kyselyvastaukset analysoitiin 19.11.2013, jolloin kyselyyn oli vastannut 6 henkilöä. Vastaajat edustivat Saimaan ammattikorkeakoulua, Lappeenrannan teknillistä yliopistoa, rakennuseristevalmistajia ja uusiutuvan energian ratkaisujen tarjoajia. Saimaan ammattiopisto Sampon edustajat eivät olleet kyselyyn vastanneet, mutta tekijä keskusteli hankkeesta ammattiopiston apulaisrehtorin kanssa puhelimitse. Ammattiopiston osallistuminen hankkeeseen selviää myöhemmin, kun asiaa on käsitelty ammattiopiston johtoryhmässä. Raportti tuloksista on liitteessä 3.

Yhteystietonsa kyselyyn jätti 5 vastaajaa ja he kaikki olivat kiinnostuneet hankkeesta. Vastaajat toivoivat talon energiakulutustasoksi nolla- ja plusenergiataloa. Energiamuodoksi toivottiin hyvin monia eri uusiutuvan energian muotoja ja niiden hybridejä. Vastausten perusteella hankkeen suunnittelua ja sen rahoitusmahdollisuuksien selvittämistä kannattaa jatkaa.

## **8 Yhteenveto ja pohdinta**

Työssä on kerrottu opetustalorakentamisen historiasta erityisesti Etelä-Karjalassa. Siinä on esitetty nykyiset opetustalorakentamisen prosessit, jotka on pääosin kuvattu ammattiopiston IMS-toimintajärjestelmässä sekä opetussuunnitelmissa. Kustannusarvion ja rakentamisaikataulun laadintaa ei ole kuvattu toiminnanohjausjärjestelmässä lainkaan, vaikka niiden tekemisestä onkin vastuuhenkilöiden kesken sovittu. Siksi tämän työn kolmas luku voi toimia rakentamisen vastuuhenkilön käsikirjana, jossa on lyhyesti kuvattu kaikki olennaiset prosessit.

Luvuissa 4–6 on selvitetty opetustalorakentamisen haasteita ja esitetty ratkaisuehdotuksia niihin. Ratkaisuehdotukset perustuvat suurelta osin tekijän omaan pohdintaan ja omiin kokemuksiin, eikä niihin siksi pidä suhtautua ehdottomana totuutena. Tietomallinnusta käsittelevässä osuudessa ja energiatalohankkeen

esiselvityksessä on ohjaavan opettajan, lehtori Timo Lehtoviidan vaikutus ollut suuri.

Kehitystyötä ei sovi koskaan lopettaa eikä mitään käytänteitä pitää kiveen hakattuina totuuksina. Opetustalorakentaminen ei kunniakkaasta ja pitkästä historiastaan huolimatta ole välttämättä ainoa tai edes paras menetelmä työn opetukseen tulevaisuudessa. Tällä hetkellä se kuitenkin tuottaa hyviä oppimistuloksia kohtuullisin kustannuksin, ja sille on vaikea keksiä korvaavaa menetelmää. Tekijän toiveena on, että tämä työ voisi antaa pohjatietoa, kun Saimaan ammattiopisto Sampon rakennusalan koulutusta jatkossa arvioidaan ja kehitetään.

## Kuvat

Kuva 1, s. 8. Myynnissä oleva opetustalo osoitteessa Augustinkatu 10, Lappeenranta

Kuva 2, s. 10. Opetustalorakentamisprosessin prosessikaavio. Ruudunkaappaus Etelä-Karjalan ammattiopiston IMS-toimintajärjestelmästä.

Kuva 3, s. 11. Suunnitteluprosessin prosessikaavio. Ruudunkaappaus Etelä-Karjalan ammattiopiston IMS-toimintajärjestelmästä.

Kuva 4, s. 12. Suunnitteluprosessin vaiheiden kuvaus. Ruudunkaappaus Etelä-Karjalan ammattiopiston IMS-toimintajärjestelmästä.

Kuva 5, s. 14. Rakentamisprosessin prosessikaavio. Ruudunkaappaus Etelä-Karjalan ammattiopiston IMS-toimintajärjestelmästä.

Kuva 6, s. 17. Opetustalon yleisaikataulu. Ruudunkaappaus MS Project-ohjelmasta.

