



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Seppo Nieminen

# Kiinteistön hakelämpölaitoksen rakentaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

18.4.2019

Tekijä Otsikko	Seppo Nieminen Kiinteistön hakelämpölaitoksen rakentaminen
Sivumäärä Aika	31 sivua + 2 liitettä 18.4.2019
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat	Rakennussuunnittelija Stig Lindström, Mire Oy Lehtori Timo Riikonen, Metropolia
<p>Opinnäytetyössä perehdyttiin biolämpökeskuksen rakentamispäätöstä valmisteleviin toimenpiteisiin. Rakentamispäätöksen aloitukseen, palosuojeluun, työturvallisuuteen.</p> <p>Työssä perehdyttiin projektin aikataulutukseen, sekä työmaan eri osa-alueiden vaiheistukseen. Aihealueet auttavat rakennuttajaa saavuttamaan toivotun, ja laadukkaan lopputuloksen.</p> <p>Osana työtä on rakentamisen tarpeen tunnistaminen. Eri päätösten vaikutusten huomiointi ennen rakentamispäätöstä, rakentamisen aikana, sekä käyttöön ottovaiheessa.</p> <p>Työn tavoitteena oli auttaa rakennushankkeeseen ryhtyvää saavuttamaan tarpeenmukainen lopputulos laadukkaasti, kustannustehokkaasti, sovituissa aikatauluissa ja turvallisesti.</p>	
Avainsanat	rakentamisen aloitus, rakentamispäätöksen vaiheet

Author Title	Seppo Nieminen Report of instructions on Construction Phase
Number of Pages Date	31 pages + 2 appendices 18 April 2019
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Program	Construction Site Management
Professional Major	Building Construction
Supervisor(s)	Stig Lindström, Building designer, Mire Oy Timo Riikonen, Senior Lecturer
<p>The subject of this thesis focuses on the preparatory measures for the construction of the bio-heat centre, which includes the construction decision, fire protection, occupational safety, and health.</p> <p>The work focuses on the scheduling of the project, as well as, the stage of the work site in different areas. The thematic areas assist the developer to achieve the desired and high-quality results.</p> <p>Part of the work is identifying the need for construction. Taking into account the effect of the various decisions before the construction decision, during construction, and at the introduction stage</p> <p>The aim of the work is to help the construction project achieve the necessary results in a quality, cost-effective way, an agreed period of construction and within a safe manner.</p>	
Keywords	Start of construction, phases of construction decision

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn tavoitteet	1
2	Tarpeenmukainen investointi	2
2.1	Hakelämpölaitoksen rakentamispäätöksen valmistelu	2
2.1.1	Energia lähteitä ja lämpöarvoja	2
2.2	Tutustuminen vastaaviin lämpölaitoksiin	3
2.3	Rakentamiskustannusten hahmottaminen	3
2.4	Paloturvallisuuden huomiointi	3
2.5	Savukaasut	4
3	Puu energialähteenä lämmöntuotannossa	4
3.1.1	Rakennuspuu	5
3.1.2	Puun korjuuketju	5
3.1.3	Päästöt puun energiakäytössä	5
3.2	Lämmön siirto	5
3.3	Lämmön varastointi	6
4	Investointitarve ja hyödyt	6
4.1	Hyvän suunnittelun tavoite ja tarve	7
4.2	Hankkeen kustannusvertailu	7
4.3	Rahoitus	8
5	Asetetun tavoitteen vaihtoehdot	9
5.1	Rakennuspaikkojen harkinta	9
5.1.1	Olemassa oleva rakennus lämpökeskuksena	9
5.1.2	Vanhan lämpökeskuksen peruskorjaus	9
5.1.3	Rakennuspaikka pihapiirissä	9
5.1.4	Paikallarakennettu tai ns. lämpökontti	10
6	Toteutussuunnitelma	10
6.1	Rakennushankeen ajallinen suunnittelu	10
6.2	Tehtäväkokonaisuudet	11
6.3	Johtaminen	12

6.4	Rakentamisen laatuajattelu	13
7	Rakennuspaikka rakentamisen aikana	14
7.1	Rakentamiseen ja paikkaan vaikuttaneet havainnot	14
7.1.1	Kuorma-autoliikenne	15
7.2	Rakennuspaikan pohja ja maasto	16
7.3	Työturvallisuus rakentamisen aikana	16
8	Lämpökeskuksen toteutus Rannanpelto	17
8.1	Hankkeen historiaa	17
8.1.1	Tarveselvitys hakelämpökattilan kokoluokka	18
8.2	Viljan kuivauksen energiakäyttö	18
8.3	Lämpökeskusrakennuksen sijoituspaikka	19
8.3.1	Tiet	19
8.3.2	Varastoalueet	20
8.4	Perustustyöt	21
8.5	Betoniharkkoseinät	22
8.5.1	Rakennekuvaus	23
8.6	Betonitoimitukset	23
8.7	Logistiikka tavarantoimittajien välillä	23
8.8	Nostotyöt	24
8.9	Lämpökanaalit	24
8.10	Kattilahuone	25
8.11	Hakevarasto	27
8.12	Savupiippu	28
9	Rakennuksen ottaminen käyttöön	29
9.1	Rakennuksen huoltokirja	29
9.2	Kattilahuoneen varusteet	29
10	Johtopäätökset	30
11	Yhteenveto	30
	Lähteet	31
	Liitteet	
	Liite 1. Hankkeen vaiheet ja tehtävät	
	Liite 2. Hankkeen vaiheen päätökset	

## Lyhenteet

HEA	Leveälappainen teräsprofiili (H-mallinen)
EI 30	Osastoivan rakenteen paloluokka
kW	Kilowatti
Mpuk	Lämpökanaalin teräsputken tuotemerkki
MW	1000 kW (3,6 Megajoulea)
PEX	Lämpökanaalin muoviputken tuotemerkki

## 1 Johdanto

Opinnäytetyössä perehdytään biolämpökeskuksen rakentamispäätöstä valmisteleviin toimenpiteisiin. Rakentamisen aloitukseen, palosuojeluun, työturvallisuuteen sekä rakennuksen käyttöön ottoon.

Perehdytään projektin aikataulutukseen, sekä työmaan eri osa-alueiden vaiheistukseen. Aihealueet auttavat rakennuttajaa saavuttamaan toivotun, ja laadukkaan lopputuloksen.

Osana työtä on rakentamisen tarpeen tunnistaminen. Eri päätösten vaikutusten huomiointi ennen rakentamispäätöstä, rakentamisen aikana, sekä käyttöön ottovaiheessa. Lopputulokseen vaikuttavat hankkeen suunnitelmat, rahoitus, projektin johto ja hallinnointi. Hankkeen suorittaminen sen dokumentointi sekä asetetut laatutavoitteet. Käytetty aineisto ja päätelmät auttavat rakentamaan tarpeita vastaavan hakelämpölaitoksen.

### 1.1 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on auttaa rakennushankkeeseen ryhtyvää saavuttamaan tarpeenmukainen lopputulos laadukkaasti, kustannustehokkaasti, sovitussa aikataulussa ja turvallisesti. Rakennus ja biolämpölaitos, jota on helppo ja turvallinen käyttää myös ympäristö huomioiden.

#### *Työn rajaus*

Keskitytään alle yhden megawatin hakelämpölaitoksen toteutukseen. Työ antaa rakennuttajille suuntaviivoja toteutukseen ja hankkeen rajauksiin, joilla saavutetaan toivottu lopputulos laadukkaasti ja kustannustehokkaasti.

## 2 Tarpeenmukainen investointi

Hankkeen valmistelu ja vaiheet kestävät rakennusprojektista riippuen puolesta vuodesta useisiin vuosiin. Prosessin vaiheet kartoittavat rakentamisen päätöksiä ja tehtäväkokonaisuuksia. Hanke voidaan pilkkoa tehtäväkokonaisuuksiin ja aikatauluihin, joissa tehtävät suoritetaan.

### 2.1 Hakelämpölaitoksen rakentamispäätöksen valmistelu

Tarveselvitystä hankkeen tarpeellisuudesta valmisteltiin yli 2 vuotta tutustumalla biolämpölaitoksiin. Kyseiset hakelämpölaitokset vaihtelivat tehoiltaan 70 – 1000 kilowattia (0,07 - 1 Megawattia). Lisäksi tehtiin vertailuja erilaisista lämpölaitoksista. Biokaasulaitos (sähkö ja lämpö), öljy- lämmitys, maalämpö, suora sähkö, aurinkolämpö, jossa on vaihtoehtoina sähkö ja suoraan veteen siirtyvä lämpö.

#### 2.1.1 Energia lähteitä ja lämpöarvoja

Polttoaineiden lämpöarvoja ja kosteuspitoisuuksia			
polttoaine	Lämpöarvo	yksikkö	kosteus
Moottoribensiini	9,86	kWh/litra	
Dieselöljy	10,05	kWh/litra	
Nestekaasut	12,83	kWh/kg	
Kevyt polttoöljy	10,02	kWh/litra	
Raskas polttoöljy	11,42	kWh/kg	
Maakaasu	10	kWh/m <sup>3</sup>	
Biokaasu	4,4-7,4	kWh/m <sup>3</sup>	
Kivihili	7,08	kWh/kg	10
Jyrsinturve	2,7	kWh/kg	48,5
Palaturve	3,3	kWh/kg	38,9
Puupelletit	4,7	kWh/kg	9
Polttohake	700	kWh/irto-m <sup>3</sup>	40
Pilkkeet (havu- ja sekapuu)	1300	kWh/pino-m <sup>3</sup>	20
Pilkkeet (koivu)	1700	kWh/pino-m <sup>3</sup>	20
Ruokohelpi	4,1	kWh/kg	14
Kaura	3,6	kWh/kg	20
Olki	3,8	kWh/kg	20



## 2.2 Tutustuminen vastaaviin lämpölaitoksiin

Käytön ja rakentamisen aikaiset kokemukset eri laitospaketeista tulivat esille haastattelemalla. Näin hakelämpölaitoksen soveltuvuus kiinteistön tarpeisiin varmistuu.

