



# Betonirakenteiden kustannus- vertailu teollisuusrakentamis- kohteessa

Leevi Palo

OPINNÄYTETYÖ  
Huhtikuu 2022

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma  
Talorakennustekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma  
Talonrakennustekniikka

PALO, LEEVI:  
Betonirakenteiden kustannusvertailu teollisuusrakentamiskohteessa

Opinnäytetyö 79 sivua, joista liitteitä 17 sivua  
Huhtikuu 2022

---

Opinnäytetyössä vertaillaan elementti- ja paikallavalurakentamisen kustannuksia teollisuusrakentamiskohteessa sekä perehdytään betonirakentamisessa käytettyihin rakennustekniikoihin ja rakennushankkeen kustannuksiin vaikuttaviin tekijöihin. Lisäksi perehdytään erilaisten rakennustekniikoiden vaikutuksiin hankkeen ajallisessa etenemisessä. Opinnäytetyö on tehty AFRY Finland Oy:n toimeksiantosta. Työn pohjalta tehtävänä oli luoda suunnitteluohje helpottamaan runkoratkaisun valintaa esisuunnitteluvaiheessa taloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna. Tarkat yksikköhinnat on salattu työn toimeksiantajan pyynnöstä. Työ toteutettiin tekemällä kirjallisuusselvitys ja kustannusvertailu.

Kustannukset sekä aikataulu ovat rakennushankkeessa merkittävässä roolissa hankkeen toteutuksessa. Runkoratkaisun valinnan vaikutus rakennushankkeen kustannuksiin ja aikatauluun on merkittävä. Siitä johtuen kustannusvertailun suorittaminen eri rakennustekniikoiden välillä on kannattavaa.

Työn tuloksena selvisi, että elementtirakentaminen on teollisuuskohteissa rakennustekniikkana yleisesti kustannus- ja aikataulutehokkaampi kuin paikallavalu. Runkoratkaisua valittaessa tulee kuitenkin aina huomioida rakenteiden toteutuskelpoisuus, kohdekohtaiset vaatimukset ja kustannuksiin vaikuttavat tekijät.

Työn tuloksesta voidaan päätellä, että tarkasteltava aihe on laaja ja moniulotteinen. Yksiselitteisen suunnitteluohjeen tekemiseksi tulee aiheesta tehdä lisätutkimusta, jotta tutkimustulosten luotettavuus sekä hyödynnettävyys paranisi. Vaikka tutkimuksen pohjalta ei suunnitteluohjetta kyetty luomaan, työtä voidaan hyödyntää runkoratkaisua valitessa kalliiden tai epäsopiivien runkoratkaisuiden poisrajaamiseen.

---

Asiasanat: betoni, betonielementti, paikallavalu, kustannusvertailu, teollisuusrakentaminen

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Building Construction

**PALO, LEEVI:**

Cost Comparison of Concrete Structures at Industrial Construction Site  
Bachelor's thesis 79 pages, appendices 17 pages  
April 2022

---

The thesis compares the costs of a construction project between precast and cast-in-place concrete at an industrial construction site, as well as studies the techniques used in concrete construction and the factors affecting the costs. The thesis was commissioned by AFRY Finland Ltd. The task was to create a design guideline to facilitate the frame solution selection from an economic point of view. Unit prices are encrypted at the request of the thesis orderer. The thesis was done with help of literary and cost comparison.

The impact of the choice of a frame solution on the cost and the schedule of a construction project are significant. Due to that, the cost comparison between different construction techniques is profitable.

As a result, it was discovered that precast concrete construction in industrial sites is a more cost-effective construction technique. However, when choosing a frame solution, the feasibility of the structures and the factors affecting costs should always be taken into account.

In order to make a design guideline, further research should be carried out on the subject in order to improve the reliability of the research. Although the basis of the study was not able to create a design guide, it can be utilized when choosing a frame solution to delineate unsuitable options.

---

Key words: concrete, precast concrete, cast-in-place, cost comparison, industrial construction

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	ELEMENTTI- JA PAIKALLAVALURAKENTAMINEN .....	9
	2.1 Betonirakenteet .....	9
	2.2 Elementtirakentaminen.....	10
	2.2.1 Elementtien valmistus.....	10
	2.2.2 Elementtien toimitus ja kuljetus .....	11
	2.2.3 Elementtien asennus .....	12
	2.2.4 Elementtien liitokset ja jälkityöt .....	13
	2.3 Paikallavalurakentaminen .....	13
	2.3.1 Muottityö .....	14
	2.3.2 Raudoitustyö.....	21
	2.3.3 Betonointi.....	23
	2.3.4 Jälkihoito.....	24
3	RAKENTAMISEN KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN .....	27
	3.1 Rakennushanke .....	27
	3.2 Kustannuksiin vaikuttaminen.....	28
	3.2.1 Tilaajan ja käyttäjän tarpeet.....	28
	3.2.2 Olosuhteet ja rakennuspaikka .....	29
	3.2.3 Suunnitteluratkaisut .....	31
	3.2.4 Ajoitus ja aikataulu.....	32
	3.2.5 Toteutus ja tuotantoratkaisut .....	33
	3.2.6 Kustannus- ja hintaerot.....	33
	3.2.7 Jälkilaskenta .....	35
4	ESIMERKKIKOHDE.....	36
5	TARKASTELTAVAT RUNKORATKAISUT .....	37
	5.1 Tarkasteltavan rakennekokonaisuuden rajaus .....	37
	5.2 Kantava päärunko .....	38
	5.2.1 Pilari-palkkirunko .....	38
	5.2.2 Kantavat seinäelementit ja pilari-palkkilinja .....	39
	5.2.3 Kantavat paikallavaluseinät ja pilari-palkkilinja .....	40
	5.3 Välipohjarakenteet .....	41
	5.3.1 Ontelolaatat .....	41
	5.3.2 Kuorilaatat ja pintavalu .....	42
	5.3.3 Paikallavaluholvi .....	43
	5.4 Hissi- ja porraskuilu .....	43
	5.4.1 Paikallavaluseinät.....	43

5.4.2 Seinäelementit ja elementtipilarit .....	44
6 RAKENNUSRUNGON OSIEN KUSTANNUSLASKELMAT .....	45
6.1 Yksikköhinnat .....	45
6.1.1 Tarjousten rajaus .....	46
6.1.2 Elementit .....	47
6.1.3 Paikallavalu .....	48
6.2 Kantava päärunko .....	48
6.3 Välipohjarakenteet .....	49
6.4 Hissi- ja porraskuilu .....	49
6.5 Yhdistelmät .....	50
7 RAKENNUSTEKNIKKOIDEN VAIKUTUKSET AIKATAULUUN .....	51
7.1 Elementtirakentaminen .....	51
7.2 Paikallavalurakentaminen .....	52
7.3 Sekarunko .....	52
8 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	53
8.1 Kustannukset .....	53
8.2 Aikataulu .....	55
9 POHDINTA .....	57
LÄHTEET .....	61
LIITTEET .....	63
Liite 1. Rakennusrungon moduuliverkko .....	63
Liite 2. Pilari-palkkirunko sekä paikallavalettu hissi- ja porraskuilu .....	64
Liite 3. Kantavat seinäelementit, pilaripalkkilinja sekä elementeillä toteutettu hissi- ja porraskuilu .....	65
Liite 4. Kantavat paikallavaluseinät, pilari-palkkilinja sekä paikallavalettu hissi- ja porraskuilu .....	66
Liite 5. Talo 80 -nimikkeistön rakentamis- ja suoritusunikkeet .....	67
Liite 6. Yksikköhintaluettelo, elementtirakenteet .....	68
Liite 7. Yksikköhintaluettelo, paikallavalurakenteet .....	70
Liite 8. Kantava päärunko, kustannuslaskelmat .....	72
Liite 9. Välipohjarakenteet, kustannuslaskelmat .....	76
Liite 10. Hissi- ja porraskuilu, kustannuslaskelmat .....	78
Liite 11. Runkovaihtoehtojen kustannusvertailu .....	79

**ERITYISSANASTO**

Nimike	Nimike sisältää kaikki työvaiheet valmiin tuotteen tai toimituksen toteutukselle.
Rakentamisnimike	Rakentamisnimike koostuu pääryhmästä ja rakentamisosasta. Pääryhmä määrittelee ryhmän mihin rakennusosa kuuluu ja rakentamisosa määrittelee rakennusosan. Näiden pohjalta rakentamisnimikkeelle muodostuu koodi.
Suoritusnimike	Suoritusnimike koostuu pääryhmästä ja suoritusosasta. Pääryhmä määrittelee työsuorituksen tyypin ja suoritusosa määrittelee suoritukseen käytettävän menetelmän. Näiden pohjalta suoritusnimikkeelle muodostuu koodi.
Littera	Litteraa käytetään rakennushankkeen kustannusten ja valmiusasteen seurantaan. Littera muodostetaan rakentamis- ja suoritusnimikkeiden koodien yhdistelmästä.
Yksikköhinta	Yksikköhinnalla tarkoitetaan hintaa, jolla tarkasteltavan nimikkeen sisältö toteutetaan yksikön mukaisessa laajuudessa.

## 1 JOHDANTO

Rakennushankkeen suurin osa kustannuksista määräytyy jo hankkeen suunnitteluvaiheessa. Rakennuksen runkoratkaisun valinnalla on suuri merkitys rakennushankkeen kokonaiskustannuksiin. Rakennuksen runkojärjestelmän valinta tapahtuu hankkeen esisuunnitteluvaiheessa ja eri runkovaihtoehtojen välillä on suotavaa käydä vertailua teknistaloudellisen runkovaihtoehdon löytämiseksi. Kustannusvertailua käytetään hankkeen kustannushallinnan osana ja kustannusvertailulla on mahdollista saavuttaa suuriakin säästöjä hankkeen kokonaiskustannuksissa. Teollisuusrakenteiden runkoratkaisun valintaan ei toistaiseksi ole yleistä ohjetta taloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna ja työn tilanneessa yrityksessä runkoratkaisu on tähän asti valittu kohdekohtaisen tarkastelun pohjalta projektikohtaisesti.

Opinnäytetyössä vertaillaan elementti- ja paikallavalurakentamisen kustannustasoa teollisuusrakentamiskohteissa. Työn tavoitteena on tutustua betonirakentamisen tuotantotekniikoihin ja tutkia, mistä elementti ja paikallavalurakentamisen kustannukset koostuvat sekä saada ajankohtaista tietoa, minkälaisiin kohteisiin eri rakennustekniikat ovat kustannustehokkaampia vaihtoehtoja. Kustannustehokkuuden lisäksi työssä huomioidaan rakennustekniikoiden vaikutukset rakentamisen aikataululliseen etenemiseen. Kustannusvertailu suoritetaan esimerkki-kohteen urakkatarjousten pohjalta. Kustannusvertailusta saadun tiedon pohjalta pyritään luomaan suunnitteluohje yrityksen sisäiseen käyttöön. Suunnitteluohjeen tarkoituksena on helpottaa runkoratkaisun valintaa tulevien kohteiden esisuunnitteluvaiheessa. Opinnäytetyön tilaaja on AFRY Finland Oy:n rakennesuunnitteluosasto, joka on erikoistunut teollisuusrakennusten rakennesuunnitteluun.

Lähteinä käytetään rakennusosien kustannustietoon liittyvää kirjallisuutta, betonirakentamiseen liittyvää kirjallisuutta ja julkaistuja materiaaleja sekä opinnäytetyön tilaajan osoittaman Etelä-Suomessa sijaitsevan esimerkkiprojektin hanketietoja. Tässä työssä kustannuslaskelmat suoritetaan esimerkkikohteen urakkatarjousten pohjalta seuraavalle rakennuskokonaisuudelle:

- pitkä sivu: 42 m
- lyhyt sivu: 12 m
- kerrostasoala: 504 m<sup>2</sup>
- kerrosten lukumäärä: 3
- kerrostasoala yhteensä: 1512 m<sup>2</sup>
- huonekorkeus: 3 m
- tilavuus: 4536 m<sup>3</sup>.

Perustusten, pohjalaatan, reikien eikä seinärakenteen lämmöneristyksen vaikutusta kustannuksiin ei tässä työssä huomioida. Kustannustarkastelussa rakennuksen runko on jaettu kantavaan päärunkoon, välipohjarakenteisiin sekä hissi- ja porraskuiluun. Rakennuskokonaisuuden dimensiot oletetaan pääpiirteittäin identtisiksi runkoratkaisusta riippumatta. Rakentamisen kokonaiskustannusten vertailu suoritetaan eri runkoratkaisuiden yhdistelmien välillä. Paikallavalurakenteet ovat rajattu pilari- ja palkkirakenteiden osalta tarkastelusta pois. Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitteluohje rakennuksen runkojärjestelmän valintaan taloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna.



## 2 ELEMENTTI- JA PAIKALLAVALURAKENTAMINEN

### 2.1 Betonirakenteet

Betonirakentamisen työsuoritus sisältää muotti-, raudoitus- ja betonointityön sekä betonin jälkihoidon. Elementtirakentamisessa työsuoritus toteutetaan betonitehtaalla sisäolosuhteissa, minkä jälkeen elementit kuljetetaan rakennustyömaalle, jossa ne asennetaan paikoilleen. Paikallavalurakentamisessa työsuoritus toteutetaan kokonaisuudessaan rakennustyömaalla. Työsuorituksen onnistuminen edellyttää rakentamisen ja käytön aikaisten olosuhteiden huomioimisen sekä suunnitelmien, laatutekniikan työsuunnittelun ja -suorituksen onnistuneen yhteensovittamisen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 209.)

Betonirakenteet ovat yleensä teräsbetonirakenteita, joissa teräs ottaa vastaan rakenteeseen kohdistuvat vetorasitukset ja betoni puristusrasitukset. Teräsbetonirakenteille on ominaista suuri (noin 25 kN/m<sup>3</sup>) ominaispaino. Teräsbetonirakenteiden suurimpina etuina voidaan pitää niiden hyviä lujuus-, jäykkyys-, palonkestävyys- ja ääneneristävyysominaisuuksia. Teräsbetonirakenteet ovat myöskin monipuolisesti muotoiltavia sekä joustavia suunnittelu- ja valmistusteknisesti. Teräsbetonin kotimaisuusaste on korkea ja purettuna betonia on mahdollisuus uusiokäyttöä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 209.)

Teräsbetonia voidaan hyödyntää monipuolisesti rakentamisen kaikilla osa-alueilla. Teollisuusrakentamisessa teräsbetonia voidaan käyttää paikallavalurakentamiseen, elementtirakentamiseen sekä yhdistelmä rakentamiseen, jolloin rakennuksen runkorakenteissa käytetään betonielementtien ja paikalla valetun betonin yhdistelmää tai liittorakenteita. Yhdistelmä rakentamisessa osa rakennusrungosta voidaan vaihtoehtoisesti toteuttaa betonirakenteiden sijaan teräsrakenteilla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 209.)

## 2.2 Elementtirakentaminen

Betonelementtirakentamisen työsuoritus koostuu neljästä työvaiheesta, joita ovat elementtien valmistus, toimitus, asennus sekä liitokset ja jälkityöt. Elementtirakentamisen suurin hyöty perinteiseen paikallavalettavaan betonirakentamiseen verrattuna on rungon pystytysnopeus. Betonin valmistamisen tapahtuessa sisätiloissa saavutetaan etuja erityisesti talvirakentamisessa suojaus- ja lämmitystarpeen vähenemisessä työmaalla. (Betoniteollisuus ry 2010, 3)

Betonelementtejä valmistetaan erilaisiin käyttötarkoituksiin ja -kohteisiin. Teollisuusrakentamisessa yleisesti käytettyjä elementtityyppejä ovat:

- teräsbetoniset lyöntipaalut
- sokkelielementit
- pilarit
- palkit
- seinäelementit
- ontelo-, kuori-, TT- ja massiivilaatat
- portaat
- porras- ja hissikuiluelementit.

(Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 436–449.)

### 2.2.1 Elementtien valmistus

Betonelementtien valmistus aloitetaan koe-elementtien valmistuksella noin 6–7 viikkoa ennen elementtien asennusta (Elementtisuunnittelu 2020). Betonin valmistus ja valuprosessi on tehdasolosuhteissa huomattavasti helpommin hallittavissa kuin ulkona työmaalla, jossa vallitsevat sääolosuhteet voivat asettaa rajoituksia prosessin toteutukselle. Tehdasolosuhteissa voidaan käyttää valmistusmenetelmiä, jotka eivät työmaaolosuhteissa ole mahdollisia, kuten esimerkiksi jäykkiä, vähäisen vesimäärän sisältäviä massoja. Nopeasti muotinpurkulujuuden saavuttavan betonimassan valinnalla, oikealla jälkihoidolla sekä tehokkaalla lämmityksellä saavutetaan paikallavalurakenteita nopeampi muottikierto. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 456.)

Elementin valmistusvaihe aloitetaan muotti- ja raudoitustyöllä. Muottityyppi sekä raudoitustapa vaihtelee elementtityypistä riippuen. Betonoidun elementtirakenteen pinnat viimeistellään ja aloitetaan jälkihoito. Kun muotinpurkulujuus on saavutettu, muotti puretaan ja jatketaan jälkihoitoa sekä laadun tarkkailua. Valmiit elementit varastoidaan odottamaan kuljetusta katettuun varastointitilaan, jossa on suotuisat olosuhteet betonin lujuuskehitykselle. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 466.)

## **2.2.2 Elementtien toimitus ja kuljetus**

Betonielementtien tuotanto on pääosin tilausohjautuvaa, eli elementit valmistetaan kohdekohtaisesti tilaajan tarpeiden mukaisesti. Elementtitoimitus rakentamisprosessin osana edellyttää työmaan, elementtitoimittajan ja suunnittelijoiden välillä sujuvaa tiedonkulkua, sekä sovittujen aikataulujen noudattamista. Betonielementtien toimitusprosessia on tärkeää ohjata aikataulullisesti ja sisällöllisesti tarkasti, koska osapuolia on useita ja taloudelliset seuraukset ovat usein mittavia. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 465.)