Kuva 7, s. 19. Ote toteutetun opetustalon kustannusarviotulosteesta. Ruudunkaappaus Klara Net –ohjelmasta.

Kuva 8, s. 20. Toteutetun opetustalon kustannusarvion yhteenveto. Ruudunkaappaus Klara Net –ohjelmasta.

Kuva 9, s. 25. Hankkeen tietomallirakenne, YTV 2012, osa 3

Kuva 10, s. 26. Rakentamisprosessin kustannusten kertymä. Lindholm Mika. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsinki 2009.

Kuva 11, s. 26. Tietomallipohjainen aikataulumalli. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa11.

Kuva 12, s. 29. Valtonen, Raine. ArchiCAD-ohjelmalla luotu havainnekuva opetustalohankkeesta.

## Lähteet

Laki ammatillisesta koulutuksesta 630/98.

Pulakka Martti, koulutuspäällikkö (eläk.), Etelä-Karjalan ammattiopisto. Haastattelu 05.02.2013.

Turunen, Erkki 2002. Lamis maailmalle. Kokoelma rehtori Turusen kirjoituksista ja julkaisuista. Lappeenranta: omakustanne.

Hämäläinen Kyösti, lehtori, Etelä-Karjalan ammattiopisto. Haastattelu 06.02.2013.

Raamattu, vuoden 1992 suomennos.

Valtonen Pekka, ylitarkastaja, Etelä-Suomen aluehallintovirasto. Sähköposti-haastattelu 23.05.2013.

Rakentamisen Laatu RALA ry. Luotettava laatutyömaa.  
[http://www.rala.fi/tiedostot/Luotettava\\_laatutyomaa\\_esittely.pdf](http://www.rala.fi/tiedostot/Luotettava_laatutyomaa_esittely.pdf). Luettu 3.10.2013.

Vinha Juha, Tutkimusjohtaja, Tampereen teknillinen yliopisto. Yhtenveto Frame-projektin tuloksista.  
<http://www.rakennusteollisuus.fi/download.aspx?intFileID=2773&intLinkedFromObjectID=13296>. Luettu 14.04.2013.

Rakennustieto Oy. 2012. RT 10-11066. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 - Osa1. Yleinen osuus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustieto Oy. 2012. RT 10-11066. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 – Osa11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 176/2013.

Lappeenrannan teknillisen yliopiston kotisivut: <http://www.lut.fi/tutustu-meihin/yliopiston-esittely/strategia/painopisteet#vihrea-energia-ja-teknologia>. Luettu 5.10.2013.

**SAATEKIRJE KYSELYTUTKIMUKSEEN KUTSUTUILLE**

Hyvä vastaanottaja.

Pyydän sinua vastaamaan Energiatalo-hankeen esiselvitykseen liittyvään kyselyyn osoitteessa <http://www.webropolsurveys.com/S/1C09E3A4271D5E32.par>. Kyselyn tarkoituksena on selvittää toteuttamismahdollisuuksia ja hakea toimijoita hankkeeseen, jossa tutkitaan energiaa säästäviä ja uusiutuvaa energiaa hyödyntäviä rakennusratkaisuja pientaloihin. Vastaaminen vie n. 10 minuuttia ja vastauksesi on arvokas siinäkin tapauksessa ettet sinä tai organisaatiosi ole hankkeesta kiinnostunut. Jos tahdot että sinuun ollaan hankkeen tiimoilta yhteydessä joulukuussa 2013, niin jätä yhteystietosi kyselylomakkeeseen. Muussa tapauksessa voit vastata myös anonyymisti. Yhteystietojen jättäminen ei sido mihinkään.

Kyselykutsua saa vapaasti välittää eteenpäin organisaatiosi sisällä tai sen ulkopuolella tahoille, joita arvelet aiheen kiinnostavan.