Laitoksen sijoittaminen ympäristöön tuli laitoksiin tutustuessa selvästi esille. Laitoksien yleiseen siisteyteen ja käytön helppouteen kiinnitettiin erityistä huomiota.

## 2.3 Rakentamiskustannusten hahmottaminen

Rakentamispäätöstä pohditaan rakentamiskustannuksia vertailemalla. Biolämpökeskuksen rakennuskustannuksia tulee kattaa halvemman energian luomalla säästöllä. Kiinteistön energian tarvetta voidaan jakaa eri kokoluokkiin luotuihin mallikustannuksiin. Vertauskohtana käytettiin energialle öljyn ja sähkön ostohintaa.

Takaisinmaksuaikaa pohtimalla selvitettiin laitosten kannattavuutta. Teoreettinen takaisinmaksu aika, jolloin laitos on tuottanut itsensä takaisin ja investointi alkaa kannattamaan, selvitettiin katelaskelmilla.

Eri lämpölaitosten suuntaa antavia kustannustietoja saa mm. laitteiden valmistajilta, kirjallisuudesta sekä toteutuneista laitoksista. Kattilahuonetta, koneistoa ja aputiloja, sekä liittyviä rakennuksia kuten hakevarasto ja lämpökanaalit tarkasteltiin myös erikseen kustannusten selvittämiseksi.

## 2.4 Paloturvallisuuden huomiointi

Paloturvallisuus luodaan osastoimalla rakennuksen osat toisistaan vähintään EI 30 luokan rakenteilla. Huomiota on osastoinnissa kohdistettava räystäärakenteisiin ja rakennusosien liittymäkohtiin. Palomääräyksissä minimi rakennuksen etäisyys toiseen ilman paloa estäviä rakenteita on 8 metriä. (1.)

Keskitetty lämmöntuotanto ja erillisten rakennusten välillä lämmön siirto kaukolämpöverkkoa pitkin on erittäin paloturvallinen ratkaisu.

Palosammuttimia tulee olla kattilahuoneessa, sekä toinen, jäätyminen kestävä, sammu-  
tin kylmässä polttoaine varastossa. Palosammuttimien luokitus riittää myös sähköpa-  
loihin. Palosammuttimet merkitään kylteillä näkyvään paikkaan.

Savupiipun sijainti palomääräysten mukaisesti yli kolmen metrin päässä varaston pää-  
dystä. Minimikorkeus savupiipulle muodostuu kattilahuoneen katon mukaisesti lasket-  
tuna. (2.)

## 2.5 Savukaasut

Savukaasujen leviämistä pohdittiin ennen rakentamispäätöstä, savukaasut vaikuttavat  
osaltaan rakennuksen paikan valintaan. Pihapiirissä oleva matala piippu saattaa usein  
tuoda matalapaineessa savut kohti päärakennusta. Tämä tiedettiin kiinteistön vanhan  
hakelaitoksen sijainnista pääteltynä. Puhtaasti palaessaan savukaasuja ei juuri huo-  
maa, mutta hakelaitosta on vaikea hallita niin, että epäpuhdasta palamista ei aina syn-  
tyisi. Eräässä tutustumiskohteessa savukaasut olivat johtaneet laitoksen savupiipun  
korottamiseen, paikka oli läheisen koulurakennuksen läheisyydessä, jossa savukaasut  
aiheuttivat ongelmia. (3.)

## 3 Puu energialähteenä lämmöntuotannossa

Puupohjaisia energialähteitä pidetään hiilineutraalina materiaalina lämmön tuotannos-  
sa. Puun poltossa hiilidioksidipäästöt puun elinkaaren aikana, ovat nolla. Puusta va-  
pautuu poltossa typen oksideja sekä pienhiukkasia, jotka ovat terveydelle vaarallisia.  
(4.)

Puun lähde energiakäyttöön on usein teollisuuden sivuvirtoja kuten puru, kuori, hake.  
Metsän hoitoa tai maiseman hoitoa, risut, havut, kannot, lahopuu, kokopuu. Myös ra-  
kentamisessa syntyvää käytettyä puuta poltetaan energiaksi. (5.)

### 3.1.1 Rakennuspuu

Puun käyttö rakentamisessa, jossa puu käytetään esimerkiksi runkomateriaalina, sitoo rakennuksen elinkaaren aikana hiiltä, niin kauan kun rakennus on pystyssä. Puun käyttö rakennusmateriaalina on tehokas ja ekologinen tapa kartuttaa hiilivarastoja. (5.)

### 3.1.2 Puun korjuuketju

- Puun kaato moottorisaha, tai koneellinen.
- Puun keräily ja kuljetus, sekä lajittelu tukki, kuitu, hakepuu välivarastolle.
- Puun haketus hakkurilla kuorma-autoon.
- Hakkeen kuljetus käyttökohteeseen.
- Hakkeen poltto energiaksi.

### 3.1.3 Päästöt puun energiakäytössä

Pienissä lämpölaitoksissa päästöjen vähentäminen erilaisilla savukaasupesureilla ja suodattimilla on kustannuksien muodostumisen takia yleensä mahdotonta. Pienpuun haitalisten yhdisteiden takia, sekä hyötysuhteen noston takia puun poltossa on keskitytty palamistapahtuman parempaan hallintaan. (4.)

Palamistapahtuman hallinta puuta käytävissä lämpölaitoksissa on tehostunut. Digitaalinen mittaustekniikka yhdessä laitteistojen teknisen kehityksen myötä on uudistanut polttoprosessin hallinnan. Myös polttotekniikka on kehittynyt mm. erilaisten polttoaroiden myötä.

## 3.2 Lämmön siirto

Lämmönsiirto keskitetystä lämmöntuotantolaitoksesta mahdollistaa yhden laitoksen edullisemmat kustannukset. Näin saavutetaan myös paloturvallisuus, sillä vesi on lämmön siirtoelementti. Hyöty on myös yhden kattilan huolto ja logistiikka. Huonona puolena voi olla, että yksi kattila ei pysty mukautumaan alhaiseen ja suureen lämmönkulutukseen.

Lämpökanaalien kustannukset tulee huomioida kohteiden välillä. Teräsputkistoon perustuvat kanaalit ovat tunteettomia lämpöpiikeille ja voidaan jatkuvasti siirtää jopa 120 asteista vettä käyttökohteeseen. PEX-putkiratkaisuissa on huomioitava siirrettävän nesteen lämpötila ennenaikaisen vanhenemisen estämiseksi.

### 3.3 Lämmön varastointi

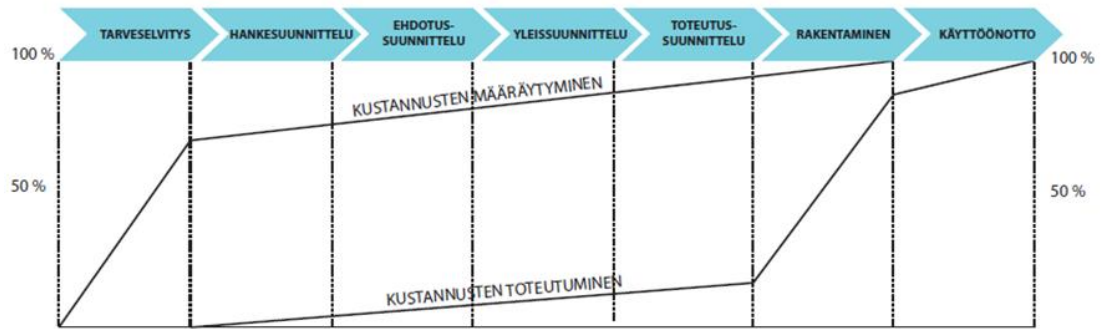
Vesivaraajalla voidaan kompensoida kesäajan pientä lämmöntarvetta. Käyttämällä hakekattilaa esim. kerran viikossa lataamaan varaaja täyteen. Vesivaraaja voidaan käyttää myös aurinkoenergian varastointiin. Tällöin kattilaa käytetään kesäaikana vain suurempaan lämmöntarpeeseen.

Kattilan teholuokkia ja valmistajia vertailemalla oli myös tehty huomio, että automaatio ja laitteiston varustus paranee huomattavasti isomman kokoluokan hakekattikattilassa, näistä tulisi rakennuttajalle käytön aikaista kustannussäästöä ja käytön helppoutta.

## 4 Investointitarve ja hyödyt

Hankesuunnitelmassa asetetaan rakentamisen tavoitteet ja laajuus. Laaditaan alustava aikataulu, rajataan erilaisiin rakentamien kokonaisuuksiin ja vaiheisiin. rakentamista tehtävät päätökset vaikuttavat ratkaisevasti rakentamisen kokonaiskustannuksiin. Jo tehtyjä rakennuspäätöksiä ja hankintoja on usein mahdotonta muuttaa jälkikäteen, tehtävät muutokset voivat tulla rakennuttajalle todella kalliiksi, jonka lisäksi myös aikataulut menevät usein uudelleen laskentaan.

Hankesuunnittelussa tehdään lopullinen investointipäätös ja mahdolliset rajaukset, jota investointi koskee.



Kuva 3. Kustannukset määräytyvät ja toteutuvat rakennushankkeessa eri aikaisesti. Muokattu lähteestä: RT 10-11226 Talonrakennushankkeen kulku. Kustannusten muodostuminen ja ohjaus.