Elementit kuljetetaan työmaalle asianmukaista kalustoa käyttäen, huolellisesti sidottuna sekä suojattuna. Kuormaa lastatessa tulee huomioida elementtien purkujärjestys sekä elementtien painopiste. Elementtien kuljetuksessa on noudatettava voimassa olevia lakeja, asetuksia ja viranomais määräyksiä sekä mahdollisia erikoiskuljetusmääräyksiä kuorman täyttäessä erikoiskuljetuksen kriteerit. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 468–470.)

Elementtikuorman saavuttua työmaalle kuorman vastaanoton yhteydessä suoritetaan vastaanottotarkastus, jossa tarkistetaan elementtien sopimuksenmukaisuus. Mahdollisista virheistä tai puutteista raportoidaan välittömästi elementtitoimittajalle. Elementtien tulee purkuvaiheessa olla sidottuna kuormassa loppuun asti. Kuorman purussa on huomioitava elementtien purkujärjestys sekä elementtien painopiste. Elementtien purku ja mahdollinen välivarastointi toteutetaan elementtitoimittajan ohjeiden mukaisesti työmaalla käytettävällä asianmukaisella nosto- ja varastointikalustolla. (Koski, Koskenvesa, Mäki & Kivimäki 2010, 97–99; Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 470–471.)

### 2.2.3 Elementtien asennus

Elementtien nosto ja asennus suoritetaan kirjallisen asennussuunnitelman ja elementtitoimittajan ohjeiden mukaisesti. Asennussuunnitelmaa on laatimassa päärakennesuunnittelija, asennustyönjohtaja ja päätoteuttajan vastaava työnjohtaja. Tarvittaessa myöskin elementtitoimituksen vastuhenkilö ja elementtisuunnittelija osallistuvat asennussuunnitelman luomiseen. Rakennesuunnittelija antaa asennussuunnitelman laadintaa varten riittävät tiedot elementtien asennusjärjestyksestä, väliaikaisesta tuennasta sekä lopullisesta kiinnittämisestä niin, että rakenteellinen vakavuus säilyy koko asennustilanteen ajan. Asennussuunnitelmassa tulee huomioida muun muassa mahdollinen betonielementtien välivarasointi ja asennusjärjestys, liitosten materiaalit, hitsaustavat, nostoapuvälineet, vähimmäistukipinnat sekä juotosvalujen suojaaminen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 473.)

Vaaditun elementtien asennuksen laatutason saavuttamiseksi tulee huomioida vallitsevat olosuhteet ja tarvittaessa keskeyttää asennustyö olosuhteiden niin vaatiessa. Asennusaikana tulee varmistaa työkohteen siisteys, sähkön saataavuus sekä riittävä valaistus. (Koski ym. 2010, 111.)

Elementtien asennustyön onnistumisen kannalta mittaukset ovat merkittävässä osassa. Elementtiasennuksen alkuvaiheessa tehty mittavirhe vaikeuttaa elementtien asennustyötä koko rakennuksessa. Elementtikohteiden mittaustyöt ovat paikallavalukohteita vaativampia, koska elementtirakentaminen tapahtuu valmisosista, joiden muokkaaminen ja korjaaminen on haastavaa sekä taloudellisesti epäkannattavaa. Tavallisimmin käytettyjä mittavälineitä elementtiasennuksissa ovat mittanauha, vesivaaka, tasolaser, vaaituskoje ja takymetri. Elementtien asennusalustan tulee olla aina puhdas liasta, vedestä, jäädästä ja muista epäpuhtauksista. Asennustyön aikana elementit säädetään vaakasuoraan ruostumattomien asennuspalojen tai neopreeninauhan avulla. (Koski ym. 2010, 97–112.)

## 2.2.4 Elementtien liitokset ja jälkityöt

Elementtirungon tyypillisimpiä liitoksia ovat kitka-, juotos-, pultti- ja hitsausliitos. Elementtirungon liitokset toteutetaan usein mahdollisimman nopeasti asennuksen jälkeen, jotta työnaikaisen tuennan käyttöaika olisi mahdollisimman lyhyt. Elementtien työnaikainen tuenta toteutetaan yleisimmin elementtitiilla eli tönäreillä. Muita betonielementeille suoritettavia jälkitöitä ovat muun muassa nostokenkien, tartuntojen ja erilaisten kolojen paikkaaminen ja saumavalujen viimeistely. (Koski ym. 2010, 97–112; Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 474–476.)

Elementtien juotosvalujen jälkeen saumat peitetään esimerkiksi muovilla tai saumoja kastellaan vedellä, jotta liiallista betonin kuivumiskutistumaa ei pääse tapahtumaan ja betoni kovettuu suunnitelmien mukaisesti. Saumavalujen saavutettua muotinpurkulujuuden muotit puretaan ja saumojen pinnat viimeistellään. Elementtituet poistetaan vasta, kun juotosbetoni on saavuttanut rakennesuunnittelijan määräämän lujuuden. (Koski ym. 2010, 97–112.)

Elementtirakenteiden liitoksissa talviolosuhteissa tulee kiinnittää erityistä huomiota betonimassan sekä juotettavien rakenteiden lämpötilaan. Betonoitavat alueet tulee puhdistaa huolellisesti lumesta ja jäädystä sekä jälkihoidon aikana huolehtia rakenteiden riittävästä suojauksesta ja lämmityksestä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 491.)

## 2.3 Paikallavalurakentaminen

Paikallavalurakentamisen työsuoritus koostuu neljästä työvaiheesta, joita ovat muotti-, raudoitus- ja betonointityö sekä jälkihoito. Paikallavalurakentamisen suurimpia etuja elementtirakentamiseen verrattuna on rakenteiden monipuolinen muotoiltavuus, joustavat valmistus- ja suunnitteluteknilliset ominaisuudet sekä hyvät vesitiiviys- ja ääneneristysominaisuudet tiiviiden rakenteiden sekä työsaumojen ansiosta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 209–218.)

Paikallavalurakentaminen on kuitenkin huomattavasti olosuhteista riippuvaisempaa, kuin elementtirakentaminen. Sääsuojauksesta ja lämmityksestä saattaakin muodostua suuri kustannuserä erityisesti talvirakentamisessa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 209–218.)

### 2.3.1 Muottityö

Muotti on väliaikainen rakenne, jonka tarkoituksena on tukea, kantaa ja suojata betonimassaa betonoinnin sekä betonin kovettumisen aikana. Muotin tulee kestää siihen kohdistuvat rasitukset, antaa rakenteelle sen lopulliset mitat ja mahdollistaa vaaditun betonin pinnan laadun saavuttamisen. Muottirakenne ja käytettävät lisäaineet eivät saa heikentää betonin laatua. (Koski ym. 2010, 64–70)

Paikallavalurakentamisen työsuoritus aloitetaan muottikaluston valinnalla. Muottikaluston valintaan vaikuttavia lähtötietoja ovat muun muassa valettava rakenne, betonimäärä, laatuvaatimukset, työsaumat ja -järjestys, aikataulu sekä muottikustannukset. Lähtötietojen pohjalta valitaan teknisiltä ominaisuuksilta soveltuvista muottityypeistä alustava muottityyppi. Alustavan muottityypin perusteella määritetään tarkempi muottitarve. Rakenteiden määrän ja niiden toteuttamiseen varatun ajan pohjalta määritetään päivittäinen muottityötarve. Lisäksi selvitetään muottikaluston mahdollinen kiertoaika huomioiden työmaan resurssit, raudoitus, varaukset, betonointi ja betonin kovettuminen. Muottikiertoon tulee huomioida myös muottien purkuun, puhdistukseen ja huoltoon käytettävä aika. Näiden tietojen pohjalta määritellään työmaan muottitarve. Teknisesti soveltuville muottityypeille selvitetään muottikustannukset ja valitaan muottityyppi teknistaloudellisen tarkastelun pohjalta. (Betonitieto n.d.a.)

Muotit voidaan ryhmitellä monin perustein kuten pääasiallisen muottimateriaalin, muottiyksikön koon, käyttökertojen lukumäärän, rakennuskohteen, rakenneosan tai tuentasuunnan mukaan. Muottien pintamateriaaleista yleisimpiä ovat vaneri, puulevyt, teräs ja sahatavara. Tyypillisesti muotit ryhmitellään pysty- ja vaakarakenteiden muotteihin sekä erikoismuotteihin. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 226.) Seuraavissa kappaleissa käsitellään yleisesti teollisuusrakentamisessa käytettäviä muottityyppejä.

**Järjestelmämuotit** (KUVA 1) voidaan jakaa kevyisiin kasettijärjestelmiin sekä järjestelmämuotteihin. Järjestelmämuotin muottielementit kiinnitetään toisiinsa vakiokiinnikkeillä. Järjestelmämuotilla on mahdollista toteuttaa niin suoria kuin kaareviakin pystyrakenteita. Samaa muottikalustoa voidaan käyttää työmaan kaikkiin paikalla valettaviin pystyrakenteisiin. Kevyet järjestelmämuotit koostuvat pienemmistä muottielementeistä. Muottielementit ovat käsin siirrettäviä mutta muottityö on hitaampaa järjestelmän koostuessa pienemmistä osista. Kevyet järjestelmämuotit soveltuvat parhaiten pienempiin kohteisiin. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 236–237.)



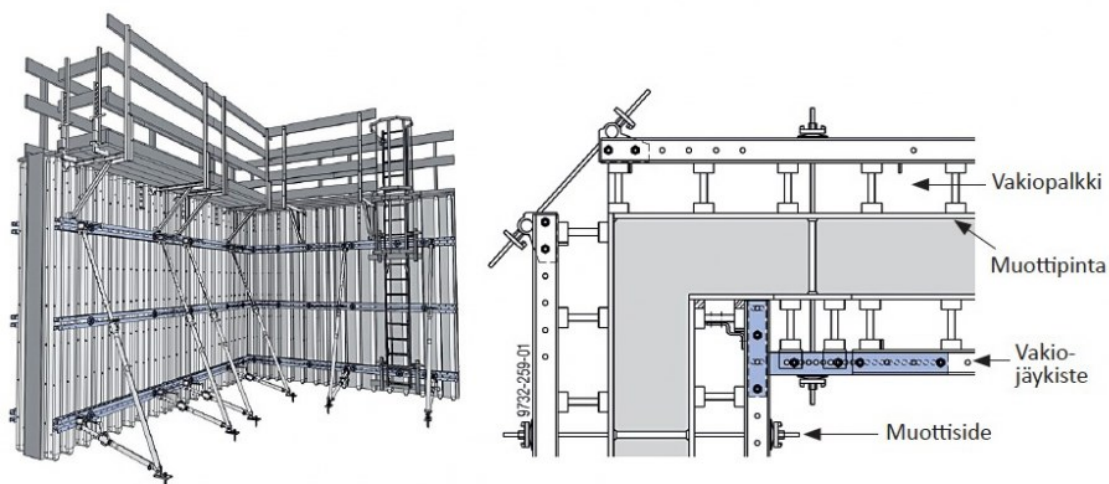
KUVA 1. Seinän järjestelmämuotti (PERI Suomi Ltd Oy n.d. Betonitieto n.d.e. mukaan.)

**Suurmuotti** (KUVA 2) soveltuu selkeisiin rakenteisiin kohteissa, joissa on paljon toistuvuutta. Suurmuotti koostuu kahdesta koko rakenteen korkuisesta muottipuoliskosta, jotka kiinnitetään toisiinsa sidepulteilla. Suurmuotin asentaminen suoritetaan nosturilla ja muotin puoliskot tuetaan tukijaloin. Suurmuotti on mahdollista lämpöeristää ja käyttää muotin sisäänrakennettua lämmitysjärjestelmää. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 235–236.)



KUVA 2. Seinän suurmuotti (PERI Suomi Ltd Oy n.d. Betonitieto n.d.e. mukaan.)

Pystyrakenteisiin käytettävässä **vakiopalkit ja muottilevyt -järjestelmässä** (KUVA 3) vaakajäykisteinä käytetään vakiopuupalkkeja tai teräspalkkeja. Pystyjäykisteinä käytetään vakiopuupalkkeja. Muotin pintamateriaalina on usein vaneri, mutta muitakin pintamateriaaleja voidaan käyttää pintavaatimusten niin vaatiessa. Vakiopalkkimuotti on kohdekohtainen ja muottikustannus riippuu käyttökertojen määrästä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 237.)



KUVA 3. Vakiopalkkimuotti (Doka Finland Oy n.d. Suomen Betoniyhdistys ry:n 2018, 237 mukaan.)



Vaakarakenteisiin käytettävässä vakiopalkit ja muottilevyt -järjestelmässä (KUVA 4) pystytukien tai tukitornien varaan asennetaan vakiopuupalkein toteutetut primääri- ja sekundääripalkit. Muotin pintamateriaalina käytetään vaneri- tai puulevyjä. Muottijärjestelmä käyttö vaatii työvoimaa ja soveltuu parhaiten monimuotoisiin sekä pienehköihin holveihin. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 241.)



KUVA 4. Holvirakenteen muottina käytettävä vakiopalkit ja muottilevyt -järjestelmä (Betonitieto n.d.e.)

**Paikalla tehdyt lauta- ja levymuotit** ovat irrallisesta puutavarasta työmaalla rakennettuja muotteja. Kyseinen muottitekniikka vaatii runsaasti ammattitaitoista työvoimaa. Lauta- ja levymuotit ovat usein kertakäyttöisiä, mutta muotista purettuja osia voidaan tietyissä tapauksissa puhdistettuna hyödyntää uudelleen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 234–235, 241.)

Teollisuuskohteissa lauta- ja levymuotteja käytetään yleisimmin perustuksien ja maanvaraisten laattojen toteutuksessa. Myöskin monimuotoisissa kohteissa, joiden kohdalla muiden muottityyppien käyttäminen voi aiheuttaa haasteita rakenteen toteutukseen saatetaan käyttää lauta- ja levymuottia.

**Pöytämuotti** (KUVA 5) on holvirakenteiden valuun kohdekohtaisesti käytettävä, koneellisesti siirrettävä muottityyppi. Muotti koostuu muottipinnasta, sekundääri- ja primääripalkeista, tukijaloista, vinojäykisteistä, kaiteista sekä tarvittaessa eristys- ja lämmitysjärjestelmästä. Pöytämuotin koko ja muoto valitaan kohteen vaatimusten mukaisesti. Keskimäärin noin seitsemän käyttökerran jälkeen, pöytämuotti on edullisin muottiratkaisu, mikäli kohteen rakenteissa on runsaasti toistuvuutta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 241.)



KUVA 5. Pöytämuottiyksikkö sekä muotin siirtolaite (PERI Suomi Ltd Oy n.d. Suomen Betoniyhdistys ry:n 2018, 241 mukaan.)

**Kuorilaatat** (KUVA 6) ovat betonisia laattaelementtejä, jotka toimivat tuettuna asennuksen jälkeen paikallavalulaatan valumuottina. Kuorilaatat ja paikallavalu muodostavat liittorakenteen, jossa laatan alapinnan rauditus on sijoitettuna kuorilaattaan ja yläpinnan rauditus pintavaluun. Yhteistoiminta saavutetaan ansasraudoituksen sekä paikallavalun ja kuorilaattojen välisen tartunnan avulla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 244.)



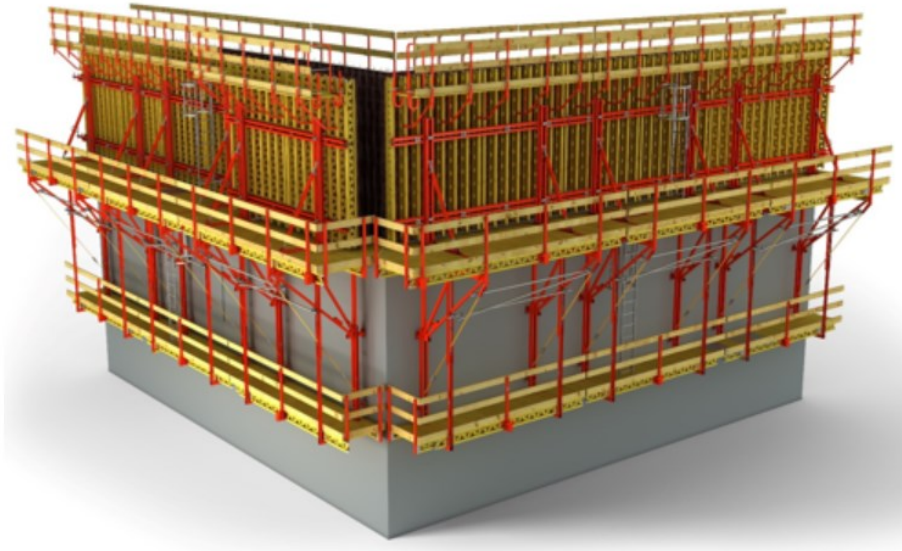
KUVA 6. Kuorilaatan asennus. (Parma Oy Matti Vuohelainen n.d. Betonitieto n.d.e. mukaan.)

**Liittolevy** (KUVA 7) on kuumasinkitystä teräslevystä valmistettu poimulevy, jota voidaan käyttää paikallavalulattaajien muottina. Liittolevy muodostaa betonin kanssa yhteistoiminnassa liittorakenteen. Valun aikana liittolevy tulee tukea, jotta levy kestää ennen betonin kovettumista siihen kohdistuvat kuormat. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 244.)



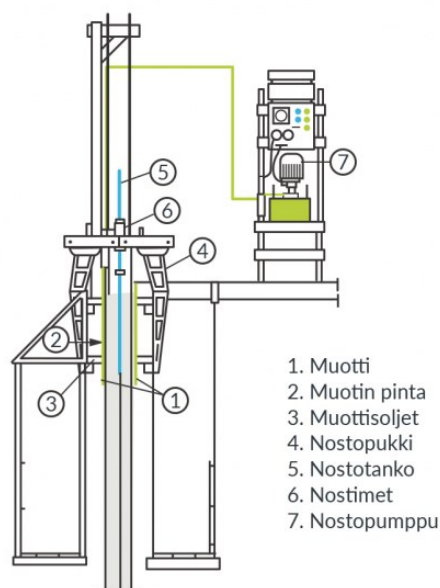
KUVA 7. Liittolevy (Ruukki n.d.)