Vaivannäöstäsi kiittäen:

Timo Sihvo, Saimaan AMK



Hankkeen taustaa ja esisuunnitelma:

Etelä-Karjalan koulutuksen järjestäjistä kolmella on koulutuksessaan liittymäpintaa rakennusten energiatehokkuuteen: **Lappeenrannan teknillisen yliopiston (LUT)** yhtenä strategisena painopisteenä on vihreä energia ja teknologia, joka sisältää mm. aurinkotalouden ja sen erilaiset uusiutuvat energiavarat. **Saimaan ammattikorkeakoulu** järjestää rakennustekniikan insinööri- ja rakennusmestarikoulutusta Koulutukseen kuuluvissa rakennusfysiikan opinnoissa tutkitaan rakennusten energiankulutuksen hallintaa sekä energiavaatimusten tiukentumisen myötä entistä tärkeämpään osaan noussutta kosteudenhallintaa. **Saimaan ammattiopisto Sampo** kouluttaa rakennus-, talotekniikka, ja sähköaloille rakentamisen ammattilaisia joiden ammattitaitovaatimukseen kuuluu energiatehokkaiden rakennusratkaisujen toteuttaminen käytännössä.

Saimaan ammattiopisto Sampolla on opetustalorakentamista varten varattuna useita vierekkäisiä tontteja sekä Imatralla että Lappeenrannassa. Hankkeessa voitaisiin toteuttaa vierekkäisille tonteille talot samankokoisina ja ainakin pääperiaatteiltaan samalla arkkitehtonisella ratkaisulla mutta energiaratkaisuiltaan erilaisina. Siten saadaan vertailukelpoista tietoa rakennusvaiheen sekä rakennuksen koko elinkaaren aikaisista kustannuksista.

Suunnittelussa Lappeenrannan teknillinen yliopisto voisi toimia energiatekniikan asiantuntijana ja Saimaan ammattikorkeakoulu rakennustekniikan asiantuntijana. Hankkeeseen voidaan ottaa osapuoleksi myös energiatehokkaita ratkaisuja tarjoavia rakennuseristevalmistaja ja/tai uusiutuvaa energiaa käyttävien ratkaisujen valmistaja tai maahantuojia.

Hankkeen rahoitusmahdollisuudet selviävät varsinaisen hankesuunnittelun yhteydessä. Toteutettavat ratkaisut niin ikään päätetään hankesuunnitelmassa huomioiden osallistuvien tahojen intressit, yksi mahdollisuus on toteuttaa hankkeessa 3 taloa seuraavasti:

- Ensimmäinen taloista toteutetaan matalaenergiatalona, ts. ratkaisuiltaan hieman vaatimustasoa paremmin eristein. Lämmitysenergia tuotetaan

maalämmöllä tai muulla vastaavalla jo kauan käytössä olleella ratkaisulla..

- Toinen talo toteutetaan passiivitalona, jolloin rakennusteknisin ratkaisuin keskitytään energiankulutuksen alentamiseen mahdollisimman pieneksi. Lämmitysmuodoksi valitaan esim. poistoilmalämpöpumppu, jolloin lämmitysjärjestelmän rakentamiskustannukset jäävät pieneksi.
- Kolmas talo toteutetaan nollaenergiatalona. Tämä vaatii energiatehokaiden rakenneratkaisujen lisäksi mittavaa aurinko- ja mahdollisesti tuulienergian hyödyntämistä lämmön ja sähkön tuotannossa.

## KYSELYTUTKIMUKSEN KYSELYLOMAKE



### Energiatalo-hanke

Tämä kysely on osa energiatalo-hankkeen esisuunnitelmaa, hankkeen tarkoituksena on tutkia energiaa säästäviä ja uusiutuvaa energiaa hyödyntäviä ratkaisuja pientalorakentamisessa. Kyselyn avulla selvitetään hankkeen toteuttamismahdollisuuksia ja haetaan toimijoita hankeeseen. Toimija voi toimia hankkeessa asiantuntijan/suunnittelijan, toteuttajan tai materiaalitoimittajan roolissa.

Kysely ja siihen liittyvä esisuunnitelma tehdään osana saimaan AMK:n tuntiopettaja Timo Sihvon YAMK-opinnäytetyötä. Lisätietoja antaa Timo Sihvo, [timo.sihvo@saimia.fi](mailto:timo.sihvo@saimia.fi), gsm 040-5493346.

#### 1. Vastaaajan organisaatio / yritys

- Saimaan ammattiopisto Sampo
- Saimaan AMK
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto LUT
- Rakennuseristevalmistaja, mikä?
- Uusiutuvaa energiaa hyödyntävien ratkaisujen valmistaja / maahantuoja, mikä?
- Muu, mikä?