Kuva 1. Kustannuksien määräytyminen (6).

#### 4.1 Hyvän suunnittelun tavoite ja tarve

Kaikki muutokset ja suunnitelmat on myös pidettävä päivitettyinä ja ajan tasalla koko rakentamisen ajan.

Muutokset, joita tehdään, kun investointeja ja rakentaminen on jo aloitettu, vaikeuttavat investoinnin hallintaa, johtavat aikatauluongelmiin, kustannusten karkaamiseen.

Suunnitelmien muuttaminen ja päivittäminen rakentamisen jo ollessa käynnissä merkitsee myös että, aina suurempi joukko rakentamisen eri osapuolia tulee saattaa päivitetyn tiedon saajaksi ja virheiden mahdollisuus kasvaa.

Omien kokemusten mukaan myös alkuperäinen idea rakennuksesta, jota aletaan rakentamaan voi muuttua niin paljon, että hyvää laadukasta lopputulosta ei enää saavuteta Kustannustehokkaasti ja aikatauluun sidottuna.

#### 4.2 Hankkeen kustannusvertailu

Kustannuksia tulee vertailla ennen minkäänlaista rakentamisen investointia. Tällöin muodostuu erilaisia mallipohjia siitä, millainen rakennus tulisi muodostumaan ja millä laitteilla.

Kustannusten hallintaan on hyvä olla liiketoimintasuunnitelma, josta saa kuvan tulevaisuuden suunnasta liiketoiminnan kannalta ja voidaan pohtia lisärahoitustarvetta. Liiketoimintasuunnitelma antaa pohjan investoinneille, helpottaa monelta osin investointien tulevaisuuden suunnittelua ja antaa suuntaa myös muille suunnitelmille, jolloin voidaan välttyä mahdolliselta hukka-investoinnilta ja rahoitusvaikeuksilta.

Esimerkki kassalaskelmasta

tulot		40 000,00 €
menot		26 000,00 €
kassajäämä		14 000,00 €
investointimeno		100 000,00 €
omaisuuden myynti		15 000,00 €
avustukset		20 000,00 €
lainojen nosto		50 000,00 €
yli/alijäämä	-	1 000,00 €

Kuva 2. Kassalaskelma

### 4.3 Rahoitus

Rahoitus voi koostua omarahoituksesta, pankkilainasta ja mahdollisesta energia avustuksesta. Tulorahoitus voi olla merkittävä pitkissä investoinneissa. Erilaiset rakentamis-, ja energia -avustukset vaihtelevat vuosittain ja niitä on haettava ennen rakentamisen aloittamista. Kohteet, joihin avustusta saa, ovat yleensä tarkoin rajattuja ja avustuskohdeet voivat vaihdella hallinnon päätösten mukaan. Hyväksyty avustuspäätös selkeyttää omalta osaltaan hankkeen rahoitusta.

## 5 Asetetun tavoitteen vaihtoehdot

Ehdotus ja yleissuunnitteluvaiheessa pohditaan rakentamisen sijoittelua toisiin rakennuksiin ja ympäristöön. Huomioidaan rakennusluvan ja rakentamislakien asettamat vaatimuksia rakennukselle. Suunnitellaan rakennus käyttötarkoitukseen. Tehdään ehdotukset yleissuunnitelmiksi. Suunnitteluvaiheen pohjalta tehdään hyväksytyt suunnitelmat ja pääpiirustukset rakennuslupiin. (6.)

Rakentamispaikkaa pohditaan eri vaihtoehtoja huomioiden ja mahdollisilla tutustumiskäynneillä eri kohteisiin. Pohdintoihin osallistuvat mm: hakekattiloiden toimittajat, rakennuttaja, käyttöhenkilöt ja kohteen pääsuunnittelija.

### 5.1 Rakennuspaikkojen harkinta

#### 5.1.1 Olemassa oleva rakennus lämpökeskuksena

Lämpökeskuksen paikaksi voi soveltua myös jokin rakennus, jonka käyttötarkoitusta olisi voinut muuttaa esim. kylmä konehalli tai muuten pieneksi jäänyt varasto tai autotalli. Näissä tapauksissa on otettava huomioon palomääräykset ja etäisyydet muihin rakennuksiin.

#### 5.1.2 Vanhan lämpökeskuksen peruskorjaus

Rakennuspaikka vanhan hakekattilan tilalle uusi lämpökeskus jäi pois hakekattilan koon kasvaessa, jolloin vanha pannuhuone olisi tarvinnut suuret muutokset. Lämmön tuotantoa ei voinut myöskään keskeyttää rakentamisen ajaksi, jolloin olisi tarvittu väliaikainen lämmön lähde, esim. öljykattila.

#### 5.1.3 Rakennuspaikka pihapiirissä

Asuintalon pihapiiriin rakentaminen jäi suunnitelmista, kun huomioitiin roskaamista, pölyämistä ja savukaasujen leviämistä pihapiiriin. (4).

Pihapiirissä rakennus olisi myös vaikuttanut jokapäiväiseen liikennöintiin maatilalla rakentamisaikaan ja rakennuksen käyttöönoton jälkeen, sekä olisi aiheuttanut turvattu-  
muutta pihapiiriin liikennöinnin takia.

Muita rakennuspaikan hylkäämiseen johtavia syitä oli viemäröinti ja kuivatus, sillä tiedettiin, että salaojakorko ja viemäri korko ei olisi riittänyt ilman erillisiä pumppaamoja. Rakennuspaikka oli myös perustusolosuhteiltaan huono, sillä paikka on savinen.

#### 5.1.4 Paikallarakennettu tai ns. lämpökontti

Eräs ratkaisu olisi myös ollut eri valmistajien tarjoama hakelämpökontti, joka tulee valmiina asiakkaan tekemille perustuksille, tämä antaa myös mahdollisuuden kustannusten hallintaan sillä kontin varustelu ja kulut tiedetään tilattaessa.

Paikalla rakennettaessa rakennuksen muoto ja koko on sovittavissa tarpeen mukaan. Kiinteistön olemassa olevaa rakennuskantaa voidaan huomioida ulkonäköksymyksissä.

## 6 Toteutussuunnitelma

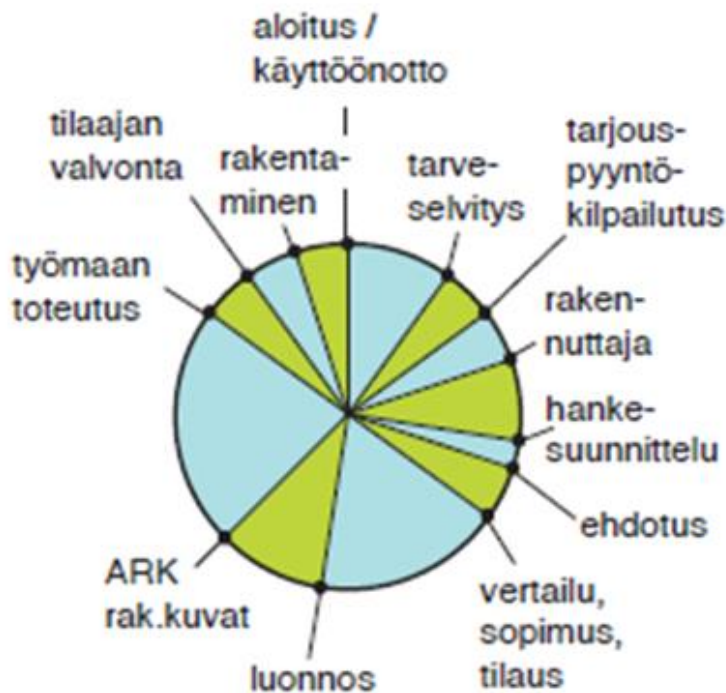
Yleisaikataulun laadinta ja yleissuunnittelu rakennuksen toteuttamiseksi sisältää tarkennettuja rakennekuvia ja aikatauluja lopullinen rakentamispäätöksen tueksi. Suunnittelu-aikataulu antaa kuvan rakentamisen kestosta.

### 6.1 Rakennushankeen ajallinen suunnittelu

Rakennusprojektiin ryhdytään tuotteen, palvelun tai tuloksen aikaansaamiseksi. Projektilla on selkeä alku ja loppu, joka alkaa päätöksestä aloittaa ja loppuu kun tavoitteet on saavutettu. (6.)



Ajallinen suunnittelun ohjekartta sisältää eri vaiheita



Kuva 3. Ajalliset totutukset ohjekello (6).

Rakennusprojekti jaetaan ajallisiin ja tehtäväkohtaisiin osa-alueisiin, projektin jakaminen pienempiin osiin auttaa kokonaisuudet hallinnassa ja, silloin voidaan ajatella, että aina on yksi osa kokonaisuudesta tehty loppuun ja voidaan siirtää esim. urakkaryhmä toiseen tehtävään. Jakaminen osiin tuo työkalun projektin hallintaan.

## 6.2 Tehtäväkokonaisuudet

Projekti voidaan jakaa tehtäväkokonaisuuksiin tai osakokonaisuuksiin, esim. rakennus, laitteet, tai valutyö, muuraus. projektin sisällä voi olla tehtäviä, jotka toistuvat, lopputulos projektista kokonaisuudessaan on ainutkertainen. Tehtävät voivat olla ennakoimattomia ja vaativia sekä muuten monimutkaisia. (6.)

### 6.3 Johtaminen

Projektijohtaminen vaatii yleensä johtamista, joka tarkoittaa resurssien jakamista ja hallintaa. hallintaan kuuluu yleensä resursseja kuten työvoiman, materiaalin, rahan, energian käyttöä tavalla, jolla tavoitteet saavutetaan. (6.)