**Kiipeävää muottia** (KUVA 8) käytetään korkeiden yhtenäisten rakenteiden valuissa. Kiipeävällä muotilla betonointi suoritetaan kerroksittain ja muottia nostetaan kerrosten välillä nosturilla tai muotissa olevalla omalla koneistolla. Muottiyksikkö valmistetaan usein vakiopalkki ja muottilevy -järjestelmällä, ja muottiyksikköä nostaessa kerrosten välillä kiinnitys tapahtuu jo valettuun seinään tartuntapulttien, ankkureiden tai konsoloiden avulla. Varausten ja raudoitteiden asennuksen aikana muottia on mahdollista kallistaa sen siirtomekanismin avulla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 237, 243.)



KUVA 8. Kiipeävä muotti (PERI Suomi Ltd Oy n.d. Suomen Betoniyhdistys ry:n 2018, 243 mukaan.)

**Liukuvalumuotin** liukuvalujärjestelmä koostuu kuviossa 1 esitetyistä osista. Liukuvalussa muottia siirretään jatkuvalla liikkeellä hitaasti valun edetessä. Lauta-, vaneri- tai teräspintainen muotti on tavallisesti 1200 mm korkea ja muottikehää sekä sen yhteydessä olevia työtasoja nostetaan ylöspäin hydraulisen nostokoneiston avulla. Liukuvalumuotti jäykistetään muottikehien, kehien väliin asennettavien vinotukien, työtasojen sekä erilaisten veto ja puristustankojen avulla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 244, 364–371.)



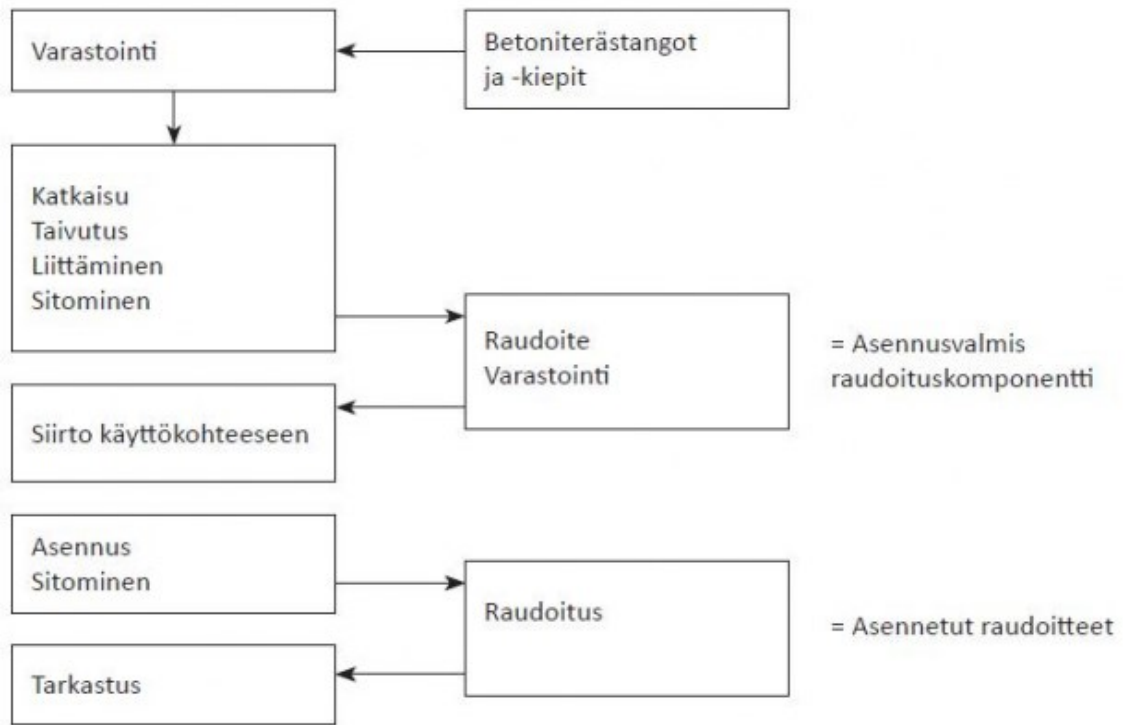
KUVIO 1. Liukuvalujärjestelmän muotit ja nostokoneisto (Betonitieto n.d.f.)

Liukuvalun tyypillisiä käyttökohteita ovat korkeat rakennelmat, joiden vaakasuora poikkileikkaus pysyy samana. Liukuvalulla on mahdollista toteuttaa kustannustehokkaasti myöskin massiivisia seinärakenteita, mikäli rakenteessa on toistuvuutta ja samaa liukuvalumuottia voidaan käyttää useita kertoja. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 370–371.)

### **2.3.2 Raudoitustyö**

Teräsbetonirakenteilla tarkoitetaan betonirakenteita, joissa betoni ja rauditus muodostavat yhdessä toimimalla rakenteen, joka kestää siihen kohdistuvat rasitukset. Yhteistoiminta perustuu betonin hyvään puristuskestävyyteen ja raudituksen muodostamaan veto- ja taivutuskestävyyteen. Betoni myös hidastaa raudituksen lämpenemistä ja pehmenemistä palotilanteessa sekä suojaa rauditusta korroosiolta. Yhteistoiminta vaatii raudituksilta riittävää tartuntaa sekä ankkuroitumista betoniin, jotta muodonmuutokset ja jännitykset siirtyvät materiaalilta toiselle. Teräsbetonirakenteissa käytetään lähes poikkeuksetta rauditusena pyöröteräksen sijaan harjaterästankoja sen paremman tartunnan vuoksi. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 263–268, 275.)

Kuviosta 2 nähdään, miten raudoitustyön vaiheet etenevät ja käsitellään raudoitustyöhön liittyviä käsitteitä (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 281). Raudoitustyö suoritetaan raudituspiirustuksen mukaisesti muottityön jälkeen tai ajoittain työt teknisistä syistä jo muottityön aikana. Perinteisesti raudoitustyö on toteutettu työmaalla jalostamalla pitkistä tangoista asennusvalmiita tuotteita katkaisemalla, taivuttamalla ja kokoamalla tangoista suurempia raudituskomponentteja. Nykyisin raudoitteet valmistetaan yleensä rauditustehtaissa ja toimitetaan työmaalle valmiiksi taivutettuina ja määrämittäisinä irtotankoina tai valmiina raudituskomponentteina (KUVA 9). (Betonitieto n.d.c.)



KUVIO 2. Kaavio raudoitustyön kulusta ja siihen liittyvät käsitteet (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 281)



KUVA 9. Valmiita raudoitekomponentteja (Celsa Steel Service Oy n.d. Betonitieto n.d.c. mukaan.)

Rakenteen raudoituksen valmistuttua tulee sille suorittaa raudoitustarkastus ennen betonointia, koska valmiin rakenteen raudoituksen korjaaminen on lähes mahdotonta. Raudoitustarkastuksessa kiinnitetään huomiota erityisesti raudoituksen suunnitelmien mukaiseen toteutukseen, tuentoihin ja sidontoihin, raudoituksen mittoihin sekä jatkos- ja ankkurointipituuksien toteutumiseen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 296–297.)

### 2.3.3 Betonointi

Työmaille toimitettavaa betonimassaa, joka valmistetaan valmisbetonitehtaalla, kutsutaan valmisbetoniksi. Työmaalle toimitetaan valmisbetonitehtaalta suunnitelmien mukaista ja valukohteeseen soveltuvaa betonia vaadittu määrä. Vastaanotettu betoni siirretään valukohteeseen työmaalla pumppaamalla tai nostoastialla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 313–328)

Betonimassa pyritään valamaan muottiin niin, että massa pysyy tasalaatuisena, täyttää muotin tasaisina ja oikean paksuisina kerroksina siten, että tuore massa liittyy saumattomasti jo muotissa olevaan kovettumattomaan betonimassaan. Betonoinnin aikana tulee kiinnittää huomiota vallitseviin olosuhteisiin, valun nousunopeuteen, massan sijoittamiseen suoraan lopulliselle paikalle, tiivistykseen ja massan pudotuskorkeuteen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 333–338.)

Betonointi tehdään normaalisti 0,3...0,5 m kerroksina. Kerroksen paksuuteen vaikuttaa valettava rakenne ja sen raudoitus, massan notkeus sekä betonille asetetut vaatimukset. Muotti täytetään tasaisina vaakasuorina kerroksina alhaalta alkaen. Massa puretaan muottiin mahdollisimman pystysuoraan jo valettua valurintausta vasten, jotta massa ei pääse erottumaan. Erottumisvaaran vuoksi myöskin massan vapaa pudotuskorkeus tulee pitää mahdollisimman pienenä. Massan pudotuskorkeus on normaalisti maksimissaan 1...1,5 metriä, pystysuorien rakenteiden valun aikana käytetään tarvittaessa valusukkaa tai -suppiloa pudotuskorkeuden pitämiseksi sallituissa rajoissa. (Betonitieto n.d.d.)

Betonin tiivistämisellä on tarkoituksena poistaa massasta ylimääräinen ilma ja saada betoni täyttämään muotin niin, että rakenteeseen ei jää tyhjiä tiloja. Tiivistäminen toteutetaan useimmiten sauvatäryttimellä tai tärypalkilla. Tiivistämisen seurauksena betonin kiviaineksen osaset hakeutuvat lähemmäs toisiaan muodostaen sementtiliiman ja raudoituksen kanssa lujan sekä tiiviin rakenteen. Betonin tiivistys suoritetaan jokaiselle valukerrokselle ulottaen tiivistys edelliseen valukerrokseen, jotta tuore valukerros liittyy saumattomasti edelliseen valukerrokseen. Liiallinen tiivistäminen voi kuitenkin aiheuttaa massan erottumista, joten sitä tulee välttää. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 335–341.)

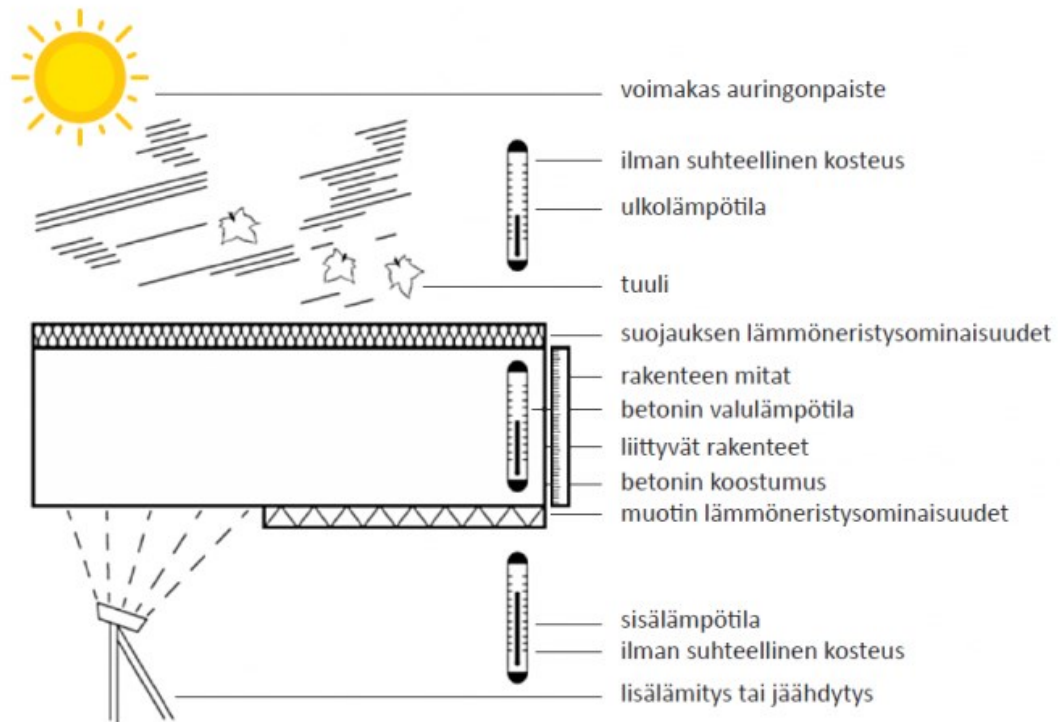
Tiivistetylle vielä kovettumattomalle betonipinnalle suoritetaan ennen jälkihoidon aloittamista pinnan käsittely, jolla saavutetaan haluttu betonipinta. Mikäli rakenteelle tulee vielä erillinen pintabetonointi tiivistyksen jälkeistä käsittelyä ei tarvita. Tyypillisin pinnan käsittelytapa erityisesti laatoilla on hierto, joka voidaan suorittaa joko käsin tai hierontokoneilla. (Koski ym. 2010, 78–80.)

#### **2.3.4 Jälkihoito**

Betonia on jälkihoidettava ja suojattava kovettumisen varhaisessa vaiheessa plastisen kutistuman minimoimiseksi, riittävän lujuuden varmistamiseksi ja haitallisilta sään vaikutuksilta. Myöskin betonin jäätyminen, haitalliset värähtelyt, iskut ja vauriot tulee estää. (SFS-EN 13670 2010, 26.)

Jälkihoidon tavoitteena on pyrkiä luomaan rakenteelle oikeat lämpötila- ja kosteusolosuhteet, jotta rakenne saavuttaa suunnitellun loppulujuuden ja muut sille suunnitellut ominaisuudet. Betonin jälkihoidossa tulee ottaa huomioon useita sisäisiä ja ulkoisia tekijöitä (KUVIO 3). Jälkihoitomenetelmät ja -aika riippuvat rakenteesta, olosuhteista sekä rakenteen rasitusluokasta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 341–345.)





KUVIO 3. Betonin lujuudenkehitykseen vaikuttavia ja betonille mahdollisesti vaurioita aiheuttavia tekijöitä, jotka betonin jälkihoidossa tulee ottaa huomioon (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 342)

Betonin suojaamisella estetään veden liiallista haihtumista sekä ulkoisia haitta-vaikutuksia. Normaaliolosuhteissa suojaaminen hoidetaan muun muassa muotilla, muovikalvolla ja ruiskutettavilla jälkihoitoaineilla. Talviolosuhteissa suojaamiseen käytetään lämpöeristettyjä mattoja ja muotteja, jotta rakenne saadaan myöskin lämpösuojusta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 342–344.)

Betonin kosteana pitämisellä estetään kutistumishalkeilua ja saadaan betonin lujuuden ja tiiviiden kehittymisen kannalta oleelliset hydrataatioreaktiot jatkumaan riittävän pitkään. Riittävä kosteus turvataan kastelemalla betonia sumuttamalla, jälkihoitoaineilla tai estämällä haihtuminen peitteellä. Betonin pinnan kastelu tai peittäminen tulee aloittaa heti, kun betonin pinta kestää kyseiset toimenpiteet. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 342–344.)

Betonin kovettumisen ja lujuuden kannalta oikean kovettumislämpötilan säilyttäminen on erittäin tärkeää. Kylmissä olosuhteissa kovettuvan betonin lämpötila pidetään sopivana lämmittämällä rakennetta ja suojaamalla rakenne kauttaaltaan lämmöneristyksellä. Myöskin liian korkea kovettumislämpötila voi aiheuttaa betonille lujuuskatoa, joten kuumissa olosuhteissa ja massiivisten rakenteiden toteutuksissa on varauduttava jäähdyttämään betonia. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 342–344.)

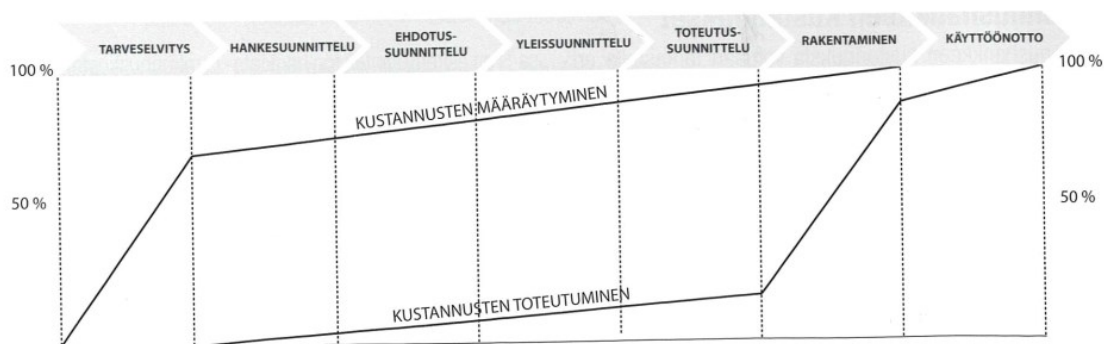
### 3 RAKENTAMISEN KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN

#### 3.1 Rakennushanke

Rakennushanke koostuu seitsemästä vaiheesta. Rakennushankkeen kustannuksista noin 75 % määräytyy tarveselvityksen ja hankesuunnittelun aikana (KUVIO 4). Tarveselvityksen ja hankesuunnittelun aikana määritellään tilaajan tilantarve ja vaihtoehdot, joilla tilantarve pystytään täyttämään. Hankesuunnitteluvaiheessa määritellään tarkemmin hankkeen laajuus, aikataulu ja laatua koskevat tavoitteet kannattavuuslaskelmien, kustannusarvioiden ja rahoitusvaihtoehtojen pohjalta. (Mittaviiva Oy 2021, 17–19.)

Rakennussuunnitteluvaihe koostuu ehdotus-, yleis- ja toteutussuunnittelusta. Rakennussuunnitteluvaiheen aikana etsitään rakenneratkaisuja, jotka ovat tilaajan tarpeisiin soveltuvia ja taloudellisesti kannattavia. Vaihtoehtoisten suunnitelmien pohjalta valitaan teknistaloudellisesti kannattava suunnitelma, jonka pohjalta tehdään toteutussuunnittelu. (Mittaviiva Oy 2021, 17–19.)

Rakennushankkeen kustannuksista noin 80 % toteutuu rakentamisvaiheen sekä käyttöönoton aikana (KUVIO 4). Rakennusvaiheessa rakennus rakennetaan suunnitelmien mukaisesti hyvää rakentamistapaa noudattaen. Rakennusvaiheen aikana muodostuviin rakennuskustannuksiin sisältyy rakennus ja tekniikkaosien kustannusten lisäksi hanketehtävien ja -varausten kustannukset. Hanketehtävien ja -varausten kustannuksiin kuuluu muun muassa rakennuttamisesta, valvonnasta, työnjohdosta suunnitelmamuutoksista ja työmaatekniikasta aiheutuvat kustannukset. (Mittaviiva Oy 2021, 17–19.)