#### 2. Organisaation / yrityksen nimi, jollei Sampo, Saimaan AMK eikä LUT

#### 3. Vastaaajan rooli yrityksessä

- Päätäjä
- Asiantuntija
- Toteuttaja
- Muu

#### 4. Oletko kiinnostunut hankkeesta? (Kyllä-vastaus ei sido mihinkään.)

- Kyllä
- En

#### 5. Millaiseen talon energiankulutustasoon hankkeessa pitäisi pyrkiä (voit valita monta)?

- Matalaenergiatalo
- Passiivitalo
- Nollaenergiatalo
- Plusenergiatalo

**6. Millaista uusiutuvaa energiaa hankkeessa pitäisi tutkia (voit valita monta)?**

- Aurinkosähkö
- Aurinkolämpö
- Tuuli
- Puu
- Lämpöpumput
- Muu, mikä?

**7. Energiamuoto, jos muu?**

**8. Millaisia rakentamiseen liittyviä ratkaisuja hankkeessa pitäisi tutkia (voit valita monta)?**

- Vaipparakenteiden lämpö- ja kosteustekninen toiminta
- Rakentamiskustannusten hallinta
- Tietomallipohjainen suunnittelu
- Muu, mikä?

**9. Rakentamiseen liittyvä ratkaisu, jos muu?**

**10. Lisätietoja (vapaa tekstikenttä)**

**11. Vastaajan yhteystiedot (jos tahdot että sinuun ollaan yhteydessä)**

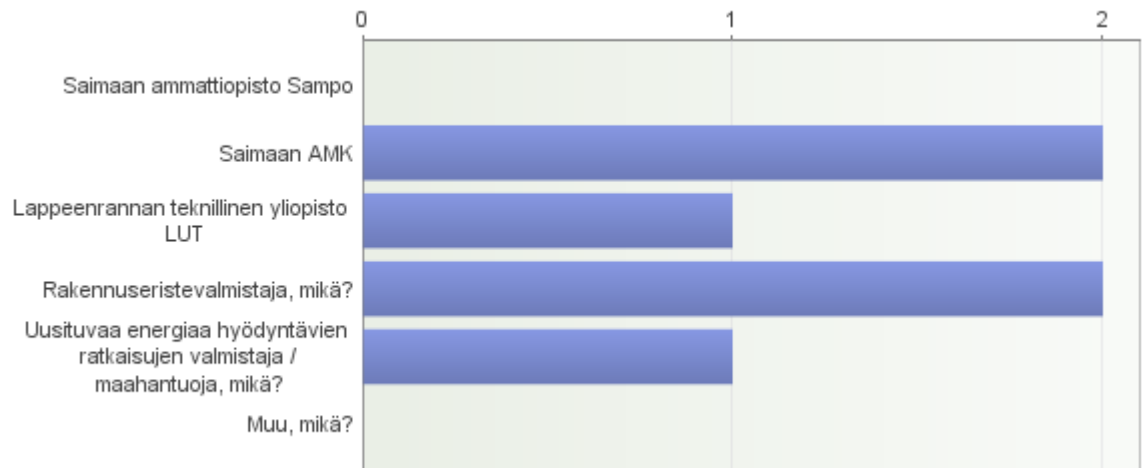
Etinimi	Sukunimi
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Yritys / Organisaatio	Matkapuhelin
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sähköposti	Osoite
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Postinumero	Postitoimipaikka
<input type="text"/>	<input type="text"/>