Kuva 4. Projektin osapuolet ja mitä tehdään (6).

Projektin ajallinen suunnittelu on aikataulu ja ohjekartta projektin läpiviemiselle. Aikataulu kertoo projektin osapuolille mitä kussakin vaiheessa tehdään tavoitteiden saavuttamiseksi. Kokonaisuus hallitaan vastaamalla kysymyksiin mitkä tehtävät, miten ne ajoitetaan ja missä järjestyksessä suoritetaan, kokonaisuudesta muodostuu aikataulutaminen ja ajoitus tehtäville.

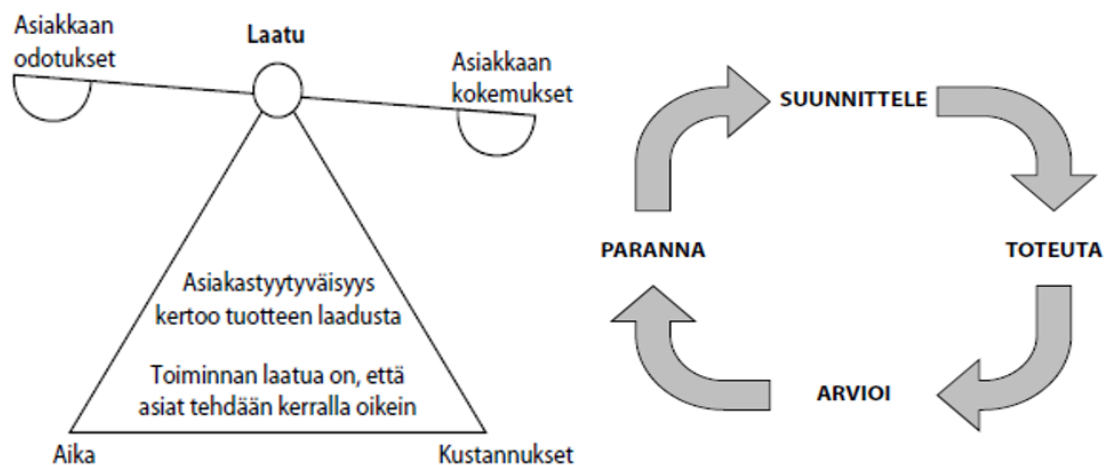
## 6.4 Rakentamisen laatuajattelu

Laatuajattelu on tapa ajatella rakentamisen prosessia kokonaisuutena. Laatuajattelu varmistaa toimenpiteiden tekemisen suunnitellusti oikeilla menettelytavoilla.

Hyvä laatu syntyy rakentamiseen vaikuttavien henkilöiden vuorovaikutuksesta, joka on vastuuta suunnittelusta ja totutuksesta koko rakentamisen ajan.

Laatuajattelulla pyritään varmistamaan eri häiriötekijöiden eliminointi, johon pyritään tekemällä toimenpiteet niin kuin ne on sovittu. Toimenpiteiden pitää olla selkeitä ja tavoitteellisia. (6.)

Laadukas ja kustannustehokas rakennus syntyy hyvällä johtamisella ja ennakkoinnilla. Laatuajattelu johtaa tavoitteet täyttävään lopputulokseen, johon rakentamisen osapuolet voivat olla tyytyväisiä.



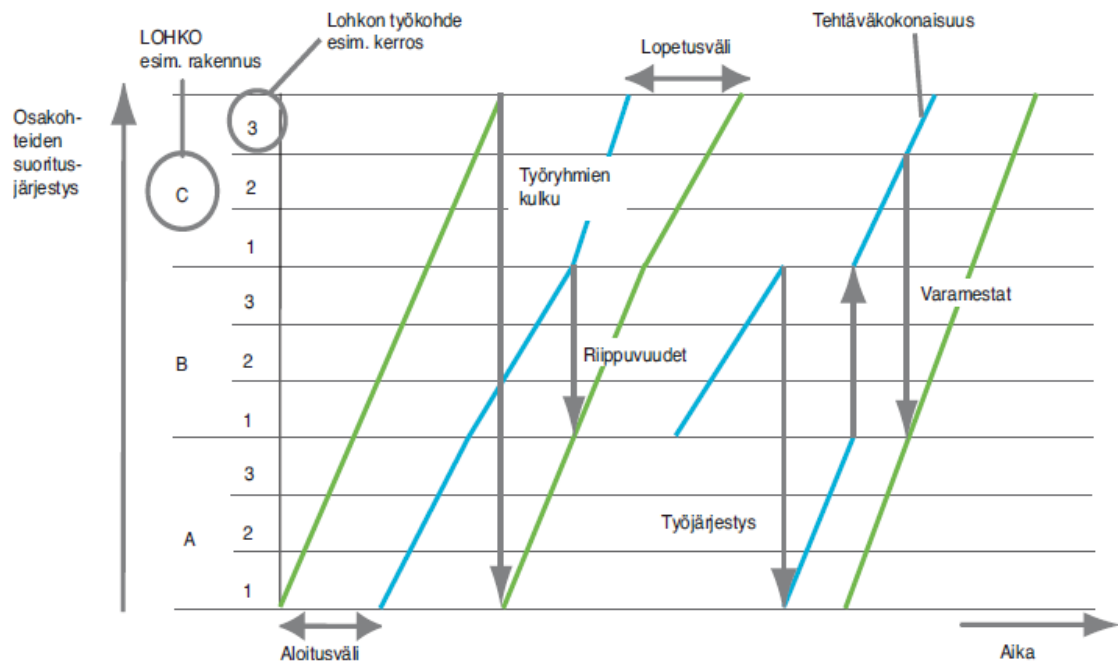
Kuva 5. Laadun tasapainon saavuttaminen (7).

### *Yleissuunnitelma*

Rakennusprojektista (lämpökeskus) laaditaan yleissuunnitelma, jossa rakennus on jaettu rakennusvaiheisiin. Rakennusosien jakamisen pohjana oli jako tehtäviin, jotka haluttiin saada ensin valmiiksi. Jaon kriteerinä on myös työvaiheet ja rakennuksen

osat, jotka tulevat tehtäviksi ennen toista rakennusosaa. Jaon pohjana voi olla myös kustannusten hallinta. (6.)

Rakennusosiin jaottelu auttaa määrittelemään hankintojen aikataulun ja tärkeysjärjestyksen.



Kuva 6. Työajan ja tehtävien riippuvuuksien hallinta (6).

## 7 Rakennuspaikka rakentamisen aikana

### 7.1 Rakentamiseen ja paikkaan vaikuttaneet havainnot

Rakennuspaikkaa valitessa mietittiin tulevaa ympäristöä ja kiinteistön toimintoja. Toimintoja voi ajatella kuljetusmatkojen pituudella ja kuinka usein esim. haketta joudutaan täyttämään syöttösiiloon, josta hakekattila ottaa hakkeen käyttöönsä. Samoin, kuinka pitkällä on päävarasto hakkeelle ja millaista siirtokalustoa voidaan käyttää kuljetuk-

seen. Onko hakelaitos, vaikka toisella puolen talouskeskusta, jossa ei yleensä tarvitse käydä, jolloin siirtymät voivat muodostua pitkiksi ja aikaa vieviksi.

Hakevaraston koko voidaan ajatella kuorma-autotoimituksen mukaan, traktoriperäkär-ryllätilavuudella tai vain kuormaajan kauhan tilavuuksina. On myös huomioitava kalus-ton kokoluokka sillä kovinkaan isolla peräkärriellä ei pysty kippaamaan rakennuksen sisällä, jollei rakennus ole huomattavan korkea. Ratkaisuna voi ajatella ulkona sijaitse-vaan betonilaattaa, josta hake siirretään sisätiloihin kuormaajalla.

Haketta toimittavissa kuorma-autossa voi olla käytössä ketjupurkupohja, jolloin korkeus pysyy maantiellä sallitussa 4.4 metrissä myös purkuvaiheessa.

Tarvikkeiden purkua varten on varattava tarpeen vaatiessa varastointiteline esim. be-tonielementeille, trukkilavoja ja 50 x 100 puutavaraa pätkinä tai pitkänä ja pressuja sääsuojaksi, kevyempi tavara esimerkkinä solumuovipaketit voivat tarvita ankkurointia tuulen vaikutuksia vastaan.

#### 7.1.1 Kuorma-autoliikenne

Kuorma-autotoimituksissa on huomioitava mahdolliset kelirikko ja kantavuusrajoitukset sekä siltojen kantavuudet ja korkeudet alituksissa.

Betoniautoille ja pumppuautolle on huomioitava kantava alusta ja riittävät tilat myös pumppauspuomille. Tyhjennetyille lähteville autolle on varattava huuhtelupaikka ja hy-vät mahdollisuudet ohittaa toisensa. Betonitoimittajat ottavat lisähintaa, jos palautetaan ylimääräinen betoni tehtaalle. Betoniautojen tuloaikaa voidaan säädellä esim. lattiava-lussa eri keinoilla. Kovettuminen on riippuvainen valunopeudesta ja mm. ilman lämpöti-last, kosteudesta ja käytetyistä betonin lisäaineista. Betonitehtaat neuvovat mielellään betonin valinnassa ja kuljetustavoista, esimerkiksi talvibetonoinnissa.

Nostokalusto tarvitsee erityisen nostopaikan, jonka kantavuus varmistetaan tarvittaes-sa erillisin suunnitelmin. Erityisesti on varmistettava, että ei olla jo kaivettujen salaoja tai muiden linjojen päällä. Maaperän painuminen putkikanaalien kohdalla voi johtaa putken vaurioitumiseen sekä putkien asennuksen painumiin. Painumat tulevat ilmi usein viemäriverkostojen kuvauksen yhteydessä.