KUVIO 4. Kustannusten määräytyminen ja kertyminen (Mittaviiva Oy 2021, 18)

## 3.2 Kustannuksiin vaikuttaminen

Vaikka rakennushankkeen kustannukset määräytyvätkin pääosin hankkeen alkuvaiheessa, voidaan kustannuksiin vaikuttaa vielä myöhemminkin hankkeen aikana. Hankkeen kustannukset tarkentuvat suunnittelun edetessä ja sen vuoksi kustannuslaskentaa ja kustannusten hallintaa tulee suorittaa hankkeen edetessä tarkentuneilla lähtötiedoilla useasta näkökulmasta. (Mittaviiva Oy 2018, 8.)

Rakennuskustannukset muodostuvat rakentamiseen tarvittavien resurssien käytöstä ja niiden hinnoista. Tarveselvitys ja hankesuunnitteluvaiheessa tehdyt päätökset määrittävät hankkeen resurssitarpeet. Rakennushankkeessa tarvittavia resursseja ovat rakennusmateriaalit, tehty työ, energia ja pääoma. (Mittaviiva Oy 2021, 17–19.)

### 3.2.1 Tilaajan ja käyttäjän tarpeet

Tilaajan ja käyttäjän tilalle asettamat tarpeet on yksittäisistä kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä suurin (Mittaviiva Oy 2018, 20). Toteutettavan tilan tulee palvella tilaohjelman mukaista käyttötarkoitustaan ja erilaisten vaihtoehtojen vertailu hankkeen alkuvaiheessa on kannattavaa teknistaloudellisen ratkaisun löytämiseksi (Mittaviiva Oy 2021, 18).

### 3.2.2 Olosuhteet ja rakennuspaikka

Rakennuskustannusten muodostumisen kannalta oleellisia tekijöitä ovat rakennuspaikka ja rakentamisen ajankohta. Suunnitteluratkaisuilla on mahdollista pienentää olosuhteista johtuvia kustannuksia, vaikka olosuhteisiin vaikuttaminen ei olekaan mahdollista. Hankkeelle valitun tontin kaavamääräykset sekä perustamisolosuhteet saattavat rajoittaa rakennuksen muotoa, korkeutta ja sijoittelua tontille. (Mittaviiva Oy 2021, 17–19.)

Rakennuspaikkakunta vaikuttaa työntekijöiden palkkatasoon, rakennustarvikkeiden toimituksen hintoihin ja vallitseviin sääolosuhteisiin. Paikkakunnalla ja rakennetulla ympäristöllä on vaikutusta myöskin lämmitys- ja lämmitysenergiasta ja kunnallistekniikasta aiheutuviin kustannuksiin. (Mittaviiva Oy 2021, 17–19.) Rakennuspaikkakunnan sijainnin ollessa sellainen, että tarvitaan paljon paikkakunnan tai lähialueen ulkopuolista työvoimaa matka- ja majoituskustannukset voivat nousta merkittävästi.

Talven vaikutus kustannusten muodostumiseen on huomattava. Hankkeen taloudellisen kannattavuuden kannalta tulisi runkovaihe ja muut ulkona suoritettavat työvaiheet ajoittaa talviajan ulkopuolelle, mikäli se on mahdollista. Talvirakentaminen aiheuttaa työmaalle lisätöitä, mikä tulee huomioida rakentamisen kustannuksissa ja aikataulussa riskeinä. (Mittaviiva Oy 2021, 20–21.)

Tyypillisiä talvirakentamisesta aiheutuvia lisäkustannuksia:

- Energian kulutuksen kasvu
- Lisääntynyt suojauksen tarve
- Lisätöistä johtuva työnteon hidastuminen
- Talvirakentamiseen soveltuvien materiaalien käyttö ja materiaalihukat
- Lisääntynyt kone- ja kalustotarve
- Työturvallisuudesta, kuten liukkaudenpoistosta ja valaisutarpeesta aiheutuvat lisäkustannukset.

(Mittaviiva Oy 2021, 20–21; Ratu C8-0377 2010, 1–4.)

Talvitöiden vaikutuksia kustannuksiin on käsitelty taulukossa 1 rakennusvaiheittain. Taulukossa 2 on käsitelty betonirakentamisessa käytettyjen lämpökäsittelyjärjestelmien energiankulutusta ja niiden kustannuksia vuonna 2020. Taulukkoon 3 on kerätty karkeita hinta-arvioita eri energiamuotojen yksikköhintoista vuodelta 2020. (Mittaviiva Oy 2021, 20–21.)

TAULUKKO 1. Kerrostalon talvirakentamisen lisäkustannukset prosentteina vastaavista kesäajan kustannuksista. (Mittaviiva Oy 2021, 20.)

Kustannuslajit	Rakennusvaiheiden lisäkustannukset (%)		
	Perustustyövaihe	Runkotyövaihe	Sisävalmistusvaihe
Työmenekkilisä	2,6...2,9	0,6...0,7	-
Materiaalilisä	1,7...3,7	0,6...1,9	-
Energialisä	0,9...1,0	1,2...1,4	2,8...3,2
Kone- ja kalustolisä	1,8...2,2	1,2...1,4	0,1...0,2
Talvilisätyöt	1,6...1,8	0,7...0,9	0,2...0,4
Aikataulukustannuslisä	2,0...2,2	1,0...1,2	-
Yhteensä	13...15	5,5...7,5	3,3...3,7

TAULUKKO 2. Eri lämpökäsittelyjen energiankulutustietoja ja niiden kustannuksia vuonna 2020. (Mittaviiva Oy 2021, 21.)

Menetelmä	Energian kulutus kWh/betoni-m <sup>3</sup>	Betonin kovettumisaika vrk	Kustannus vuonna 2020 €/betoni-m <sup>3</sup>
Lankalämmitys	60...100	1...3	89–443
Kuumailmalämmitys	150...500	2...5	443–3694
Infrapunalämmitys	90...180	1...3	133–798
muottilämmitys	50...100	1...3	74–443

TAULUKKO 3. Eri energiamuotojen yksikköhintoja vuonna 2020. (Mittaviiva Oy 2021, 21.)

Energiamuoto	Energian hinta €/MWh
Kaukolämpö	77–87
Sähkö	56–223
Kevyt polttoöljy	60–91
Nestekaasu	noin 125–152

### 3.2.3 Suunnitteluratkaisut

Saman tilaohjelman pohjalta suunnitellut hankkeet voivat olla kustannuksiltaan hyvinkin eri hintaisia toteutettuna. Eri vaihtoehtojen hintaerot muodostuvat suunnitteluratkaisuiden ja suunnitelmien tehokkuuseroista sekä rakennusosien määrä- ja hintaeroista. Rakennushankkeen kustannustehokkuuden kannalta on tärkeää löytää rakennukselle toimiva perusratkaisu ja muoto tontille suotuisasti sijoitettuna. Rakennuksen toteutukseen valittu tuotantotekniikka ja siihen liittyvät detaljit sekä viimeistely- ja varustetaso vaikuttavat myöskin oleellisesti kustannusten muodostumiseen. (Mittaviiva Oy 2021, 18–19.)

Rakentamisen aikana syntyvät kustannukset syntyvät resurssien käytöstä ja niiden hinnoista. Rakentamisvaiheen resurssien käyttöön voidaan vaikuttaa valitulla rakennustekniikalla sekä työmenetelmillä. Betonirakentamisessa paikallavalurakentamisessa työvoiman tarve on suuri toteutuksen aikana, kun taas elementti ja valmisosarakentamisessa korkeampi esivalmistusaste pienentää työvoiman tarvetta. (Mittaviiva Oy 2021, 18–19.) Huolellisesti suunnitelluilla detaljeilla ja toistuvilla ratkaisulla rakenteiden toteuttaminen on tyypillisesti nopeampaa ja sitä myöten kustannustehokkaampaa. (Mittaviiva Oy 2018, 21.)

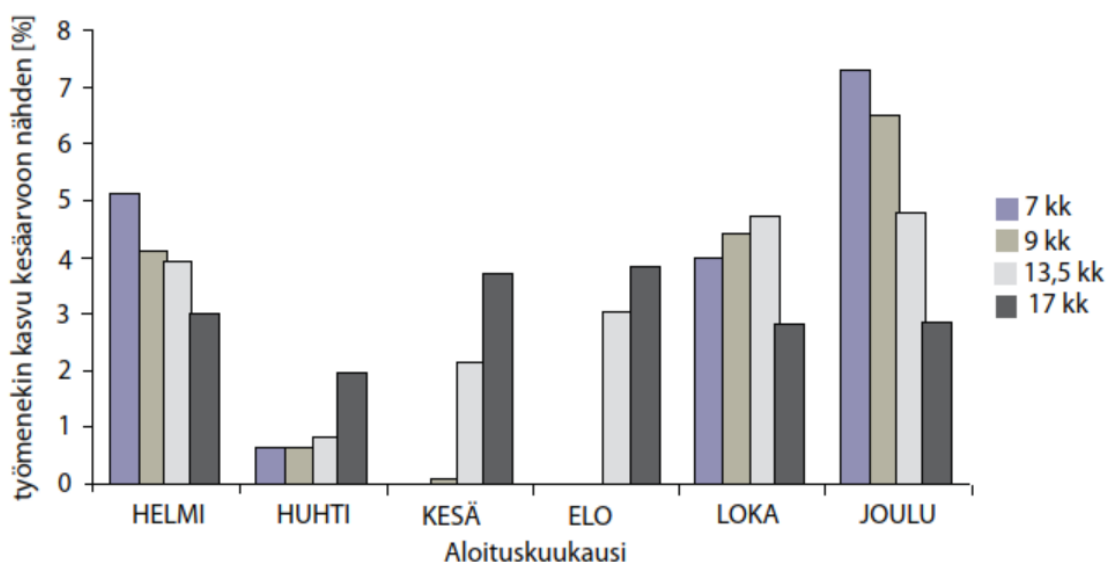
Erilaisten suunnitteluratkaisuiden talvirakentamisesta syntyvien lisäkustannusten erot johtuvat olosuhderiippuvaisten töiden määrästä ja tuotantotekniikasta riippuvien taulukossa 4 esiteltyjen talvilisäprosenttien eroista. Talviolosuhteissa esivalmistusastetta kasvattamalla pystytään vähentämään talviolosuhteille alttiiden työvaiheiden määrää ja pienentämään talvirakentamisesta tulevia lisäkustannuksia. (Ratu C8-0377 2010, 9.)

TAULUKKO 4. Tuotantotekniikan vaikutus kokonaistyömenekkiin talvirakentamisessa. (Ratu C8-0377 2010, 9.)

Rakennustyyppi	Tuotantotekniikka	Työmenekin kasvu kesään verrattuna %
Asuinkerrostalo	Täyselementtitekniikka	0...6,4
	Osaelementtitekniikka	0...5,3
	Paikallavalurakentaminen	2,3...6,4
Toimistorakennus	Täyselementtitekniikka	1,1...5,3
	Osaelementtitekniikka	0,9...4,9
	Paikallavalurakentaminen	0,7...5,2

### 3.2.4 Ajoitus ja aikataulu

Hankkeen ajoituksella voidaan vaikuttaa talvirakentamisen määrään. Talviliikustannuksien minimoimisen kannalta on taloudellisesti kannattavaa pyrkiä ajoittamaan talviolosuhteille alttiit työvaiheet kesään, mahdollisuuksien mukaan. Rakennushankkeen aloitusajankohdan merkitys korostuu erityisesti lyhyemmissä hankkeissa, joissa talviolosuhteille alttiit työvaiheet voidaan ajoittaa kesäkuukausille. Suuremman kokoluokan hankkeissa aloitusajankohdan vaikutus talvirakentamisesta syntyviin lisäkustannuksiin pienenee ja hankkeen sisäisen ajoituksen merkitys kasvaa. Kuviossa 5 on käsitelty laajuudeltaan erilaisten kohteiden työmenekin kasvua. (Ratu C8-0377 2010, 9–10.)



KUVIO 5. Laajuudeltaan erilaisten kohteiden työmenekin vaihtelu aloitusajankohdan mukaan kesäarvoon nähden prosentteina. (Ratu C8-0377 2010, 9.)

Kustannuslaskennassa ja aikataulun suunnittelussa tulee varautua muutos- ja lisätöihin sekä mahdollisiin työn keskeytyksiin. Töiden suunnittelussa on tärkeää, että toisistaan riippuvat kriittiset työvaiheet eivät mene päällekkäin ja mahdollisiin olosuhteista johtuviin häiriöihin on varauduttu. Riskien ja häiriöiden huomioimatta jättäminen vois aiheuttaa rakennushankkeen arvioituihin kustannuksiin suurta nousua, kun työvaiheiden eteneminen viivästyy. (Ratu C8-0377 2010, 12–13.)



### **3.2.5 Toteutus ja tuotantoratkaisut**

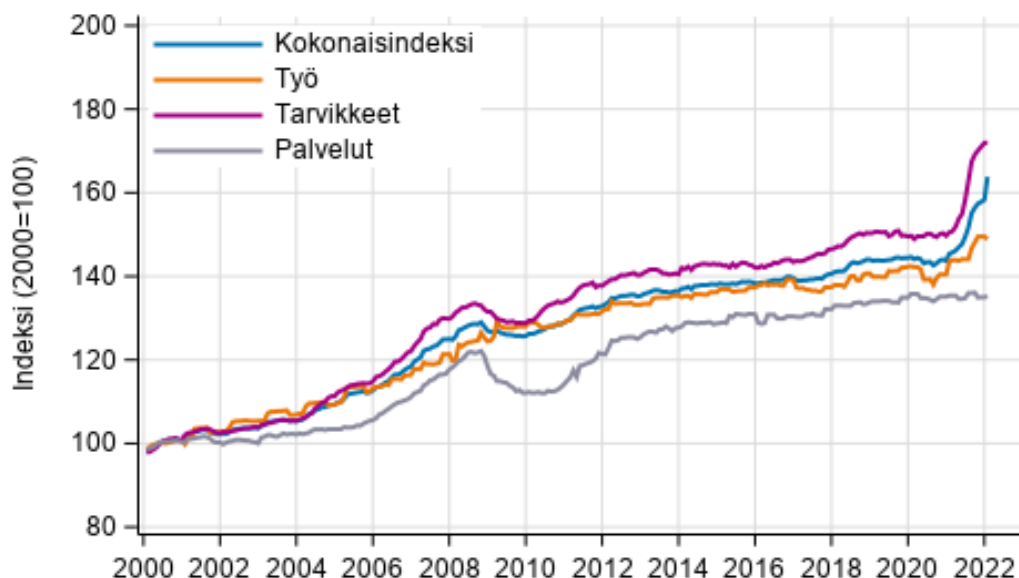
Rakennushankkeen ja rakentamisen organisoinnilla on vaikutusta kustannuksiin. Hankkeen toteutusmuodon pohjalta määräytyy miten vastuut jakautuvat hankkeen osapuolten välillä. (Mittaviiva Oy 2018, 22.)

Hankkeelle valittu toteutusmuoto määrittää hankkeen organisoinnin pääpiirteittäin. Kustannuksien lisäksi organisointi vaikuttaa kustannushallintamenettelyihin sekä niistä vastaaviin tahoihin. (Mittaviiva Oy 2018, 22.)

Tuotantoratkaisuiden osalta merkittävimmäksi kustannuksiin vaikuttavaksi tekijäksi nousee valitut tuotantotekniikat ja työmenetelmät. Tuotantoratkaisuiden ja työvaiheiden huolellisella tuotantosuunnittelulla, realistisella toteutusaikataululla sekä onnistuneella hankintojen ohjauksella voidaan vaikuttaa eri työvaiheiden kustannustehokkuuteen positiivisesti. (Mittaviiva Oy 2018, 22.)

### **3.2.6 Kustannus- ja hintaerot**

Rakentamisen kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi vallitseva markkinatilanne. Rakentamisen kustannuksien kehitystä mitataan Tilastokeskuksen ylläpitämän rakennuskustannusindeksin avulla. Rakennuskustannusindeksillä mitataan samojen resurssien hintojen kehitystä ja indeksiluku muodostetaan painottamalla resurssien vaikutusta indeksilukuun sovitusti. Rakennuskustannusindeksin pitkän aikavälin kehitystä on kuvattu kuviossa 6. (Mittaviiva Oy 2021, 18–19.)



Lähde: Tilastokeskus

KUVIO 6. Rakennuskustannusindeksin pitkän aikavälin kehitys. (Suomen virallinen tilasto (SVT) 2022.)

Kuviosta 6. voidaan havaita huomattavaa nousua viime vuosien rakennuskustannuksissa COVID-19 pandemian vaikutuksista johtuen. Kokonaisindeksi on noussut vuoden 2021 tammikuusta 6,9 %, tarvikkeiden hinta 10,8 % ja työ kustannusten hinta 3,6 %. Rakennusalan palveluiden hinnat on kuitenkin laskenut 0,4 %. (Suomen virallinen tilasto (SVT) 2022.)

Rakennuskustannusindeksi ei kuitenkaan mittaa katevaihtelun-, tuottavuuden-, menetelmien- eikä materiaalien käytön muutoksia. Indeksissä ei ole myöskään huomioitu alueiden välisiä kustannuseroja eikä rakennushankkeen osapuolten välisiä suhteita. Alueiden väliset resurssihintojen erot muodostuvat lähestulkoon yksinomaan työn hinnasta, koska työvoiman siirtäminen on huomattavasti materiaalien siirtämistä haasteellisempaa. (Mittaviiva Oy 2021, 18–19.)

Rakentamisen hintaerot vaihtelevat suhdannevaihtelun mukaan. Suhdannevaihtelulla tarkoitetaan lyhyemmän tarkasteluajanjakson aikana tapahtuvaa rakentamisen resurssien käyttöasteen vaihtelusta johtuvaa hintojen vaihtelua. Resurssien hintojen vaihtelun lisäksi hankkeen kustannuksiin vaikuttaa hankeorganisaation omasta kapasiteetistä johtuvat suhdanteet. (Mittaviiva Oy 2021, 18–19.)