## LIITE 3

### RAPORTTI KYSELYTUTKIMUKSEN TULOKSISTA

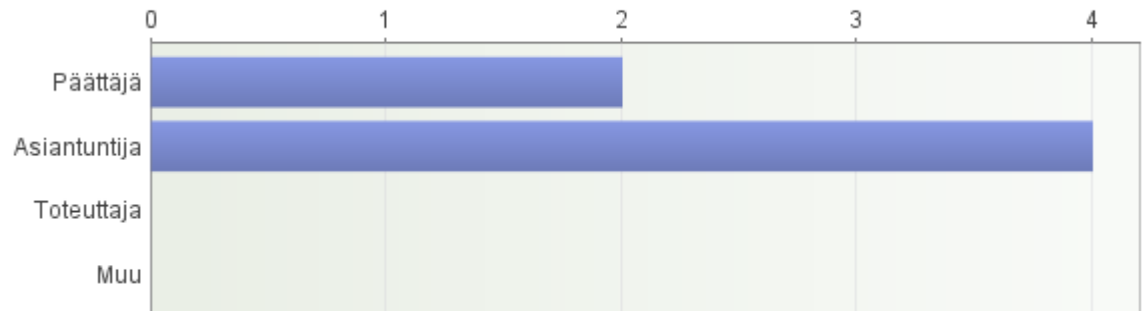
#### 1. Vastaajan organisaatio / yritys

Vastaajien määrä: 6



#### 2. Vastaajan rooli yrityksessä

Vastaajien määrä: 6



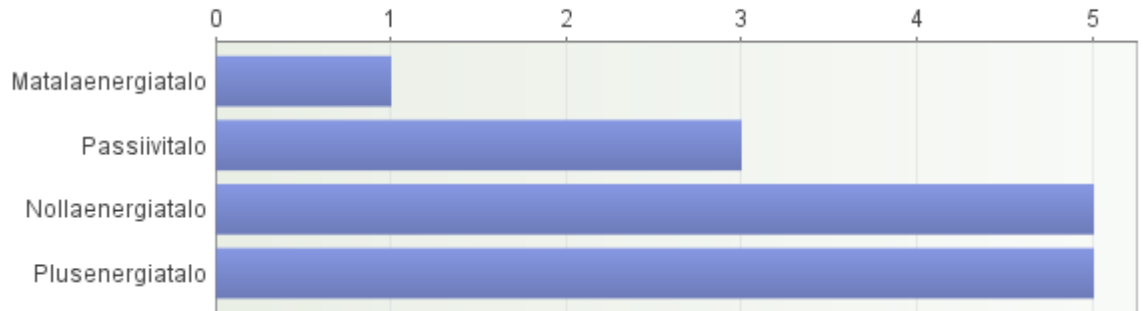
#### 3. Oletko kiinnostunut hankkeesta? (Kyllä-vastaus ei sido mihinkään.)

Vastaajien määrä: 5



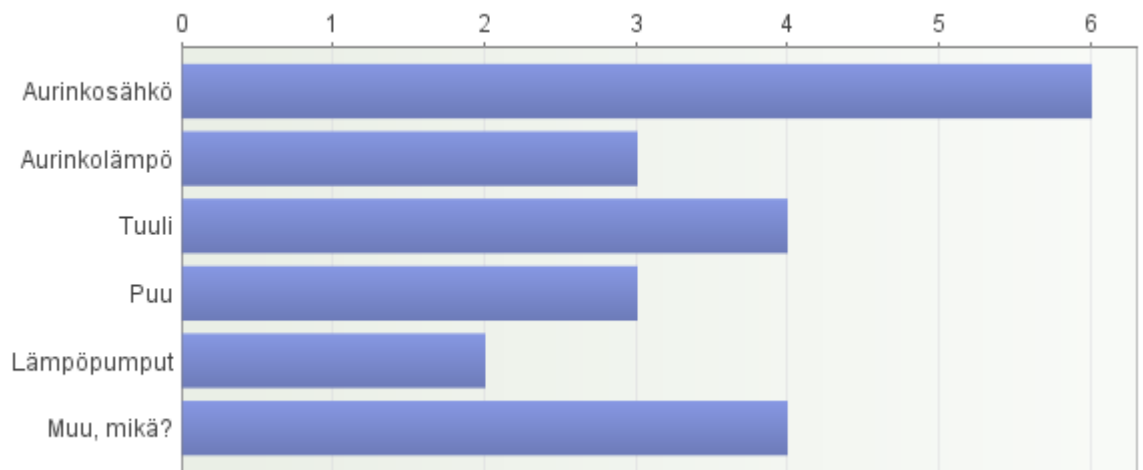
#### 4. Millaiseen talon energiankulutustasoon hankkeessa pitäisi pyrkiä (voit valita monta)?