## 7.2 Rakennuspaikan pohja ja maasto

Hakelämpölaitos joudutaan usein porrastamaan teknisten ratkaisujen takia maastoon, jolloin kävelytiet ja muut kaltevat kulkutiet on ajateltava ainakin talvikautena turvallisiksi. Ratkaisu voi olla myös riittävän iso varasto, jolloin talvikautena ei tarvitse liikennöidä hakkeen siirtämiseksi, kuten tässä ratkaisussa toteutettiin. Ajan hallintaa voi käyttää ratkaisun pohjana, kun työvoiman saatavuus on rajallinen. Kaikki lisätyö hakkeen siirrossa on pois kiireajan töistä. Usein myös kiireaikana kaikki kalusto on käytössä ja tapaturmien sekä virhearviointien riski kasvaa.

Sijituspaikkaa voi ajatella myös onko paikka pölyhaittoja sietävä, sillä varsinkin hakkeen siirto ja haketus pölyää. Samoin kattilan nuohous saattaa aiheuttaa pölyhaittaa.

Kiinteistöllä voi olla, kuten pihossa yleensäkin puhtaampaa liikennettä ja likaisempaa. Esim. kulku päärakennukseen halutaan säilyttää puhtaana ja siistinä.

## 7.3 Työturvallisuus rakentamisen aikana

Työturvallisuus rakennushankkeessa on riskien hallintaa, on estettävä ja tiedostettava vaaratilanteiden syntyminen. Vaaratekijöitä on poistettava ja estettävä, tähän vaikuttavat työmaalla suoritettavat toimenpiteet. Koulutus, tietoiskut ja tiedottaminen ovat eri keinoja hallita työturvaa. Työmaalla on oltava toimenpiteitä käytössä tapaturmien estämiseksi. (8.)

Työturva korostuu varsinkin kiireisenä rakennusaikana, jolloin riski virhearvioinneille kasvaa. Työturvallisuudessa voidaan ajatella myös niin, että loukkaantumisen takia menetettyä työaika ei saada takaisin. Loukkaantuneen ammattilaisen korvaaminen voi olla mahdotonta.

Rakennuksen ympärillä pyrittiin pitämään 5-10 metrin kulkukelpoisen alue koneille ja työntekijöille. Näin menetellen pystytään kantamaan koneilla tarvikkeita lähelle käyttökohdetta ja on turvallinen paikka kulkemiseen. Telineille järjestetään asennusympäristö, jossa telineiden vakaus voidaan varmistaa, vältettiin työskentelyä portailta.

- Nostureille varataan etukäteen suunnitellut nostopaikat.

- Lumet poistetaan kulkuteiltä koneellisesti ja lapiolla tai harjaamalla tarpeen mukaan, liukkauden torjunta suoritetaan tarvittaessa.
- Tarpeeton rakennusjäte siirretään välittömästi pois kulkuväyliltä ja rakennuskohteesta.
- Muovijäte kerätään, erityisesti talviaikana, tarkasti talteen liukkaudentorjunnan osatekijänä.
- Varmistetaan esteetön kulku työkohteeseen.
- Kaivannot pyritään täyttämään heti kuin mahdollista.
- Kaivannot tuetaan taikka tehdään viistoreunaisina sortumien estämiseksi.
- Aukot suojataan tai tehdään kestävä kansi.
- Erityishuomio varaston teräskehien (raudan) mahdollinen jäätyminen ja liukkaus.
- Tehdään talviaikana töitä sisällä.
- Henkilökohtainen suojaus varmistetaan.
- Kaiteet ja tavaroiden putoamissuojat varmistetaan.
- Työvaiheisiin käytetään tarkoitukseen sopivia välineitä.

## 8 Lämpökeskuksen toteutus Rannanpelto

### 8.1 Hankkeen historiaa

Kyseessä on maatilakiinteistö, jossa on puun käytölle pitkät perinteet. Puuta on maatilalla käytetty aikaisemmin polttoklapina päärakennuksen leivinuunissa ja lämmitysuuneissa ja karjakeittiössä.

Vuonna 1984 tilalle rakennettiin korjaamotila, jonka yhteyteen rakennettiin myös hakeella toimiva biolämpökeskus, josta lämpö jakautui päärakennukseen ja korjaamotilaan vesikiertoisena keskuslämmityksenä, joka vastasi sen ajan uutta tekniikkaa.

Tämän laitoksen käyttöikä oli päättymässä. Hakekattilaan oli tehty korjauksia. Hakekatilla ilman syöttö ja palosuoja -automatikkaa ei vastannut enää tämän päivän vaatimuksia. Hakelämpökattila oli jo käyttäjälleen ja ympäristölleen vaarallinen ja palon arka.

### 8.1.1 Tarveselvitys hakelämpökattilan kokoluokka

Toteutukseen valittiin puuhakkeeseen perustuva energialähde. Hakekattilan minimikooksi muodostui 70 kilowattia (kW) kattaen nykyisen konehallin ja asuinrakennuksen lämmöntarpeen. Koko määriteltiin lämmöntarvelaskelmin ja laitosvalmistajien kanssa käydyissä alustavissa neuvotteluissa.

Kannattavuuslaskelmin vertailemalla osoitettiin, että olisi mahdollista hankkia myös 70 kW kattilaa suurempi hakelaitos. Jolloin päädyttiin lopullisissa hankintapäätöksissä 200 – 250 kW hakekattilaan. Tällöin rakentamispäätös tarkentui huomattavasti, kun pohditettiin vain 250 kW hakelämpölaitosta ja sen ratkaisumalleja.

Suurempi hakekattila mahdollisti kiinteistön viljan kuivatukseen käytetyn öljyn määrän huomattavan vähentämisen. Tämä viljankuivurin käyttämä energiamäärä vaikutti huomattavasti hankintapäätökseen. Viljan kuivauksen tarvitsema lisäteho hoidetaan öljykattilalla. Viljankuivurissa öljyn sekä hakkeen yhteiskäytöllä voidaan tehostaa kuivurin toimintaa, ja saadaan huomattavat säästöt öljyn kulutuksessa.

## 8.2 Viljan kuivauksen energiakäyttö

Kiinteistön suurin energiantarve kohdistuu syksyllä viljan kuivaukseen. Laitoksia ja eri vaihtoehtoja vertailemalla päädyttiin ratkaisuun täyttää kiinteistön lämmön tarve yhdellä kattilaratkaisulla.

Päätös rakentaa viljan kuivaamolle lämpökanaali johti osaltaan pihapiirin hylkäämiseen lämpökeskuksen paikkana. Viljankuivaamolle tuli suuremmat lämpökanaaliputket, joiden hinta muodostui korkeammaksi putkikoon kasvaessa.

Nykyisin on myynnissä eri kokoluokan hakekattiloita tuhanteen kilowattiin asti, jotka on suunniteltu viljan kuivurin ainoaksi lämmön lähteeksi. Viljan kuivatuksessa tarvittavaa tehoa on vaikea saavuttaa kannattavasti muilla energialähteillä kuin puu, öljy tai kaasu. Viljan kuivatuksen ongelma on lyhyt käyttökausi. Suurta tehoa tarvitaan korkeintaan pari kolme kuukautta vuodessa, tosin rakennukset eivät silloin juuri vie lämmitystehoa.

Kuivurin ja lämpökeskus on hyvä sijaita lähekkäin, sillä varsinkin alkuvaiheessa kuivatuskautta näiden kahden laitoksen toiminta tarvitsee valvontaa.



### 8.3 Lämpökeskusrakennuksen sijoituspaikka

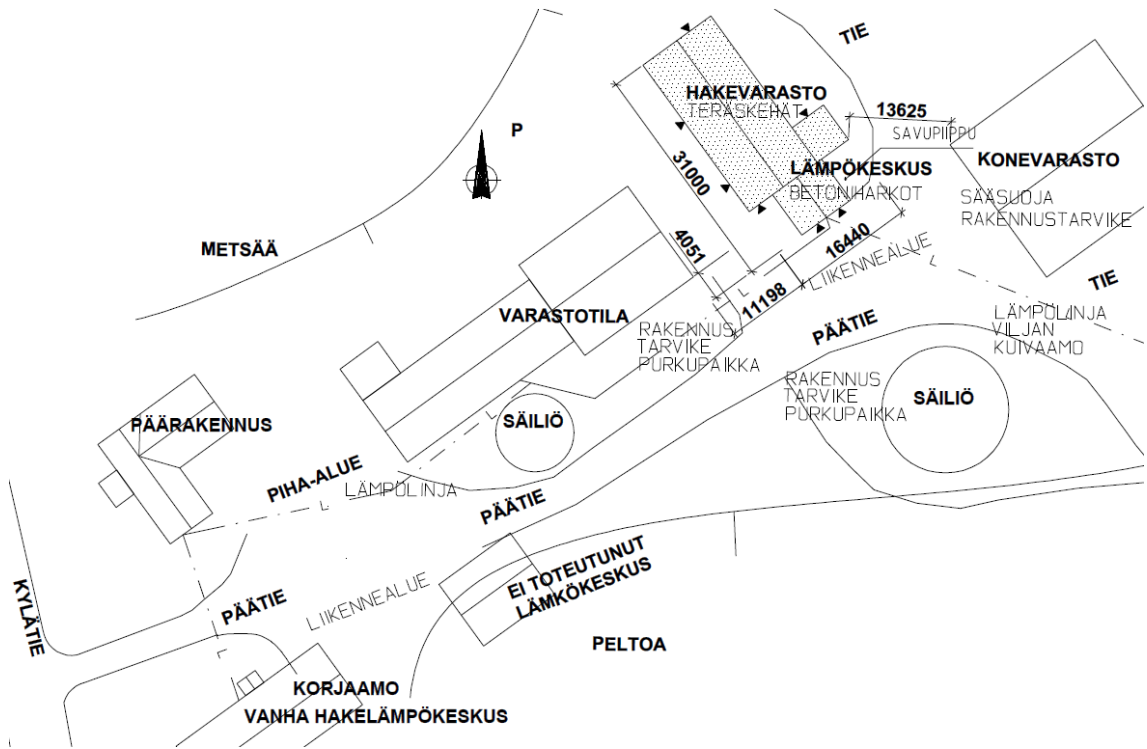
Paikaksi valikoitui kahden varastorakennuksen välissä oleva n. 40 metriä leveä rakennuspaikka, jossa oli betonirakenteiset käytöstä poistetut säilörehun laakasiilot. Noin 2,5 metriä korkeat laakasiilot saatiin käyttöön hakevaraston osalta. Paikan pohjaolosuhteet tiedettiin kovaksi moreeniksi ja hiekaksi, jolloin maaperätutkimus ei ollut tarpeellinen rakennuksen koko ja käyttötarkoitus huomioiden. Rakennuspaikan korkeusasema oli sopiva mm. salaojituksen kannalta, sekä hakelaitoksen korkeusasemien kannalta. Katamattomat laakasiilot olisivat tarvinneet vähintään aidan ympärilleen putoamisvaaran takia, tämä ongelma poistui, kun laakasiilo tuli rakennuksen osaksi. Tällä tilalla ei ollut rakennusta, jota olisi voinut harkita lämpökeskus käyttöön.