### 3.2.7 Jälkilaskenta

Jälkilaskennalla tarkoitetaan toteutuneilla kustannus-, työmenekki-, ja määrätiedoilla toteutettua laskentaa. Jälkilaskennan tarkoituksena on ylläpitää hankkeen kustannuksiin ja toteutukseen liittyviä tietoja hankkeen aikana ja kyseisten tietojen avulla selvittää hankkeen taloudellinen tulos. (Mittaviiva Oy 2018, 95.)

Jälkilaskentatietoja dokumentoidessa kirjataan tavoitteiden ja toteutuman välille syntyvien kustannuserojen syyt. Tulevissa hankkeissa kustannuseroja aiheuttaneisiin työvaiheisiin osataan kiinnittää tarkempaa huomiota. Jälkilaskennan avulla saatuja viitetietoja voidaan hyödyntää tulevien vastaavien rakennushankkeiden kustannuslaskennassa sekä tuotannonsuunnittelussa ja saavuttaa huomattavia kustannussäästöjä. (Mittaviiva Oy 2018, 95–96.)

## 4 ESIMERKKIKOHDE

Opinnäytetyössä vertaillaan betonirakentamisen kustannuksia elementti- ja paikallavalurakentamisen välillä. Kustannuslaskennan pohjana käytetään esimerkkikohteen urakkatarjousten yksikköhintatietoja ja aikakauden kirjallisuuden mukaisia yksikköhintoja.

Esimerkkikohte on teollisuuskohde Etelä-Suomessa. Kohteen toteutus tapahtuu vuosina 2021–2022. Kohteessa on useita uudisrakennuksia, joiden kerrostasoala on yli 10000 m<sup>2</sup>.

Esimerkkikohteen tarjouspyyntö paikallavalurakenteiden rakennusurakkaan on lähetetty vuoden 2021 toisessa kvartaalissa. Urakkatarjouksia paikallavalurakenteiden rakennusurakkaan tuli kolme kappaletta. Betonielementtirakenteiden tarjouspyynnöt on lähetetty vuoden 2021 toisen ja kolmannen kvartaalin aikana. Urakkatarjouksia betonielementtien valmistukseen tuli viisi kappaletta ja asennukseen kaksi kappaletta.

Esimerkkikohteen vaakarakenteet on mitoitettu 6 kN/m<sup>2</sup> tasokuormalle. Rakenteisiin kohdistuva tuulikuorma on määritelty standardin SFS-EN 1991-1-4 mukaisen maastoluokan II mukaisesti.

## 5 TARKASTELTAVAT RUNKORATKAISUT

### 5.1 Tarkasteltavan rakennekokonaisuuden rajaus

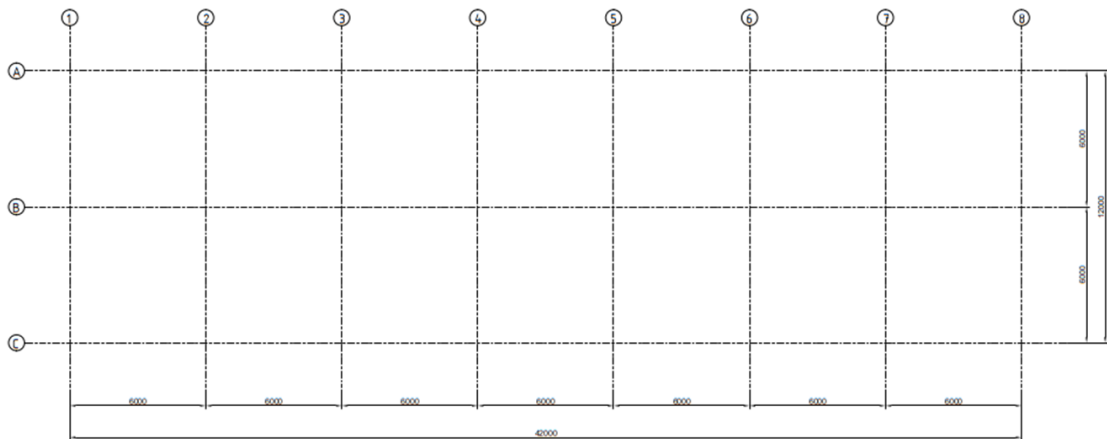
Rakennuskokonaisuutta tarkastellaan vertailukelpoisten tulosten saavuttamiseksi esimerkkikohteen urakkatarjousten pohjalta taulukon 5 mukaista rakennuskokonaisuutta. Rakennuskokonaisuuden dimensiot pysyvät pääpiirteittäin identtisinä runkoratkaisusta riippumatta. Rakennuskokonaisuudessa ei ole huomioitu perustusten, pohjalaatan, reikien eikä seinärakenteen lämmöneristyksen vaikutusta kustannuksiin.

Rakennusrungon yhden moduulin koko on 6x6 metriä. Rungon pidempi sivu on 42 metriä pitkä ja koostuu seitsemästä moduulivälistä. Lyhyempi sivu on 12 metriä pitkä ja koostuu kahdesta moduulivälistä. Rakennusrungon moduuliverkko on esitetty kuvassa 10 sekä liitteessä 1.

TAULUKKO 5. Tarkasteltava rakennuskokonaisuus

Pitkä sivu	42	m
Lyhyt sivu	12	m
Kerrostasoala	504	m <sup>2</sup>
Kerrosten lukumäärä	3	kpl
Kerrostasoala yhteensä	1512	m <sup>2</sup>
Huonekorkeus	3	m
Tilavuus	4536	m <sup>3</sup>

Kustannustarkastelussa rakennusrunko on jaettu kantavaan päärunkoon, välipohjarakenteisiin sekä hissi- ja porraskuiluun. Rakennusrungon osille suoritetaan kustannusvertailu eri tuotantotekniikoiden välillä. Rakentamisen kokonaiskustannusten vertailu suoritetaan eri runkoratkaisuiden yhdistelmistä. Paikallavalurakenteet ovat rajattu pilari- ja palkkirakenteiden osalta tarkastelusta pois, sillä paikallavalettuja pilareita ja -palkkeja käytetään lähinnä erikoistapauksissa.



KUVA 10. Rakennusrungon moduuliverkko

## 5.2 Kantava päärunko

Rakennuksen rungolla tarkoitetaan rakennekokonaisuutta, jonka tehtävä on siirtää siihen kohdistuvat kuormat perustuksille. Rakennuksen runko voi olla yhtä runkotyyppiä tai usean runkotyyppin yhdistelmä. (Koski ym. 2010, 61–62.)

Opinnäytetyössä tarkastellaan kantavan päärunгон toteuttamisesta aiheutuvien kustannusten muodostamista, kun runko toteutetaan kokonaisuudessaan pilari-palkkirunkona sekä kantavien ulkoseinien ja pilari-palkkilinjan yhdistelmänä. Pilari- ja palkkirakenteet ovat tarkastelussa ainoastaan betonielementteinä toteutettuja. Kantavien seinärakenteiden osalta tarkastelu tehdään sekä paikallavälineille, että elementtiseinille.

### 5.2.1 Pilari-palkkirunko

Tarkasteltava pilari-palkkirunko koostuu 480x480 mm betonielementtipilareista ja 580x380 mm betonielementtipalkeista. Betonipalkit kannatellaan betonipilareihin tulevien konsoloiden avulla. Pilari-palkkirunko on esitetty liitteessä 2.

Taulukossa 6 on esitetty pilari-palkkirunkoisen rakennuskokonaisuuden rakennusosien määrät. Lisäksi taulukossa on rakennusosien betonitiedot.

TAULUKKO 6. Pilari-palkkirunko, määrät ja betonitiedot

	YKS	MÄÄRÄ
<b>BETONIELEMENTTIPILARIT</b>		
Betoni: C40/50; XC1		
Teräs; B500B; 180 kg/m <sup>3</sup>		
Reunoissa viisteet 15x15 mm		
Betonielementtipilari 480x480 mm, $h = 8750$ mm	kpl	20
<b>TERÄSBETONIPALKIT</b>		
Rasitusluokka; XC3		
Teräs; B500B; 160 kg/m <sup>3</sup>		
Paloluokka R60		
Reunoissa viisteet 15x15 mm		
Teräsbetonipalkki 580x380 mm	kpl	42

### 5.2.2 Kantavat seinäelementit ja pilari-palkkilinja

Kantavilla seinäelementeillä toteutetussa runkojärjestelmässä ulkoseinät ovat 200 mm paksuja sisäkuorielementtejä ja moduulilinjalle B tulee 480x480 mm betonielementtipilareista sekä 580x380 mm betonielementtipalkeista toteutettu pilari-palkkilinja. Kantavat seinäelementit ja pilari-palkkilinja on esitetty liitteessä 3.

Taulukossa 7 on esitetty kantavat seinäelementit ja pilari-palkkilinja rakennuskonaisuuden rakennusosien määrät. Lisäksi taulukossa on rakennusosien betonitiedot.

TAULUKKO 7. Kantavat seinäelementit ja pilari-palkkilinja, määrät ja betonitiedot

	YKS	MÄÄRÄ
<b>BETONIELEMENTTIPILARIT</b> Betoni: C40/50; XC1 Teräs; B500B; 180 kg/m <sup>3</sup> Reunoissa viisteet 15x15 mm Betonielementtipilari 480x480 mm, $h = 8750$ mm	kpl	5
<b>TERÄSBETONIPALKIT</b> Rasitusluokka; XC3 Teräs; B500B; 160 kg/m <sup>3</sup> Paloluokka R60 Reunoissa viisteet 15x15 mm Teräsbetonipalkki 580x380 mm	kpl	18
<b>SISÄKUORIELEMENTIT</b> Betoni C30/37; XC3 Teräs; B500B; 70 kg/m <sup>3</sup> Paloluokka; REI60 Sisäkuorielementti $d = 200$ mm	m <sup>2</sup>	864

### 5.2.3 Kantavat paikallavaluseinät ja pilari-palkkilinja

Kantavilla paikallavaluseinillä toteutetussa runkojärjestelmässä ulkoseinät ovat 200 mm paksuja ja moduulilinjalle B tulee 480x480 mm betonielementtipilareista sekä 580x380 mm betonielementtipalkeista toteutettu pilari-palkkilinja. Kantavat paikallavaluseinät ja pilari-palkkilinja on esitetty liitteessä 4.

Taulukossa 8 on esitetty kantavat paikallavaluseinät ja pilari-palkkilinja rakennuskokonaisuuden rakennusosien määrät. Lisäksi taulukossa on rakennusosien betonitiedot.



TAULUKKO 8. Kantavat paikallavaluseinät ja pilari-palkkilinja, määrät ja betoni-tiedot

	YKS	MÄÄRÄ
<b>BETONIELEMENTTIPILARIT</b> Betoni: C40/50; XC1 Teräs; B500B; 180 kg/m <sup>3</sup> Reunoissa viisteet 15x15 mm Betonielementtipilari 480x480 mm, $h = 8750$ mm	kpl	5
<b>TERÄSBETONIPALKIT</b> Rasitusluokka; XC3 Teräs; B500B; 160 kg/m <sup>3</sup> Paloluokka R60 Reunoissa viisteet 15x15 mm Teräsbetonipalkki 580x380 mm	kpl	18
<b>PAIKALLAVLUSEINÄT</b> Betoni C30/37; XC3 Teräs; B500B; 80 kg/m <sup>3</sup> Paloluokka; REI60 Paikallavaluseinä $d = 200$ mm	m <sup>2</sup> m <sup>3</sup>	864 172,8

### 5.3 Välipohjarakenteet

Kustannustarkastelu välipohjarakenteiden osalta suoritetaan ontelolaatoille, paikallavaluholville sekä kuorilaattojen ja pintavalun yhdistelmälle. Laattojen reikiä ei huomioida kustannustarkastelussa, koska reikätarve on kohdekohtaista ja vaatii aina tarkempaa tarkastelua.

Päärungon ollessa pilari-palkkirunko välipohjat tukeutuvat kokonaan betonipalkkien varaan. Kantavia ulkoseiniä käytettäessä välipohja tukeutuu ulkoseinälinjoilla kantaviin seiniin ja keskialueella pilari-palkkilinjaan.

#### 5.3.1 Ontelolaatat

Ontelolaattatyyppejä OL27,  $h = 265$  mm. Ontelolaattojen jänneväli on 6 m. Ontelolaattojen asennuksen jälkeen suoritetaan saumaraudoitus ja -valu sekä 80 mm pintavalu. Rakenteen kokonaiskorkeus on 345 mm.

Taulukossa 9 on esitetty ontelolaattatasojen rakennusosien määrät. Lisäksi taulukossa on rakennusosien betonitiedot.

TAULUKKO 9. Ontelolaattatasot, määrät ja betonitiedot

	YKS	MÄÄRÄ
<b>ONTELOLAATTATASO</b>		
Rasitusluokka; XC3		
Paloluokka; REI60		
Ontelolaatta OL27, $h = 265$ mm	m <sup>2</sup>	1404
<b>ONTELOLAATASTON PINTAVALU</b>		
Betoni C30/37; XC3		
Teräs; B500B; 40 kg/m <sup>3</sup>		
Pintavalu, $h = 80$ mm	m <sup>2</sup>	1404
	m <sup>3</sup>	112,32

### 5.3.2 Kuorilaatat ja pintavalu

Kuorilaattatyypin KL120,  $h = 120$  mm. Kuorilaattojen jänneväli 6 m. Pintavalun paksuus  $h = 120$  mm. Rakenteen kokonaiskorkeus on 240 mm.

Taulukossa 10 on esitetty kuorilaattatasojen rakennusosien määrät. Lisäksi taulukossa on rakennusosien betonitiedot.

TAULUKKO 10. Kuorilaattatasot, määrät ja betonitiedot

	YKS	MÄÄRÄ
<b>KUORILAATTATASOT</b>		
Kuorilaatta KL120/240		
Rasitusluokka; XC3		
Paloluokka; REI60		
Kuorilaatta KL120, $h = 120$ mm	m <sup>2</sup>	1404
<b>KUORILAATASTON PINTALAATTA</b>		
Betoni C30/37; XC3		
Teräs; B500B; 80 kg/m <sup>3</sup>		
Pintalaatta, $h = 120$ mm	m <sup>2</sup>	1404
	m <sup>3</sup>	168,48

### 5.3.3 Paikallavaluholvi

Paikallavaluholvi on paksuudeltaan  $h = 240$  mm. Jänneväli on 6 m. Muottitekniikkana vakiopalkit ja muottilevyt -järjestelmä.

Taulukossa 11 on esitetty paikallavalutasojen rakennusosien määrät. Lisäksi taulukossa on paikallavalutasojen betonitiedot.

TAULUKKO 11. Paikallavalutasot, määrät ja betonitiedot

	YKS	MÄÄRÄ
<b>PAIKALLAVALUTASOT</b>		
Betoni C30/37; XC3		
Teräs; B500B; 140 kg/m <sup>3</sup>		
Paloluokka; REI60		
Paikallavalulaatta, $h = 240$ mm	m <sup>2</sup>	1404
	m <sup>3</sup>	336,96

### 5.4 Hissi- ja porraskuilu

Hissi- ja porraskuilun osalta kustannustarkastelu suoritetaan paikallavaluseinien sekä seinäelementtien ja elementtipilarien välillä. Paikallavaluseiniä käyttäessä pilari- ja palkkielementit korvataan kantavilla paikallavaluseinillä. Elementtiseinillä toteutetussa hissi- ja porraskuilussa seinäelementit kiinnitetään elementtipilareihin. Hissi- ja porraskuilu on kooltaan yhden moduulin kokoinen (6x6 m).

Välipohjarakenne tukeutuu hissikuilun seiniin. Välipohjarakenteen kannatus seinärakenteesta toteutetaan seinäkonsolin avulla.

#### 5.4.1 Paikallavaluseinät

Hissikuilun seinät ovat 200 mm paksuja ja ne ovat toteutettu kiipeävällä muotilla. Välipohjarakenteen kannatus seinästä tapahtuu seinäkonsolilla.

Taulukossa 12 on esitetty paikallavaluseinien rakennusosien määrät. Lisäksi taulukossa on paikallavaluseinien betonitiedot.

TAULUKKO 12. Paikallavaluseinät, määrät ja betonitiedot

	YKS	MÄÄRÄ
<b>HISSI- JA PORRASKUILUN SEINÄT</b>		
Betoni C35/45; XC3		
Teräs; B500B; 100 kg/m <sup>3</sup>		
Paloluokka; REI60		
Paikallavaluseinä $d = 200$ mm	m <sup>2</sup>	216
	m <sup>3</sup>	43,2

#### 5.4.2 Seinäelementit ja elementtipilarit

Hissikuilun seinäelementit ovat 200 mm paksuja sisäkuorielementtejä ja elementtipilarit ovat kooltaan 480x480 mm. Seinäelementit kiinnitetään elementtipilareihin ja välipohjarakenne kannatetaan seinäkonsolilla.

Taulukossa 8 on esitetty seinäelementit ja elementtipilarit rakennuskokonaisuuden rakennusosien määrät. Lisäksi taulukossa on rakennusosien betonitiedot.

TAULUKKO 13. Seinäelementit ja elementtipilarit, määrät ja betonitiedot

	YKS	MÄÄRÄ
<b>HISSI- JA PORRASKUILUN SEINÄT</b>		
Betoni C30/37; XC3		
Teräs; B500B; 80 kg/m <sup>3</sup>		
Paloluokka; REI60		
Sisäkuorielementti $d = 200$ mm	m <sup>2</sup>	216
<b>BETONIELEMENTTIPILARIT</b>		
Betoni: C40/50; XC1		
Teräs; B500B; 180 kg/m <sup>3</sup>		
Reunoissa viisteet 15x15 mm		
Betonielementtipilari 480x480 mm, $h = 8750$ mm	kpl	4

## 6 RAKENNUSRUNGON OSIEN KUSTANNUSLASKELMAT

### 6.1 Yksikköhinnat

Rakennusalalla on käytössä nimikkeistöjä, joiden tarkoituksena on parantaa osapuolten välistä tiedonsiirtoa. Yleisesti käytettäviä rakennushankkeissa käytettäviä nimikkeistöjä ovat muun muassa Talo 80 ja 2000 -nimikkeistöt. (Mittaviiva Oy 2018, 23.)