Vastaajien määrä: 6



#### 5. Millaista uusiutuvaa energiaa hankkeessa pitäisi tutkia (voit valita monta)?

Vastaajien määrä: 6



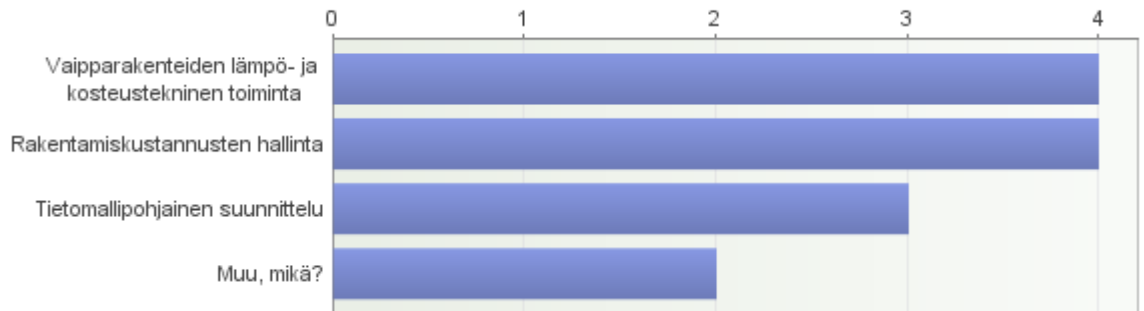
#### 6. Energiamuoto, jos muu?

Vastaajien määrä: 4

- Olisi mielenkiintoista jos yksi kohde voisi olla verkon ulkopuolella eli sähköntuotanto esim. yhdistelmällä tuuli+aurinko+aggre.
- Maalämpö
- Hybridi.
- Muu kuin puupohjainen bioenergia (jätteet yms)

## 7. Millaisia rakentamiseen liittyviä ratkaisuja hankkeessa pitäisi tutkia (voit valita monta)?

Vastaajien määrä: 6



## 8. Rakentamiseen liittyvä ratkaisu, jos muu?

Vastaajien määrä: 3

- Lämpö- ja kosteusteknisten mittausten osalta olisi hyvä miettiä tarkaan, mitä kannattaa mitata ja millä laajuudella. Keskityttäisiin johonkin olennaiseen ja sinne sitten kattavat mittaukset. Rakenteiden osalta eri vaihtoehtoja varmasti löytyy.
- Erityisesti jos verkon ulkopuolella niin mielenkiintoinen kohde on energiantuoton ennustaminen (säädä) ja tuoton & kulutuksen optimointi (älykkäät kulutuslaitteen ja niiden ohjaus) sekä energiantuotantojärjestelmien mahdollisimman hyvä integrointi kiinteistöön kautta kiinteistön rakentamisen logistiseen ketjuun
- Elinkaaren aikaisten vaikutusten tunnistaminen ja hallinta

## 9. Lisätietoja (vapaa tekstikenttä)

Vastaajien määrä: 5

- Kustannuspuolella olisi hyvä verrata ns. lähes nollaenergiataloa ja nollaenergiataloa (nollaenergiatalolla tarkoitetaan nettonollaenergiataloa). Seurantamittaukset olisi hyvä järjestää kattavasti. Aurinkosähkö kiinnostaa kovasti ja meiltä sinne löytyisi varmasti jokin yhteistyökuvio.
- Ehdotan tosiaan että voisiko yksi kohde olla verkon ulkopuolella. Hybridijärjestelmissä on iso vientipotentiaali niin energiaomavaraisen asumisen kuin tele&linkkimastopuolen kautta joissa sama combo: aurinko+tuuli+aggre+softat etävalvontaan
- Mielellämme kuulemme, miten asia etenee.
- Energiatohokkuuden rinnalle on syytä nostaa sisäilmaston laatu (viihtyisyys & terveys) ja kestävyysnäkökohdat kaikissa elinkaaren vaiheissa: suunnittelu, rakentaminen ja käyttö.
- Hankkeen tavoitteet tulee asettaa siten, että tavoitellaan edelläkävijäratkaisua (kuitenkin realistiselta pohjalta Suomen olosuhteissa). Kohteessa tulisi pystyä tutkimaan myös käytäjävaikutuksia.