Rakennuspaikan valinta tehtiin kantavan pääkulkutien viereen, jossa on vuoden ympäri myös kuorma-autoliikennettä. Rakennukselle varattiin myös omaa piha-aluetta päätien varteen. Ratkaisu mahdollisti rakentamiselle hyvät lähtökohdat. Koko rakennuksen ympäristö on aina ollut liikennekäytössä ja siten hyvin kantavaa rakentamisen aikana. Rakennuspaikan sijainti sivussa maatilalla joka päiväisistä toiminnoista antoi mahdollisuuden suunnitella rakentamisen logistiikkaa omana yksikkönä ilman ulkoisia häiriötekijöitä.

#### 8.3.1 Tiet

Maatilalla on pidetty kuorma-autoille kääntöympyrää avoinna myös talviaikana tarpeen mukaan. Kääntöympyrä muodostuu noin 500 neliometriä käsittävän varastorakennuksen ympäriajosta, jolloin isojen autojen ei tarvitse tehdä peruuttamalla käännoästä. Kuva 7. Kuorma-autoille on kääntöympyrä konevarastorakennuksen ympäri, kuvassa oikealla.

Tarvikkeiden purku tapahtui yleensä päätien molemmille puolille. paikka oli myös tasainen ja tilava trukkihaarukoilla tapahtuvaan työskentelyyn.



Kuva 7. Rakennuksien asemointi ja lastaus sekä purkualueet.

### 8.3.2 Varastoalueet

Huomioitavana oli rakennusaikaisen varastoinnin tilan tarve, lähellä olevat varastot antoivat hyvän sääsuojan sääsuojasta tarvitseville rakennustarvikkeille.

Rakentamiseen käytettävät betoniharkot nostettiin päätien varteen lajiteltuina eri harkkokoot ja kulma harkot sopivasti niin että ne voitiin nostaa seuraavalla siirrolla suoraan käyttökohteeseen, mahdollisimman vähäinen siirtely auttaa pitämään harkot ehjinä, sillä varomattomassa siirrossa harkoista lohkeaa paloja.

Toinen tapa, jota käytetään yleisesti, on nostaa harkot suoraan käyttökohteeseen, Tässä tapauksessa saatiin tehokkaasti käytettyä nostotyö ja siirtokalustoa hyväksi, valintaan vaikutti myös betoniharkkoseinän yli 4 metrin korkeus, sekä mahdollisuus täyttää seinien vierustat heti kun seinät kohosivat suunnitellun maanpinnan tason yli kosteus- ja lämmöneristeitä sekä pinnan kaatoja unohtamatta.

## 8.4 Perustustyöt

Maankaivuu ja salaojitus tehtiin ensin alimpaan tasoon kattilahuoneen betoniharkkorakenteiden osalle. Tämän jälkeen tehtiin anturalinjat ja niiden sepelitäyttö ja anturoiden raudoitus ja valu. Anturavalun ja muottien purun jälkeen voitiin suurelta osin tehdä mursketäyttöjä anturan yläkorkoon, näin saatiin betoniharkkoasennukselle lisää tilaa ja tasainen työskentelypohja sekä voitiin välttää teline työskentelyä.

Ote rakennustapaselostuksesta.

Pintahumukset poistetaan.

Piha-alueella tehdään kallistukset pintavesien poisjohtamiseksi rakennusten-reunustoilta ja piha-alueelta. Rakennus liitetään sadevesiviemäriin, joka johdetaan kokoojakaivon kautta peltosalaojaan

### 1112 Kaivannot

Maankaivu toteutetaan asemapiirroksen, pohjarakennuspiirustuksen, rakenne - piirustusten, salaojapiirustusten sekä vesi-, viemäri- ja sähkösuunnitelmiin liittyvien asemapiirrosten mukaan.

Perusmuurin vierustäytöt tehdään rakennetyyppien mukaan kerroksittain tiivistettävällä routimattomalla maa-aineksella. Tiivistys RIL 132-1097 mukaan.

### 1114 Täyttörakenteet

Tontilla ei ole merkittäviä täyttöalueita.

Pohjissa ei saa olla +/- 100 mm suurempia epätasaisuuksia.

Liikennealueet täytetään pintamateriaalien asettamien vaatimusten mukaan.

### 1116 Kuivatusrakenteet

Rakennus liitetään tilakeskuksen vesiverkoston.

Jätevesiviemäröinti ja pintavesiviemäröinti tehdään työselostuksen, rakennepiirustusten ja LVI-suunnittelijan laatimien suunnitelmien mukaan.

Salaojitus ja kuivatus tehdään erikseen tehtävien suunnitelmien mukaisesti. Salaojat rakennetaan maanvaraisina. Salaojien ympärystäyttö RIL 126 kuvan 20 rakaisualueen 2 mukaista. Salaojina käytetään muoviputkea ja tarkistuskaivoina PEH muovikaivoja.

Putkijohdot perustetaan 100-200 mm kiviainesarinan välityksellä pohjamaan varaan, putkien päälle >100 mm soratäyttö. Salaojalinjojen kallistukset >1:100.



Kuva 8. Salaojien asennus seinälinja merkittynä. Huomaa turvalliset viisteet.

## 8.5 Betoniharkkoseinät

Betoniharkkoseiniä nostettiin ja valettiin monessa erässä, jolloin jouduttiin käyttämään lisäraudoituksia pystyraudoissa, mutta menettelytavalla pystytiin tekemään ulkopuolen ja sisäpuolen täytöt lopulliseen korkoon heti, jolloin työturvallisuus parani, sillä telinetehtävyys jäi vähemmäksi. Telineille muodostui täyttöjen myötä tasainen asennusympäristö johon, telineitä oli helppo tehdä.

Kaivannot pyrittiin täyttämään heti kuin mahdollista, joka loi hyvät edellytykset nostokaluksen ja telineiden tehokkaalle käytölle.

### 8.5.1 Rakennekuvaus

Pannuhuone tehtiin betonivaluharkoista, katossa ontelolaatat sekä lämmöneriste yläpuolella. Kattilahuoneesta on ovi vain ulos, jolloin palo-ovi sisätilassa ei voi jäädä auki. Rakennuksen etäisyys toisiin rakennuksiin on 12 metriä.

Kattilahuoneen räystäälle, varaston päätyyn, asennettiin paloa estävät levyt, jotka estävät tulen suoran nousun räystäältä seinälle.

### 8.6 Betonitoimitukset

Betonin määrä optimoitiin tarkalla laskennalla, ennakkoinnilla ja huolehtimalla että oli jokin pieni lisä betonivalu, johon betoni soveltui, viimeinen mahdollisuus oli purku huuhtelupaikalle. josta sen voitiin hiukan kovettuneena murskata esim. tiehen käytettävän murskeen sekaan käytettävissä olleen kuormaajan avulla, jolloin ei muodostu vaikeasti käsiteltäviä huonossa tapauksessa tuhansien kilojen betonilohkareita. Kustannusten säästämiseksi lattiavalut tehtiin rännivaluna.

Rakentamisaikana lykättiin noin 15 metrin salaojan tekoa, sillä ennakoitiin tulevaa betoniautojen liikennettä ja pumppuauton asemapaikkaa. Tällöin ei ollut pelkoa maaperän häiriintymisestä raskaan kuorman alla. Betoniautojen operointipaikka oli koko rakentamisen ajan suunnilleen sama keskeisesti rakennukseen ja hyvällä näkyvyydellä. Kyseinen salaoja oli osittain tulevan oviaukon kohdalla ja sen rakentaminen oli luontevaa liittää lattiavalun kanssa samaan aikatauluun.

### 8.7 Logistiikka tavarantoimittajien välillä

Logistisesti kriittinen oli betoniharkkomuurauksen jälkeinen ontelolaattojen asennus kattilahuoneen huoneen ja vieressä sijaitsevan lämpimän varaston osalle. Ontelolaatta-toimitus sisälsi tehtaalle toimitetut ontelolaattakuvat, tehtaan tarjouslaskennan ja tehtaan tuotanto aikataulun, jonka mukaan muodostui toimitusaikataulu kohteeseen.