Talo 80 -nimikkeistö on jaettu rakentamis- ja suoritusnimikkeisiin. Rakentamisnimikkeiden pääryhmien 2–5 koodi on jaettu pääryhmään ja rakentamisosaan, jotka muodostavat rakentamisnimikkeelle kaksinumeroisen koodin. Rakentamisnimikkeiden 0, 1 sekä 6–9 koodi on jaettu pääryhmään, alapääryhmään ja rakentamisosaan, jotka muodostavat rakentamisnimikkeelle kolminumeroisen koodin. Suoritusnimikkeet on jaettu jokaisen pääryhmän osalta pääryhmään ja suoritusosaan, joiden pohjalta muodostuu kaksinumeroinen koodi. (Mittaviiva Oy 2018, 98.)

Rakentamis- ja suoritusnimikkeiden pohjalta muodostetaan littera, joka on rakentamis- ja suoritusnimikkeen yhdistelmä. Littera on rakentamisnimikkeestä riippuen, joko neli- tai viisinumeroinen koodi. (Mittaviiva Oy 2018, 98.)

Taulukossa 14 on esitetty Talo 80 -nimikkeistön rakentamis- ja suoritenimikkeiden päänimikkeet. Talo 80- nimikkeistö on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 5.

TAULUKKO 14. Talo 80 -nimikkeistö, rakentamis- ja suoritusnimikkeiden päänimikkeet. (Mittaviiva Oy 2018, 99.)

	Rakentamisnimikkeet	Suoritusnimikkeet
0	Rakennuttajan kustannukset	
1	Maa- ja pohjarakennus	Muottityö
2	Perustukset ja ulkop. rakenteet	Raudoitus ja betonityö
3	Runko- ja vesikattorarakenteet	Metalli- ja peltityö
4	Täydentävät rakenteet	Muuraus, rappaus ja laatoitus
5	Pintarakenteet	Elementtityö
6	Kalusteet, varusteet ja laitteet	Puu- ja levytyö
7	Konetekniset työt	Lämmön- ja ääneneristys
8	Työmaan käyttökustannukset	Veden- ja kosteudeneristys
9	Työmaan yhteiskustannukset	Muut työt

### 6.1.1 Tarjousten rajaus

Esimerkkikohteen tarjousten yksikköhinnat ja määrät on eritelty pääsääntöisesti Talo 80 -järjestelmän mukaisesti. Mikäli tästä on poikettu, on asiasta mainittu joko asianomaisen nimikkeen kohdalla tai alempana olevissa poikkeuksissa.

Kukin nimike muodostaa itsenäisen kustannuslaskentayksikön, joka sisältää kaikki nimikkeen toteuttamiseen tarvittavat toiminnot urakkaohjelman mukaisesti. Nimike sisältää aina materiaalin ja asennuksen ellei toisin mainita.

Jokaiseen yksikköhintaan on sisällytetty Talo 80:n litteroiden 1–7 kustannukset yleiskuluineen sekä lisäksi litteroiden 8 ja 9 mukaiset kustannukset eli työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset. Yksikköhinnoissa on siten huomioitu muun muassa teline-, siirto- ja kuljetuskustannukset.

Talo 80 – järjestelmästä on poikettu seuraavissa kohdissa:

- Muottityö:
  - Betonirakenteiden muottityön suoritteena on käytetty litteraa 11 kaikille muottityypeille.
  - Muottityöhön on sisällytetty myös purku ja puhdistus.
  - Muottityö on mitattu betonin ja muotin kosketuspinta-alan mukaan.
  - Erittelyä reunamuotti/seinämuotti ei ole suoritettu, ellei siitä ole erikseen mainittu.
  - Seinä- tai sokkelielementin varauksen ja betonin pystysuora kosketuspinta on mitattu muottityöhön.
  - Betonirakenteiden rajapintojen (esim. mv-laatta/seinä) irrotuskais-tojen materiaaleja ei ole erikseen mitattu.
  - Liikuntasauaman "muottimateriaaleja" kuten styrox, kuitulevy, yms. ei ole erikseen mitattu, saumanauhat on mitattu.
  
- Rauditus (littera 21) ja betonointi (littera 22):
  - Rauditusmääriä ei ole eritelty kokoluokittain.
  - Betoniteräkset on laskettu suunnitelman terästaulukon teoreettisten katkaisupituuksien mukaisesti.
  - Betonin jälkityötä ei ole erikseen mitattu.
  - Jälkivalujen ja juotosbetonoinnin suoritteena on käytetty litteraa 25.

Yllä olevat poikkeukset ja täsmennykset on otettu huomioon nimikkeen perushinnassa. Keskenään vertailukelpoisten nimikkeiden puuttuessa nimikkeet on kustannusvertailussa jätetty huomioimatta.

### 6.1.2 Elementit

Kustannusvertailussa käytettävä elementtirakenteiden yksikköhintaluettelo on muodostettu elementtirakenteiden urakkatarjousten keskiarvoista. Elementtien hankintaan tarjouksia tuli viisi kappaletta ja asennukseen kaksi kappaletta.

Liitteen 6 taulukossa on esitetty kustannuslaskennassa käytettävät nimikkeet betonielementtien valmistukselle ja asennukselle. Yksikköhinnat on salattu työn toimeksiantajan pyynnöstä. Yksikköhinnat on määritelty luvun 6.1.1 rajausten mukaisesti.

### 6.1.3 Paikallavalu

Kustannusvertailussa käytettävä paikallavalurakenteiden yksikköhintaluettelo on muodostettu paikallavalu-urakkaan tulleiden tarjousten keskiarvoista. Paikallavalu-urakkaan tarjouksia tuli kolme kappaletta.

Liitteen 7 taulukossa on esitetty kustannuslaskennassa käytettävät nimikkeet paikallavalurakenteiden toteutukselle. Yksikköhinnat on salattu työn toimeksiantajan pyynnöstä. Yksikköhinnat on määritelty luvun 6.1.1 rajausten mukaisesti.

## 6.2 Kantava päärunko

Kantavan päärunгон osalta kustannusvertailu käytiin pilari-palkkirungon, kantavien seinäelementtien ja pilari-palkkilinjan sekä kantavien paikallavaluseinien ja pilaripalkkilinjan välillä. Kantavan päärunгон kustannuslaskennan lopputulokset runkotyypeittäin on esitetty taulukossa 15. Kantavan päärunгон kustannusvertailu on esitetty tarkemmin eriteltyinä liitteessä 8.

TAULUKKO 15. Kantavan päärunгон kustannusvertailu

	<b>PILARI-PALKKI-RUNKO</b>	<b>KANTAVAT SEINÄELEMENTIT JA PILARI-PALKKILINJA</b>	<b>KANTAVAT PAIKALLAVALUSEINÄT JA PILARI-PALKKILINJA</b>
Hinta alv 0 %	<b>150 989,20</b>	<b>241 737,02</b>	<b>432 127,63</b>
alv 24 %	<b>36 237,41</b>	<b>58 016,88</b>	<b>103 710,63</b>
Hinta alv 24 %	<b>187 226,61</b>	<b>299 753,90</b>	<b>535 838,26</b>



Taulukosta 15 huomataan, että kustannustehokkaimmaksi päärunkovaihtoehdoksi muodostuu pilari-palkkirunko. Kustannuksiltaan kallein vaihtoehto on kantavat paikallavaluseinät ja pilari-palkkilinja. Kantavat seinäelementit ja pilari-palkkilinja on 44,1 % ja pilari-palkkirunko 65,1 % kalleinta vaihtoehtoa edullisempi.

### 6.3 Välipohjarakenteet

Välipohjarakenteiden osalta kustannusvertailu käytiin ontelolaattojen, kuorilaattojen ja pintavalun sekä paikallavaluholvin välillä. Välipohjarakenteiden kustannuslaskennan lopputulokset välipohjatyypeittäin on esitetty taulukossa 16. Välipohjarakenteiden kustannusvertailu on esitetty tarkemmin eriteltynä liitteessä 9.

TAULUKKO 16. Välipohjarakenteiden kustannusvertailu

	ONTELOLAATAT	KUORILAATAT JA PINTAVALU	PAIKALLAVALU-HOLVI
Hinta alv 0 %	<b>151 304,60</b>	<b>206 124,05</b>	<b>421 811,58</b>
alv 24 %	<b>36 313,10</b>	<b>49 469,77</b>	<b>101 234,78</b>
Hinta alv 24 %	<b>187 617,70</b>	<b>255 593,82</b>	<b>523 046,36</b>

Taulukosta 16 huomataan, että kustannustehokkaimmaksi välipohjavaihtoehdoksi muodostuu ontelolaatat. Kustannuksiltaan kallein vaihtoehto on paikallavaluholvi. Kuorilaatat ja pintavalu on 51,1 % ja ontelolaatat 64,1 % paikallavaluholvia edullisempi vaihtoehto.

### 6.4 Hissi- ja porraskuilu

Hissi- ja porraskuilun osalta kustannusvertailu käytiin paikallavaluseinien sekä seinäelementtien ja elementtipilarien välillä. Hissi- ja porraskuilun kustannuslaskennan lopputulokset rakennekokonaisuuksittain on esitetty taulukossa 17. Hissi- ja porraskuilun kustannusvertailu on esitetty tarkemmin eriteltynä liitteessä 10.

TAULUKKO 17. Hissi- ja porraskuilun kustannusvertailu

	<b>PAIKALLAVALUSEINÄT</b>	<b>SEINÄELEMENTIT JA ELEMENTTIPILARIT</b>
Hinta alv 0 %	<b>105 494,40</b>	<b>61 980,10</b>
alv 24 %	<b>25 318,66</b>	<b>14 875,22</b>
Hinta alv 24 %	<b>130 813,06</b>	<b>76 855,32</b>

Taulukosta 17 huomataan, että vaihtoehtoista kustannustehokkaammaksi muodostuu seinäelementit ja elementtipilarit. Seinäelementit ja elementtipilarit on 41,2 % paikallavaluseiniä edullisempi ratkaisu.

## 6.5 Yhdistelmät

Rakennusrungon osien yhdistelmistä on muodostettu kustannusvertailua varten 18 erilaista runkovaihtoehtoa, joiden välillä kustannusvertailu on suoritettu. Kustannusvertailun tulokset on esitetty liitteen 11 taulukossa edullisimmasta kalleimpaan.

Runkovaihtoista edullisimmaksi muodostui pilari-palkkirungosta, ontelolaatoista sekä seinäelementein ja elementtipilarein toteutetun hissi- ja porraskuilun yhdistelmä. Kalleimmaksi runkovaihtoehdoksi muodostui kantavien paikallavaluseinien ja pilari-palkkilinjan, paikallavaluholvin sekä paikallavaletun hissi- ja porraskuilun yhdistelmä. Edullisimman runkoyhdistelmän kustannukset ovat 62,0 % pienemmät, kuin kalleimman vaihtoehdon.

## 7 RAKENNUSTEKNIKOIDEN VAIKUTUKSET AIKATAULUUN

### 7.1 Elementtirakentaminen

Elementtirungon pystytysnopeus on paikallavalurunkoa nopeampi. Elementtirungon korkean esivalmistusaseteen vuoksi kuivumisajat ovat lyhyempiä ja rakenteita voidaan kuormittaa heti juotosvalujen kovettumisen jälkeen. Aikaa vievän muotti- ja raudoitustyön osuus työmaalla tehtävästä työstä on huomattavasti pienempi, kuin paikallavalutoteutuksessa. Elementtirungon toteutusajan ollessa lyhyempi myöskin työmaat käyttö- ja yleiskustannukset tulevat pienemmiksi kuin paikallavalukohteissa. Elementtirakentamisessa nosturin käyttötarve on kuitenkin paikallavalukohteita suurempi ja nosturin kapasiteetin tulee olla elementtien suuren painon takia suurempi, mistä aiheutuu lisäkustannuksia nosturin suhteen.

Elementtien valmistuksen ollessa pääosin tilausohjautuvaa suunnitelmien tulee olla valmiina hyvissä ajoin ennen elementtien asennusta. Elementtitoimittajien kapasiteetti elementtien valmistukselle on rajallinen ja aikataulua suunniteltaessa tulee huomioida mahdollinen odotusaika elementtien valmistukselle. Elementtirakentamisessa elementtien toteutuksessa tapahtuvat virheet aiheuttavat työmaalla häiriöitä, jotka saattavat viivästyttää asennusta huomattavasti erityisesti, mikäli elementtejä ei kyetä asentamaan paikoilleen tai korjaamaan työmaaolosuhteissa. Elementtirakentamisesta saatavat aikatauluhyödyt korostuvat erityisesti suuremmissa hankkeissa, joissa on toistuvuutta.

## 7.2 Paikallavalurakentaminen

Paikallavalurakentamisessa muotti- ja raudoitustyö on aikaa ja työvoimaa vaativia työvaiheita. Paikallavalurakentamisessa betonin kuivumiselle täytyy varata elementtirunkoon verrattuna pidempi aika ja rakenteiden kuormitus voidaan aloittaa vasta rakenteiden saavutettua nimellislujouden. Kuivumista ja lujuudenkehitystä voidaan nopeuttaa suojauksella ja lämmityksellä, mutta siitä muodostuu hankkeelle lisäkustannuksia. Toisaalta suojauksen ja lämmityksen aiheuttama ajallinen säästö lyhentää aikataulua ja sitä kautta pienentää työvoimasta aiheutuvia kustannuksia.

Paikallavalurakentaminen on olosuhteisiin nähden elementtirakentamista häiriöherkempää, mutta työn aikana tulevien muutosten toteuttaminen on huomattavasti helpompaa ja vähemmän aikaa vievää. Paikallavalurungon toteutus on elementtirunkoa nopeammin aloitettavissa suunnitelmien valmistumisen jälkeen. Pienemmissä kohteissa paikallavalurunko voi olla nopeampi toteuttaa, koska elementtien valmistusta ei tarvitse odottaa.

## 7.3 Sekarunko

Sekarungon pystytysnopeus riippuu pitkälti elementti- ja paikallavalurakenteiden määristä. Sekarunkoa käytettäessä eri työvaiheiden yhteensovitus korostuu. Aikataulussa on mahdollista saavuttaa aikataulusäästöjä, mikäli työvaiheet saadaan yhteensovitettua niin, että seuraavia työvaiheita voidaan turvallisesti toteuttaa jo edellisten rungon osien kuivumisen aikana.

Sekarunkoa käyttämällä voidaan yhdistää paikallavalun ja elementtirakentamisen hyvät puolet ja saavuttaa nopeampi rakennusaikataulu, kuin paikallavalurakentamisessa. Sekarungon käyttö on kannattavaa monimuotoisissa kohteissa, joissa on kuitenkin elementtirakentamiselle tyypillistä toistuvuutta.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 8.1 Kustannukset

Kustannuslaskennan pohjalta voidaan havaita paikallavalurakentamisen lisä-  
vän rakentamisen kustannuksia huomattavasti tarkasteltavassa rakennuskoko-  
naisuudessa. Paikallavalurakentamisessa työmaalla toteutettavien työvaiheiden  
määrä on elementtirakentamista suurempi. Paikallavalurakentamisessa suurim-  
mat kustannukset muodostuvat muotti- ja raudoitustyöstä, jonka pienempi osuus  
elementti- ja yhdistelmä rakentamisessa laskee kyseisten rakennustekniikoiden  
kustannuksia huomattavasti erityisesti suurten rakennuskokonaisuuksien koh-  
dalla. Tarkastelun perusteella elementtirakentamista voidaan pitää yleisesti kus-  
tannustehokkaampana vaihtoehtona, koska jokaisen rakennusrungon osan kus-  
tannusvertailun edullisimmaksi vaihtoehdoksi muodostui täysin elementein toteu-  
tettu vaihtoehto.

Kustannuslaskennan tulosten perusteella tarkastelluista rakennusrungon osista  
suurimmat prosentuaaliset kustannussäästöt on mahdollista saavuttaa kantavan  
päärungon osalta korvaamalla kantavat seinärakenteet betonielementein toteu-  
tetulla pilari-palkkirungolla. Välipohjarakenteissa toteutettavaa muottipintaa tulee  
suhteessa noin puolet vähemmän, kuin pystyrakenteissa. Pienemmästä muotti-  
työn suhteellisesta määrästä johtuen välipohjarakenteissa paikallavalun ja ele-  
menttitoteutuksen, prosentuaalinen kustannusero jää hieman pienemmäksi, kuin  
kantavan päärungon osalta. Välipohjavaihtoehtojen hinta neliometriä kohden on  
esitetty taulukossa 18. Hissi- ja porraskuilun osalta elementein toteutettu vaihto-  
ehto muodostui kustannustehokkaammaksi ratkaisuksi. Elementein toteutetun  
hissi- ja porraskuilun toteutuskelpoisuutta on kuitenkin käsitelty tarkemmin lu-  
vussa 9.

TAULUKKO 18. Välipohjarakenteiden kustannusvertailu neliometriä kohden

	<b>ONTELOLAATAT (m<sup>2</sup>)</b>	<b>KUORILAATAT JA PINTAVALU (m<sup>2</sup>)</b>	<b>PAIKALLAVALU- HOLVI (m<sup>2</sup>)</b>
Hinta alv 0 %	<b>107,77</b>	<b>146,81</b>	<b>300,44</b>
alv 24 %	<b>25,86</b>	<b>35,23</b>	<b>72,10</b>
hintaa alv 24 %	<b>133,63</b>	<b>182,05</b>	<b>372,54</b>

Kustannusten jakautumisen suhteen paikallavalun kustannuksista suurin osa syntyy työmaalla, kun taas elementtirakentamisessa iso osa kustannuksista syntyy elementtien valmistamisesta tehdasolosuhteissa. Paikallavalurakentamiseen vaaditaan työmaalla toteutettujen työvaiheiden suuremmasta määrästä johtuen enemmän työtunteja kuin elementtirakentamisessa, joten työmäärän kasvaessa myös rakentamisen kokonaiskustannukset kasvavat työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksien noususta johtuen.

Elementtikeruun purkuun sekä mahdolliseen välivarastointiin tarvitaan paikallavalurakentamista enemmän tilaa, jota voidaan tontin ahtaudesta johtuen joutua erikseen vuokraamaan. Myöskin nosturin käyttötarve elementtirakentamisessa on paikallavalurakentamista suurempi ja nosturin kapasiteetin on oltava paikallavalukohdetta suurempi betonielementtien suuren omapainon vuoksi.

Elementtirakenteet ovat elementtitehtaalla saavuttaneet jo riittävän lujuuden kuormitusta varten ja elementit vaativat tuentaa ainoastaan siihen asti, kun sauma- ja juotosvalut ovat saavuttaneet riittävän lujuuden, jonka jälkeen elementteistä toteutettua rakennetta voidaan kuormittaa. Paikallavalurakentamisessa betonin kuivuminen ja lujuudenkehitys tapahtuu työmaolosuhteissa. Paikallavalurakenteen lujuudenkehitys ja kuivuminen on elementtien juotos- ja saumavaluja huomattavasti hitaampaa suuremman tuoreen betonimassan määrän vuoksi. Betonin kuivumis- sekä lujuudenkehitysolosuhteita voidaan työmaalla luoda otollisemmiksi lämmityksellä, suojauksella sekä erilaisilla jälkihoitomenetelmillä. Kyseiset toimenpiteet lyhentävät betonin kuivumisaikaa mutta toisaalta nostavat hetkellisesti toteutuksesta aiheutuvia kustannuksia.

Paikallavalurakentamisessa telineiden ja työskentelytasojen tarve on elementtirakentamista pitkäkestoisempaa ja telineiden rakentaminen aikaa vievää. Telineiden vuokrat sekä asennus kasvattaa paikallavalu- ja elementtirakentamisen kustannuseroa. Myöskin paikallavalurakentamisen alttius sääolosuhteiden vaikutuksille lisää kustannuseroa elementtirakentamiseen verrattuna suojauksen ja lämmityksen osalta kustannuksissa erityisesti talvirakentamisessa.

Talvirakentaminen aiheuttaa lisäkustannuksia kesärakentamiseen verrattuna runkotyövaiheessa 5,5–7,5 % (Mittaviiva Oy 2021, 21). Talvirakentaminen lisää rakentamisen lisätöitä, joista muodostuu suoria lisäkustannuksia sekä epäsuoria lisäkustannuksia aikataulun pidentyessä. Paikallavalurakentamisessa talvesta aiheutuvien lisätöiden määrä on elementtirakentamista suurempi työmaalla toteutettavien työvaiheiden suuremmasta määrästä johtuen.

## **8.2 Aikataulu**

Elementtirakentamisen suurimpana vahvuutena erityisesti suurten rakennuskokonaisuuksien kohdalla voidaan pitää sen nopeaa rungon pystytysnopeutta työmaalla. Ennen työmaatoteutuksen aloittamista elementtisuunnitelmien tulee kuitenkin olla valmiina huomattavasti aikaisemmin, kuin paikallavalusuunnitelmien. Elementtien toteutukselle sekä kuivumiselle tehdasolosuhteissa tulee varata aikaa ja toteutuksen aloitusajankohta riippuu elementtitoimittajan tuotantokapasiteetista sekä mahdollisista tilausjonoista. Paikallavalurakentamisessa työmaatoteutus voidaan aloittaa välittömästi muottikaluston ja raudoitteiden hankkimisen jälkeen suunnitelmien valmistuttua, mitä voidaan pitää erityisesti pienemmissä rakennuskokonaisuuksissa ajallisena etuna.

Elementtirakentamisen korkeampi esivalmistusaste nopeuttaa työmaatoteutusta ja lyhyemmät betonin kuivumiselle työmaaolosuhteissa vaaditut ajat mahdollistavat seuraavien työvaiheiden aikaisemman aloituksen, kuin paikallavalukohteissa. Elementtien toteutuksessa mahdollisesti tapahtuvat virheet aiheuttavat lisätöitä ja viivästyttävät aikataulua erityisesti, mikäli elementit joudutaan toimittamaan takaisin elementtitehtaalle virheiden korjaamista varten. Paikallavalurakentamisessa muutosten tekeminen suunnitelmien muuttuessa on helpompaa erityisesti, jollei betonointia ole vielä suoritettu. Paikallavalurakentamisen pidemmät kuivumisajat kuitenkin hidastavat seuraavien työvaiheiden aloitusta.



## 9 POHDINTA

Kustannusvertailu on oleellinen osa rakennushankkeen kustannusten hallintaa. Runkoratkaisun valinnalla on rakennushankkeen kustannuksiin huomattava vaikutus, kuten opinnäytetyön kustannusvertailun tuloksista voidaan havaita. Kustannusvertailua varten tulisi jo esisuunnitteluvaiheessa olla mahdollisimman tarkat tiedot rakennuksen käyttötarkoituksesta sekä mahdollisista erityisvaatimuksista, jotta niistä aiheutuvat kustannukset osattaisiin huomioida mahdollisimman tarkasti runkoratkaisua valitessa. Opinnäytetyön teoriaosiossa perehdyttiin tarkemmin eri rakennustekniikkoihin sekä rakennushankkeen kustannusten muodostumiseen. Rakennushankkeen kustannusten muodostumisessa on lukuisia erillisiä tekijöitä, jotka tulee huomioida kustannuksia tarkastellessa. Opinnäytetyön pohjalta saa yleiskäsityksen kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä, eri rakennustekniikoista sekä kustannustehokkaimmista runkoratkaisuista. Opinnäytetyössä tehty vertailu rajoittuu kuitenkin yhteen rakennushankkeeseen, joten runkoratkaisun valinta ainoastaan tämän tarkastelun pohjalta ei ole suotavaa. Vaan kustannusvertailu tulee suorittaa aina kohdekohtaisesti siten, että kyseisen kohteen kustannuksiin vaikuttavat tekijät on huomioitu. Opinnäytetyön pohjalta voidaan kuitenkin rajata pois kustannuksiltaan kalliita tai epäsoivia runkoratkaisuita.

Sekä paikallavalu- ja elementtirakentamisessa on hyvät ja huonot puolensa. Elementtirakentaminen on opinnäytetyön tarkastelun perusteella kustannus- ja aikataulutehokkaampaa. Rakennuksen runkotyyppin valinnassa tulee aina kustannusten lisäksi huomioida rungon toteutuskelpoisuus ja mahdolliset rakenteille asetetut erityisvaatimukset. Rakennuspaikka saattaa myöskin vaikuttaa runkotyyppin valintaan. Betonielementtien toimitus ja asennus vaatii kuljetukseen ja asennukseen käytettävälle kalustolle paikallavalukohteissa käytettävään kalustoon verrattuna enemmän tilaa rakennuskohteessa. Ahdas tontti tai korjaus- ja saneerauskohteissa oleva aikaisempi rakennuskanta saattaa aiheuttaa rajoitteita elementtirakenteiden käytölle asennuksen haasteellisuudesta johtuen.

Paikallavalurakenteiden paremmat tiiviys- ja ääneneristävyysominaisuudet saumattomasta rakenteesta johtuen voi johtaa paikallavalurakenteiden käyttöön näille ominaisuuksille asetetuista erityisvaatimuksista johtuen. Elementtien toteuttaminen työmaan ulkopuolella aiheuttaa vaatimuksia elementtien muodolle ja -koolle, koska elementit on toimitettava työmaalle voimassa olevien lakien, asetusten ja viranomais määräysten mukaisesti. Tästä johtuen monimuotoisten ja massiivisten rakenteiden toteutus tapahtuu usein paikallavaluna. Suuri reikien lukumäärä tai koko saattaa vaikuttaa erityisesti elementtirakenteisten välipohjien toteutuskelpoisuuteen, lisätä toteutuksen kustannuksia tai jopa estää rakenteen toteutuksen elementein. Paikallavalurakenteissa voidaan myöskin hyödyntää paremmin paikallisia raudoitevahvennoksia reikien tai suurten kuormien kohdalla. Elementtirakenteilla kahteen suuntaan kantavien rakenteiden toteuttaminen vaatii erillisiä kuormansiirtorakenteita, kun taas paikallavalurakenteilla kahteen suuntaan kantava rakenne on mahdollista toteuttaa suunnittelemalla raudoitus kahteen suuntaan kantavaksi. Pienten rakennuskokonaisuuksien kohdalla elementtirakentamisesta saatavat kustannushyödyt jäävät usein pienemmiksi. Suurten rakenneratkaisuiltaan yksinkertaisten rakennuskokonaisuuksien kohdalla elementtirakentamisessa saavutetaan suurimmat kustannus- ja aikataulusäästöt.

Kustannuslaskentaan liittyvää ajankohtaista kirjallisuutta löytyy melko vähän ja materiaali on usein suunnattu ainoastaan asuinrakentamiseen, jossa rakenteiden kuormitukset ja rakenneratkaisut poikkeavat teollisuusrakentamisesta. Tästä johtuen tutkimus on suoriteltu pääosin esimerkkikohteen hanketietojen pohjalta. Opinnäytetyön kustannuslaskelmat ja -vertailut on suoritettu yhden hankkeen tarjousten pohjalta. Tarjousten keskiarvoilla suoritettu kustannuslaskenta ja -vertailu luo kuitenkin paremman yleiskuvan vallitsevasta hintatasosta. Tutkimustulosten luotettavuutta parantaisi usean eri suuruusluokan kohteen välillä käyty vertailu, jonka avulla hankkeen kokoluokan sekä sijainnin vaikutusta kustannuksiin saisi paremmin arvioitua.

Kustannuslaskennassa ja -vertailussa käytettyjä yksikköhintoja voidaan pitää keskenään vertailukelpoisina, koska urakkatarjoukset on tullut saman kohteen vertailukelpoisiin rakennusurakoihin. Rakennusrungon osien vertailussa on pyritty mahdollisimman saman sisällön ja valmiusasteen saavuttamiseen vaihtoehtojen välillä. Nimikkeet, joita ei kyetty kaikissa vaihtoehtoissa huomioimaan on jätetty tarkastelun ulkopuolelle mahdollisimman vertailukelpoisten tulosten saavuttamiseksi.

Kantavan päärungon osalta pilari-palkkirunko saatiin kantavin seinärakentein toteutettujen vaihtoehtojen kanssa vertailukelpoiseksi, kun seinien lämmöneristyksistä aiheutuvia kustannuksia ei huomioitu. Välipohjarakenteissa ontelolaatoilla toteutetun vaihtoehdon kokonaiskorkeus tuli 105 mm muita vaihtoehtoja suuremmaksi saman kantavuuden saavuttamiseksi. Hissi- ja porraskuilua käytetään usein osana rungon jäykistysjärjestelmää ja siitä johtuen se toteutetaan usein paikallavaluseinin tai elementein erillisistä porraskuiluelementeistä, joiden käyttö ei esimerkkitilanteen hissi- ja porraskuilun suuren koon vuoksi ollut mahdollista. Tästä johtuen kustannuseroa hissi- ja porraskuilun osalta voidaan pitää ainoastaan suuntaa antavana.

Tutkimuksen aikana havaitsin, että tutkittava aihe olikin laajempi ja moniulotteisempi, kuin olin ennakkoon ajatellut. Kävi ilmi, että yksiselitteisen suunnitteluohjeen tekemiseen rakennuksen runkojärjestelmän valintaan taloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna vaatisi huomattavasti laajempaa tutkimusta, kuin yksittäisen opinnäytetyön laajuus on. Vaikka suoritettu tutkimus ei tuottanutkaan yksiselitteistä suunnitteluohjetta, opinnäytetyön aiheeseen perehtyminen syvensi käsitystä rakennushankkeen kustannusten muodostumisesta ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Myöskin toteutuksen kannalta oleellisiin asioihin osaa suunnittelutyössä jatkossa kiinnittää paremmin huomiota. Selvisi myös, että vallitseva maailmantilanne ja hintataso saattaa aiheuttaa pienkin aikavälin sisällä suuriakin eroja rakentamisen kustannuksiin sekä toimitusaikoihin, joten luotettavan vertailun saavuttamiseksi lähdemateriaalin tulee aina olla mahdollisimman tuoretta.

Yksiselitteisen suunnitteluohjeen saavuttamiseksi runkojärjestelmän valintaa varten, tulisi kustannusvertailu suorittaa usean eri kokoluokan hankkeen välillä. Rakennuspaikan sekä aloitusajankohdan vaikutusta kustannuksiin saisi tarkasteltua tarkemmin, kun tarkastelu suoritettaisiin useammalle kohteelle. Lisäksi rakenteille asetettujen erityisvaatimusten sekä reikien tarkempi huomioiminen parantaisi suunnitteluohjeen käyttökelpoisuutta erityyppisiin kohteisiin. Vertailukelpoisten tulosten saavuttamiseksi eri ajankohtaan toteutettujen hankkeiden kustannustiedot tulisi muuntaa keskenään vertailukelpoiseen muotoon esimerkiksi rakennuskustannusindeksiä hyödyntäen.

## LÄHTEET

Betoniteollisuus ry. 2010. Runkorakenteet. [pdf] Julkaistu 10.03.2010. Luettu 11.02.2022. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet>

Betonitieto n.d.a. Betonitöiden suunnittelu, Muottitöiden suunnittelu, Muottikaluston valinta. Luettu 15.02.2022. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonitoiden-suunnittelu/muottitoiden-suunnittelu/muottikaluston-valinta.html>

Betonitieto n.d.b. Betonityöt, Jälkihoito. Luettu 15.02.2022. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonityot/jalkihoito.html>

Betonitieto n.d.c. Betonityöt, Raudoitustyöt, Raudoitetehtaan tuotteet. Luettu 15.02.2022. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonityot/raudoitustyot/raudoitetehtaiden-tuotteet.html>

Betonitieto n.d.d. Betonityöt, Betonin valu ja tiivistys. Luettu 17.02.2022. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonityot/betonin-valu-ja-tiivistys.html>

Betonitieto n.d.e. Betonitöiden suunnittelu, Muottitöiden suunnittelu, Muottijärjestelmät ja -materiaalit. Luettu 21.02.2022. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonitoiden-suunnittelu/muottitoiden-suunnittelu/muottijarjestelmat-ja-materiaalit.html>

Betonitieto n.d.f. Betonityöt, Betonin valu ja tiivistys, Erikoisvalut, Liukuvalu. Luettu 21.02.2022. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonityot/betonin-valu-ja-tiivistys/erikoisvalut/liukuvalu.html>

Elementtisuunnittelu. 2020. Valmisosarakentaminen, Rakentamisprosessi. Päivitetty 23.09.2020. Luettu 11.02.2022. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/valmisosarakentaminen/rakentamisprosessi>

Koski, H., Koskenvesa, A., Mäki, T. & Kivimäki, C. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Mittaviiva Oy. 2018 Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Mittaviiva Oy. 2021. ROK 2021 Rakennusosien kustannuksia. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu C8-0377. 2010. Talvityöt ja -kustannukset. Helsinki: Rakennustieto. Luettu 22.2.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20C8-0377>

Ruukki n.d. Kantavat poimulevyt. Liittolevy CS48-36-750. Luettu 02.03.2022. <https://www.ruukki.com/fin/building-envelopes/products/roof-structure/load-bearing-sheets/composite-sheet-detail/composite-sheet-cs48-36-750#ominaisuudet>

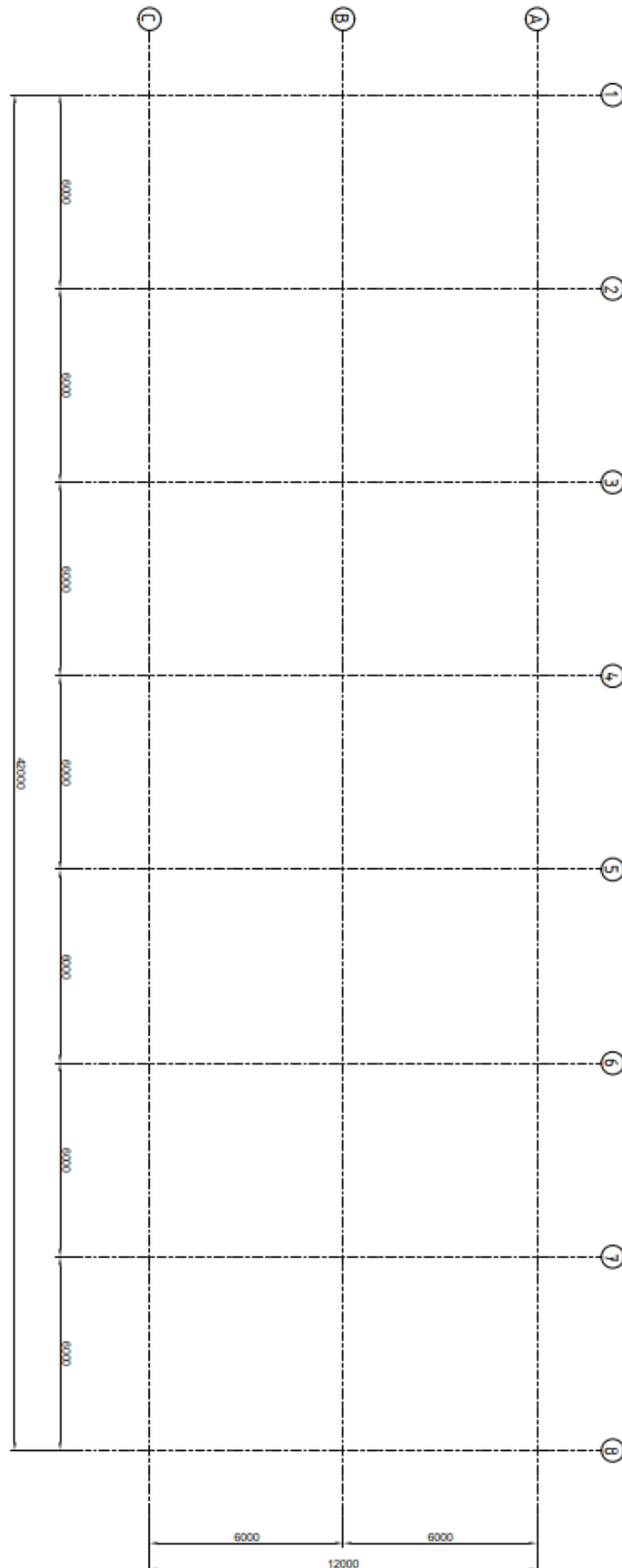
SFS-EN 13670. 2010. Betonirakenteiden toteutus. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 17.02.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