Tarjous sisälsi toimituksen käyttökohteeseen ilman kuorman purkukalustoa. Suunniteltu toimituspäivä saatiin tehtaalta, joka sovitettiin tässä tapauksessa nosturiyrittäjän aikatauluun, jolloin lopullinen toimituspäivä varmistui. Vaihtoehtoina ontelolaattojen pu-

rusa työmaalle on purku varastointipaikalle tai nosto suoraan kohteeseen kuten tässä tapauksessa meneteltiin.

## 8.8 Nostotyöt

Ontelolaattojen nostopaikka oli rakennuksen pihassa ja elementtiauto jäi päätielle, jolloin saatiin optimaalinen näkyvyys ja lyhyt siirtomatka nosturille ilman vaaraa alla oleville rakenteille ja nostotyön tekijöille. Nosturiyrittäjä suositteli toimitettujen esitietojen mukaan nosturia, josta valittiin saatavilla ollut yhtä kokoluokkaa isompi nosturi, sillä usein ajateltu nostoetäisyys ylittyy, kokoluokan nostaminen ei tuonut tässä tapauksessa, juurikaan lisähintaa. Ontelolaattojen nostotyö aloitettiin auton lavalta kohteeseen nostopöytäkirjan laadinnan jälkeen. Ontelolaatat tarkastetaan ennen nostoa, tarkastukseen kuuluu mm. vetoterästen vetäytymisen tarkastus.

Harkinnassa oli myös jo toimitetun lämmityskattilan nostaminen ennen ontelolaattojen asennusta yläkautta paikoilleen samalla nosturilla ennen ontelolaattoja. Tämä työ siirrettiin myöhempään ajankohtaan. Näin lattiavalu saatiin tehdyksi sääsuojassa ontelolaatta asennuksen jälkeen. Kattilahuoneeseen jätettiin leveä ja korkea oviaukko, josta kattila saatiin sisälle myöhemmin lattiavalun jälkeen.

## 8.9 Lämpökanaalit

Kanaalit toteutettiin uretaanieristeisillä teräsputki lämpökanaalielementeillä (Mpuk). Kaukolämpöputkiston vieminen päärakennukseen ei katkaissut päätietä, kanaalikaivanto avattiin juuri ennen, kuin kanaalin asentaja tulivat asentamaan lämpökanaali putkistoa. Näin päärakennukseen menevä pihapolku lämpökanaalin kohdalta oli kulkusillan varassa vain 3 päivää. Samaan kaivantoon asennettiin myös ohjaussähkölle maakaapeli myöhempää käyttöä varten, jolloin kaivantoa ei tarvitsisi avata kaapeloinnin takia uudestaan.

Viljan kuivurille menevä lämpökanaali tehtiin eri ajankohtana erillään muusta lämpökanaaliasennuksesta ajankohtana, joka sovitettiin niin että maatilalla ei ollut kuorma-autoliikennettä ja muutakaan tarpeellista liikennettä kovin paljoa, sillä tämä kanaali katkaisi päätien.





Kuva 9. Lämpökanaalin hitsaus.

#### 8.10 Kattilahuone

Päärakennuksen lämpökanaali asennuksen jälkeen keskityttiin kattilahuoneen laitteiston asennukseen ja sähköistykseen Kattilahuoneeseen tuli myös vesipiste ja painevesi, jota käyttää mm. takatulisuojaus. Samalla uusittiin kiinteistön painevesijärjestelmää ja viemärointiä. Sähkövedoissa oli ennakoitu maankaivuun yhteydessä potentiaalitasaus maadoitus perustuksiin. Sähkö syöttö kaapeloitiin lähellä sijaitsevasta sähkökeskuksesta, josta sähkö menee ennestään viljankuivurille ja varastorakennukseen.



Kuva 10. Kattilan liikkuva arina, jonka päälle hake syötetään.

#### *Porrasarinaisen polttimen asennus*

Tavoitteena rakentamisessa oli, että laitos olisi helppo korjata ja huoltaa ilman isoja purkamisia tai rakenteiden purkuja. Kuvassa 10 olevan arinaosan pystyy irrottamaan kunnostukseen suhteellisen helposti.





Kuva 11. Poltin ja ilmapuhaltimet.

### 8.11 Hakevarasto

Laitteiston asennuksen jälkeen keskityttiin varasto-osan rakentamiseen. Varasto-osa oli suunniteltu tehtäväksi teräsrakenteisina kehinä Laakasiilorakenteen päälle. Tähän varastoon oli myös suunniteltu leveä oviaukko kylkiseinälle. Kehärakenteen toimittajan kanssa muokattiin rakenteet ja oviaukko tehtaan tuotantoon sopivaksi. 9 metrin oven päälle oli suunniteltu järeä HEA-teräspalkki, jonka kantavuus tarkistettiin tehtaan toimesta.

Toimitus sisälsi kattotuolit sivuoven palkin päälle ja teräskehät, joilla saatiin suuri sisäkorkeus varastoon. Tehdas toimitti kaikki teräsosat, jolloin logistiikka ja osien sopivuus oli varmistettu. Korkean rakennuksen ja työn säästön takia tehdas toimitti myös päätyjen teräsrungot, joka helpotti huomattavasti rakentamista. Vaihtoehtona päätyihin olisi ollut paikalla rakennetut puurungot. Tehtaan lopullisten asennussuunnitelmien mukaan toteutettiin pilarianturat kehillle.

Teräskehät asennettiin osa kerrallaan tehden heti pysyvä tuulisidonta tehtaan asennusohjeen mukaan.



Kuva 12. Teräskehät asennettuna ja tuulisiteet hitsattuna.

Rakennuksen kattorakenteet asennettiin koko rakennukseen kerralla aloittaen teräskehien päälle asennettavista kattovasoista. Kattovasojen asennuksen jälkeen asennettiin hakevaraston kattopellit. Kattojen turvallisuus viimeisteltiin asentamalla lumiesteet katon jokaisen räystäällä sijaitsevan oviaukon kohdalle.

## 8.12 Savupiippu

Savupiippu tilattiin 2 metriä pidempänä (8 metriä), kuin palomääräykset edellyttivät. Tällä varmistuttiin savukaasujen leviäminen ilman haittoja rakennetussa ympäristössä. Savupiippu asennettiin nosturin avulla kattilahuoneen kylkeen valetulle laatalle, jossa oli rakennesuunnittelijan ja savupiippuvalmistajan ohjeiden mukaan raudoitettu ja valettu betonilaatta ja savupiipun ankkurointikehikko, jonka savupiippuvalmistaja oli toimitanut aikaisemmin työmaalle. Samalle betonilaatalle järjestettiin myös tila tuhka-astialle.

## 9 Rakennuksen ottaminen käyttöön

Rakennuksen käyttöön otossa huomioitiin viimeisinä asioina rakennusvalvonnan asettamat vaatimukset paloturvallisuus kaiteet kulkutiet ja poistumistiet sähköpöytäkirjat, paloturvallisuus. takuut ja vakuutukset. Rakennuksen ympäristö tarkastettiin, jolloin todettiin, että kaikki kannet aidat ja kaiteet olivat asiallisesti kiinni. (9.)

### 9.1 Rakennuksen huoltokirja

Rakennuksesta kerättiin toimitusten mukana tulleet asiakirjat, ja ohjekirjat, jotka on hyvä säilyttää myöhempää tarvetta varten esimerkiksi huoltotilanteissa jonkin osan malli ja sijainti voi selvitä papereista ja dokumenteista paljon nopeammin lisäksi esimerkiksi käyttöturvallisuustiedotteita on saatavana valmistajien kotisivuilla. Valokuvia on myös otettu rakentamisen edetessä.

Rakennuksen käyttöönottoon liittyy rakennuttajan opastaminen rakennuksen ja laitteiden käyttöön. Asiakas ei välttämättä osaa heti kaikkea rakennuksen käyttöön liittyvää tietoa.

On hyvä varata aikaa myös myöhempää opastusta varten. Erityispiirteenä tuli esiin Lämpökattilan hallinta ja mitä säätöjä tehdään milloinkin ja mihin suuntaan. Herkästi ajatellaan säätöjä väärin päin, jolloin lopputulos ei ole toivottu.

### 9.2 Kattilahuoneen varusteet

Pannuhuoneen varustukseen kuuluu tässä tapauksessa palosammutin, sammutuspeite, paineilmalaitteisto, ilmareikien avaamiseen ja nuohousta varten. tuhkaaimuri, erilaisia harjoja sekä raspeja, tuhka-astia kannellinen, lapio tasakärkinen, työskentelypukki, painevesi letkulla, käsienpesuallas, ämpäreitä. pesuaineita, kuulonsuojaimet ja hengityssuojain

Koska hakelämpölaitos tarvitsee jonkin verran valvontaa, paikka on hyvä valita niin että siitä mentäisiin usein muutenkin ohi kävellessä ja työskenneltäessä tilalla. Käyttöön otossa havaittiin myös laitoksen etävalvontayksikön toimivuus. Etävalvonnalla voidaan

ohjata hakelaitoksen toimintoja. Hälytyksistä saadaan myös tekstiviesti valittuihin puhelimiin.

## 10 Johtopäätökset

Rakentamisen hallinta ja suunnittelu on aina avainasemassa pyrittäessä laadukkaaseen lopputulokseen. Kerralla laittamalla resurssit oikeaan kohtaan saavutetaan hyvä lopputulos. Korjaaminen ja uudelleen tekeminen on aina resurssien tuhlaamista. Usein joudutaan vain paikkaamaan jo tehtyä työtä, sillä harvoin pystyy aloittamaan koko työn uudestaan. Hyvä ennakkosuunnittelu ja oikea työjärjestys auttaa pääsemään työturvalliseen lopputulokseen. Usein pieni rahallinen tai ajallinen tinkiminen rakentamista aloitettaessa johtaa vääriin päätelmiin. Kaikkien osapuolten saumaton yhteistyö on avain onnistuneeseen lopputulokseen.

## 11 Yhteenveto

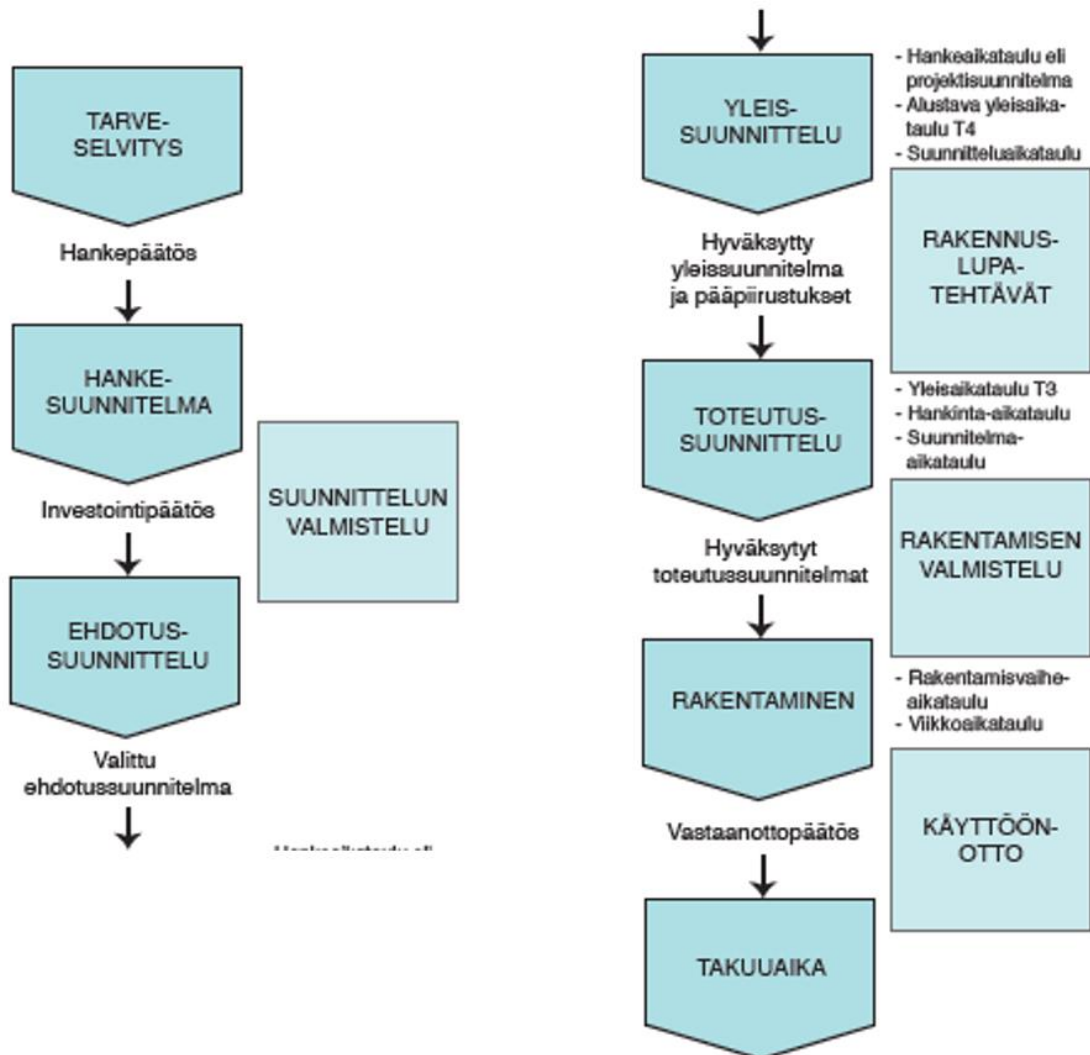
Kohdetta ei pystytty muiden töiden takia viemään kerralla loppuun. Tämä tiedettiin jo rakentamista aloitettaessa, mikä johti osaltaan rakentamisen pilkkomiseen tehtäväkonaisuuksiin, tehtäviin pilkkomisesta on aina hyötyä, sillä saadaan aina jokin tehtävä päätökseen. Lämpökeskuksiin tutustuminen auttoi paljon päätösten teossa ja laitoksia esiteltiin mielellään. Yhdessä lämpölaitoksessa vierailtiin useampi kerta sillä aivan kaikkea asennuksiin liittyvää ei osannut ennakoida, huomattiin esimerkkinä, että lämpöputkistot saattavat tulla huollon ja nuohouksien eteen. Tässä laitoksessa käytettiin putkilinjaa kaiteen osan kattilan päällä, sillä siellä on nuohouspiste kannessa. Kustannuksissa pysyttiin hyvin ennakkoinnin ansiosta, vaikka joihinkin kohteisiin investoitiin enemmän kuin oli tarkoitus alun perin. Valokuvaus on hieno dokumentoinnin väline rakentamisessa.

## Lähteet

- 1 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2017. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170848>>. Luettu 8.4.2019
- 2 Savupiippujen rakenteet ja paloturvallisuus. 2019. Verkkodokumentti. Ymparisto.fi. <<https://www.ymparisto.fi/fi-FI>>. Luettu 10.4.2019
- 3 Birgitta Alaviippola, Harri Pietarila, Sari Lappi. 2008. Pienten polttolaitosten (5-50 Mw) piipun korkeuden mitoitus. Ilmatieteen laitos
- 4 Mikael Ohlström, Eemeli Tsupari, Antti Lehtilä, Taisto Raunemaa. 2005. Pienhiukaspäästöt Ja niiden vähentämismahdollisuudet Suomessa. VVT.
- 5 Bioenergia. 2019. Verkkodokumentti. Motiva Oy <[https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia)>. Luettu 14.4.2019
- 6 Ratu KI-6031. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017. Rakennustieto Oy
- 7 Ratu KI-6029. Rakennustöiden laatu RTL 2017. Rakennustieto Oy
- 8 Ratu KI-6030. Rakennushankkeen työturvallisuus. 2017. Rakennustieto Oy
- 9 Maankäyttö ja Rakennuslaki. 2019. Verkkodokumentti. Finlex. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>>. Luettu 8.4.2019



## Hankkeen vaiheet ja tehtävät



## Hankkeen vaiheet ja päätökset

### Tarveselvitysvaihe

Tarveselvityksessä perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevan tilan muutostarve, kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetettavat vaatimukset, tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet sekä arvioidaan eri ratkaisujen edullisuus. Tarveselvityksen pohjalta tehdään hankepäätös.

### Hankkeen vaiheet ja päätökset

Rakennushankkeessa on tehtäväkokonaisuuksia, joissa pyritään tiettyyn välitavoitteeseen eli päätökseen hankkeen kulussa. Näitä tehtäväkokonaisuuksia kutsutaan hankkeen vaiheiksi. Hankkeen eri vaiheissa tehdään eri tasoisia aikatauluja, Kuva 41.

### Tarveselvitysvaihe

Tarveselvityksessä perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevan tilan muutostarve, kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetettavat vaatimukset, tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet sekä arvioidaan eri ratkaisujen edullisuus. Tarveselvityksen pohjalta tehdään hankepäätös.

### Hankesuunnitteluvaihe

Hankesuunnittelussa asetetaan rakennushankkeelle täsmälliset laajuutta toimitusta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet.

Suunnittelun valmistelu alkaa hankesuunnitteluvaiheessa. Hankesuunnittelun tuloksena syntyy hankesuunnitelma, joka muodostuu projektiohjelmasta, hankeohjelmasta ja hanketietokortista. Valmisteluun kuuluu tarvittavien selvitysten teettäminen ja toteutusmuodon alustava määrittäminen. Hankesuunnitelman pohjalta tehdään investointipäätös.

### Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaihe

Ehdotussuunnitteluvaiheessa laaditaan vaihtoehtoiset suunnitteluratkaisut asetettujen tavoitteiden täyttämiseksi. Yleissuunnittelussa valittu ehdotussuunnitelma kehitetään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Rakennuslupatehtävien tekoa aloitetaan yleissuunnitteluvaiheessa. Yleissuunnitelma kohdistuu sekä rakennuksen kiinteään perusosaan että muuntuvien tila-alueiden suunnitteluun. Yleissuunnitelma voi sisältää erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuiksi. Yleissuunnitteluvaiheen pohjalta tehdään päätös hyväksytyistä yleissuunnitelmista ja pääpiirustukset.

### Toteutussuunnitteluvaihe

Toteutussuunnittelussa yleissuunnitelma kehitetään rakentamisen ja hankinnan edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Rakentamisen valmistelu aloitetaan toteutussuunnitteluvaiheen kanssa limittäin.

Rakentamisen valmistelun päätteeksi tehdään rakentamispäätös.

Rakentamisvaihe ja vastaanottopäätös Rakentamisvaiheessa hankkeen suunniteltu rakennus rakennetaan. Rakentamisen ohjauksella varmistetaan sopimukseenmukainen toteutus, laatutavoitteet täyttävä lopputulos ja tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Vaihe päättyy rakennuksen vastaanottopäätökseen. Rakentamisen kanssa limittyy käyttöönotto, jonka aikana varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käytön opastus.

Takuuaika

Takuuaikana seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuuajan säädöt, pidetään tarvittavat tarkastukset ja korjataan mahdolliset puutteet.