Suomen Betoniyhdistys ry. 2018. by 201 Betonitekniikan oppikirja 2018. 6. painos. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

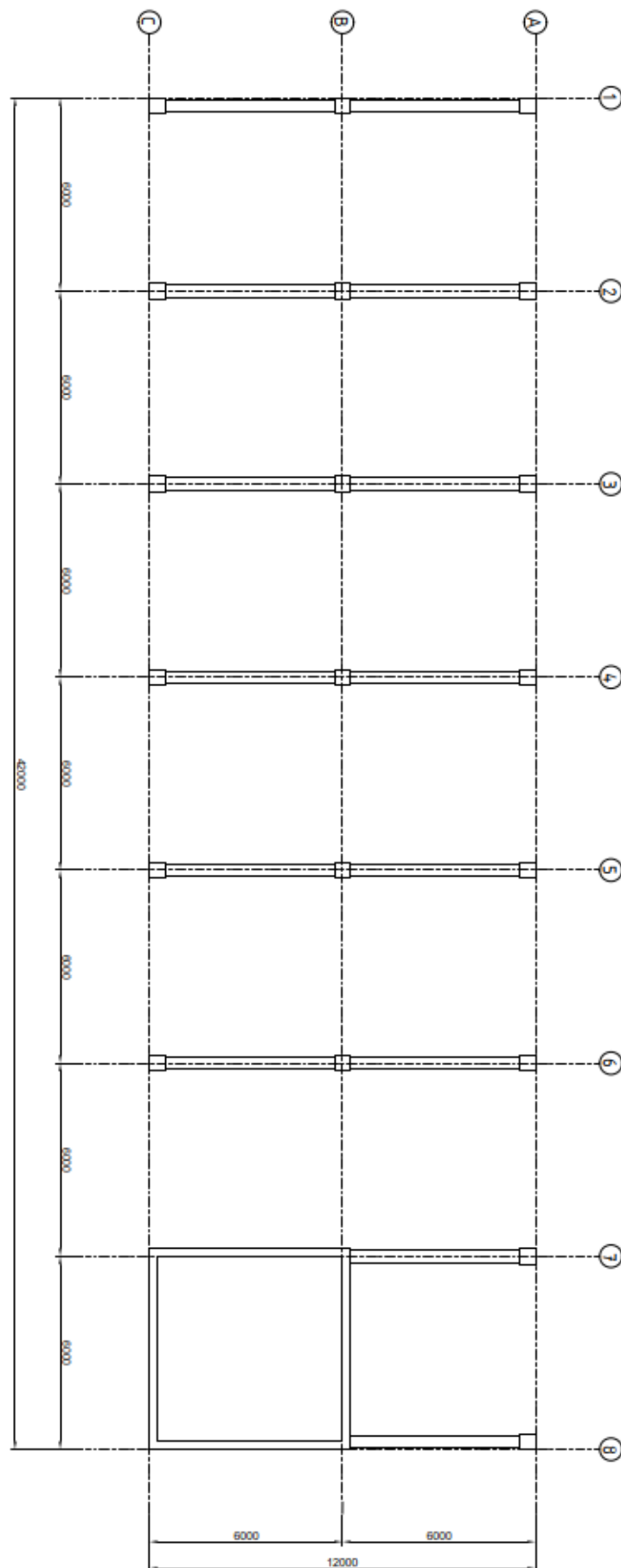
Suomen virallinen tilasto (SVT). 2022. Rakennuskustannusindeksi verkkojulkaisu. Tammikuu 2022. Helsinki: Tilastokeskus. Julkaistu 15.02.2022. Luettu 24.02.2022. [https://www.stat.fi/til/rki/2022/01/rki\\_2022\\_01\\_2022-02-15\\_tie\\_001.fi.html](https://www.stat.fi/til/rki/2022/01/rki_2022_01_2022-02-15_tie_001.fi.html)

## LIITTEET

Liite 1. Rakennusrungon moduuliverkko

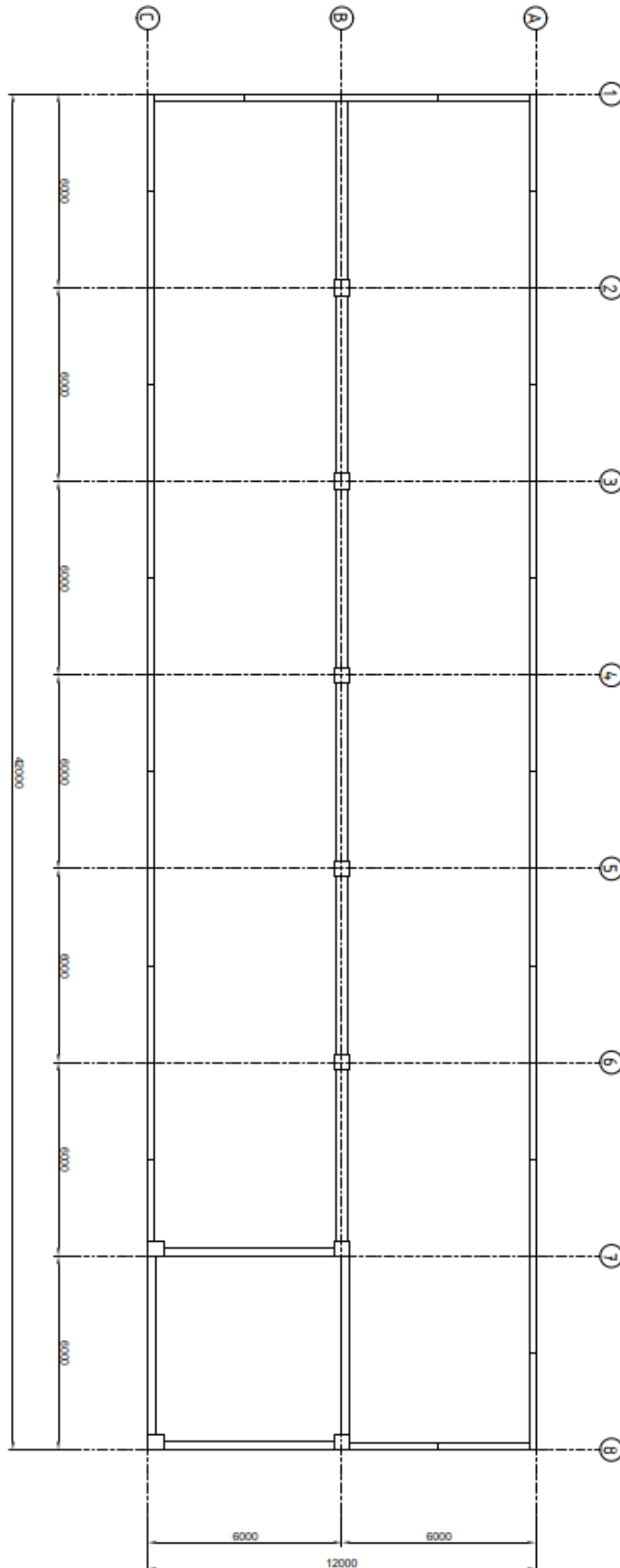


Liite 2. Pilari-palkkirunko sekä paikallavalettu hissi- ja porraskuilu

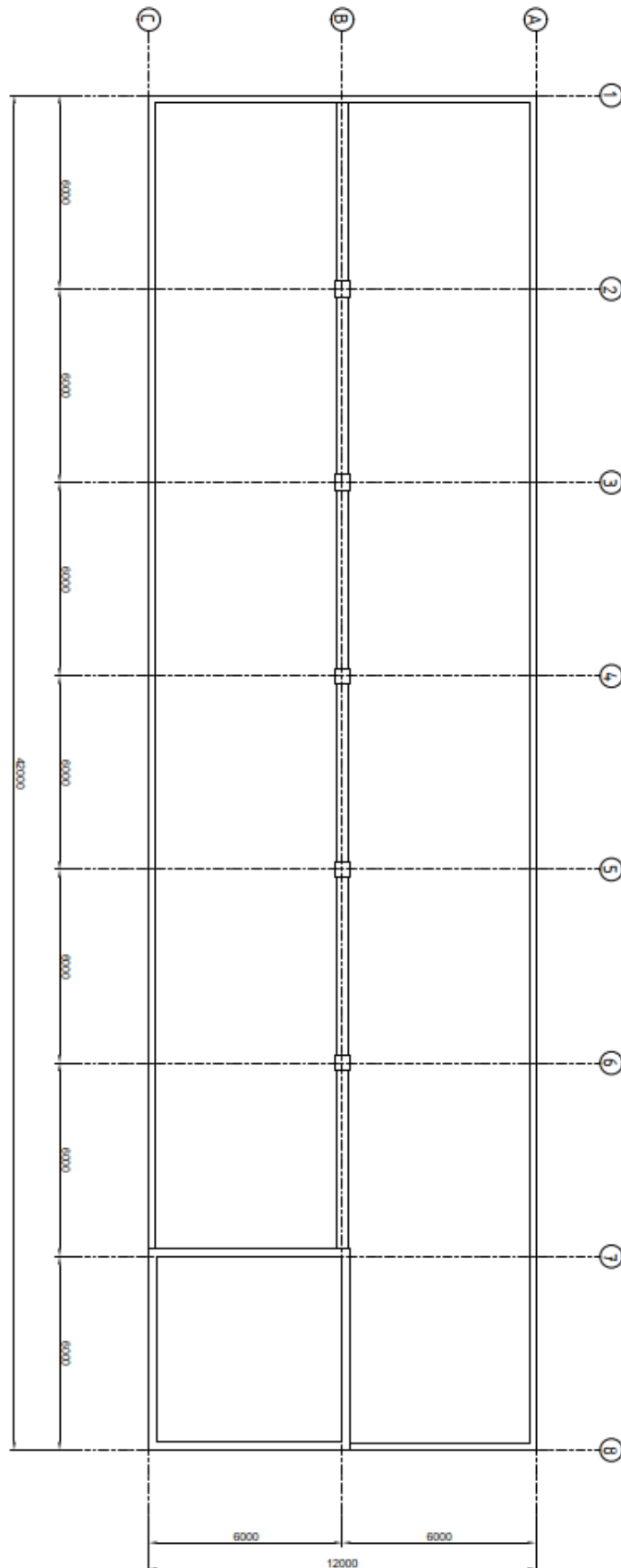




Liite 3. Kantavat seinäelementit, pilaripalkkilinja sekä elementeillä toteutettu hissi- ja porraskuilu



Liite 4. Kantavat paikallavauseinät, pilari-palkkilinja sekä paikallavalettu hissi- ja porraskuilu



## Liite 5. Talo 80 -nimikkeistön rakentamis- ja suorituspöytäkirjat

Mittaviiva Oy 2018, 99.

## TALO 80

## Rakentamispöytäkirjat

0 Rakennuttajan kustannukset	1 Maa- ja pohjarakennus	2 Perustukset ja ulkop. rakenteet	3 Runko- ja vesikattorakenteet	4 Täydentävät rakenteet	5 Pintarakenteet	6 Kalusteet, varusteet ja laitteet	7 Konetekniset työt	8 Työmaan käyttö- ja laitteet	9 Työmaan yhteiskustannukset
1 ---	11 Raivaus ja purku	21 Anturat	31 ---	41 Ikkunat	51 Vesikat	61 Kalusteet	71 Lämpö-, vesi- ja viemärityöt	81 Työmaalla käytettävät rakenteet	91 Työmaan hallinto
2 Rahoituskulut	12 Maankaivu	22 Perusmuurit, -palkit, ja -pilarit	32 Kantavat väliseinät ja pilarit	42 Eristysikkunat	52 Sisäseinien pintarakenteet	62 Varusteet	72 Ilmanvaihtotyöt	82 Työmaalla käytettävät asennukset	92 Avustavat rakennustyöt
3 Suunnittelu ja tutkimus	13 Louhinta	23 Kantava alapohja	33 Laatat ja palkit	43 Ovet	53 Sisäkatteiden pintarakenteet	63 Laitteet ja koneet	73 Sähkötyöt	83 Työmaan koneet ja laitteet	93 Ulkomaisen toiminnan erityiskustannukset
4 Yhdistykset, osuudet ja kovat	14 Pohjarakenteet ja pohjavahvistus	24 ---	34 Portaat	44 Eristysovet	54 Porrashuoneen pintarakenteet	64 Tilaryhmittäjälaistukset	74 Siirtokoneet	84 Työkoneet, työkalut ja -välineet	94 Talviliikitykset
5 Rakennuttaminen ja valvonta	15 Salaajat ja putkijohdot	25 Väestönsuojarakenteet	35 Ulkoseinät	45 Kevyet väliseinät	55 Ulkoseinien pintarakenteet	65 ---	75 ---	85 Työmaan käyttötarvikkeet	95 Urakoinnin muutokset
6 Liittyminen	16 Täyttö ja tiivistys	26 Maanvarainlaatta	36 Ulkotasot ja parvekkeet	46 Eristysväliseinät ja jakoseinät	56 Lattian pintarakenteet	66 ---	76 ---	86 Käyttöaineet ja energia	96 Sopimusperusteiset erityiskustannukset
7 Markkinointi	17 Rakennusalueen rakenteet	27 Eristysrakenteet	37 Ullakko ja kattorakenteet	47 Kaiteet, hoitotasot ja -silat	57 Eristystilojen pintarakenteet	67 Väestönsuojan varusteet	77 ---	87 Työmaalla käytettävät	97 Työntekijöiden palkanlisät
8 Ulkomaisen toiminnan erityiskustannukset	18 Ulko- ja sisätilat	28 Ulkopuoliset rakenteet	38 Tilalemmittely	48 Hormit, tulisijat, kanavat ja piiput	58 Maalaus ja tapetointi	68 ---	78 Rakennuttajan hankintojen aputyöt	88 Ulkomaisen toiminnan erityiskustannukset	98 Työntekijöiden sos.kulut
9 ---	19 ---	29 ---	39 ---	49 ---	59 ---	69 ---	79 ---	89 ---	99 ---

## Suorituspöytäkirjat

1 Muotittu	2 Rauditus ja betoni	3 Metall- ja pelittu	4 Muuraus, rappaus, laatoitus	5 Elementit	6 Puu- ja levytyt	7 Lämmön- ja ääneneristys	8 Veden- ja kosteudeneristys	9 Muut työt
11 Lautamuotittu	21 Rauditus	31 ---	41 Tiilimuuraus	51 Betonielementit	61 Puurunkotyöt	71 Pehmeä mineraalivilla	81 Siveneristys	91 Luonnonkuitutyöt
12 Levymuotittu	22 Betoni	32 ---	42 a	52 Kevytbetonielementit	62 Levytyt	72 Kova mineraalivilla	82 Bitumikermiteristys	92 Lasilevytyt
13 Kaasettimuotittu	23 Betonin jalkityt	33 Teräsrunkotyöt	43 Harjakkomuuraus ja laatoitus	53 Metallielementit	63 Puuelementit	73 Ruiskuteristys	83 Muu kermiteristys	93 Mattotyöt
14 Suurmuotittu	24 Betonipintojen hionta	34 ---	44 ---	54 Tilielementit	64 ---	74 Solumuovieristys	84 Muovikeraamieristys	94 Muovi-, levy- ja profiilit
15 Pöytämuotittu	25 ---	35 Muotarakentotyöt	45 Ohutrapaus	55 ---	65 Rakennepuuselementit	75 Kevytterästeristys	85 Valueristys	95 Maalaus ja tapetointi
16 Kuuma- ja tunnelimuotittu	26 Pintabetonityt	36 Pelittu	46 Rappaus	56 Puuelementit	66 Listat	76 Kevytbetonieristys	86 Metallilevytyt	96 ---
17 Eristysmuotittu	27 Sementtityt	37 Muotolevytyt	47 Tasotetyt	57 Elementtien jalkityt	67 Heijotus	77 Muu lämmön- ja ääneneristys	87 ---	97 ---
18 Muotien purku ja puhdistus	28 Betonin saumien valmistus	38 Muu metallityt	48 Laatoitus	58 Elementtien saumaus	68 ---	78 Paperieristys	88 ---	98 ---
19 ---	29 ---	39 ---	49 ---	59 ---	69 ---	79 ---	89 ---	99 ---

## Liite 6. Yksikköhintaluettelo, elementtirakenteet

1 (2)

Talo 80 koodi						KESKJARVO (alv 0%)
RO	SU	J	NIMIKE	YKS	TARKENNE	€/YKS
3			<b>RUNKO- JA VESIKATTORAKENTEET</b>			
32			<b>BETONIELEMENTTIPILARIT</b> Betoni: C40/50; XC1  Teräs; B500B; arvio n. 180 kg/bet-m <sup>3</sup> Reunoissa viisteet 15x15			
32			<b>Varusteluosat</b> Pilarikengät APK39C Harjateräspultti AHP39 Konsolin kumilevylaakeri  Nostolenkit 2kpl/elementti + nostoholkki Konsolissa TW32 + mutteri M30 + aluslevy 130x10	kpl kpl kpl  kpl kpl		salattu salattu salattu  salattu salattu
32	51		<b>Betonelementtipilarit, HANKINTA</b> - 480x480 mm, h=8750, 1 konsoli/taso, raudoitus 180kg/m <sup>3</sup> - 480x480 mm, h=8750, 2 konsolia/taso, raudoitus 180kg/m <sup>3</sup>	kpl kpl	n. 2,3 bet-m <sup>3</sup> /pilari n. 2,3 bet-m <sup>3</sup> /pilari	salattu salattu
32	51		<b>Betonelementtipilarit, ASENNUK</b> - 480x480 mm, h=8750, 1 konsoli/taso, raudoitus 180kg/m <sup>3</sup> - 480x480 mm, h=8750, 2 konsolia/taso, raudoitus 180kg/m <sup>3</sup>	kpl kpl	paino n. 5,8 tn paino n. 5,8 tn	salattu salattu
	25		Jäikivalut K50	m <sup>3</sup>	Hinta sisältää muotituksen	salattu
32			<b>SISÄKUORIELEMENTIT</b>			
32	51		Sisäkuorielementti, h=200 HANKINTA	m <sup>2</sup>		salattu
32	51		Sisäkuorielementti, h=200 ASENNUK	m <sup>2</sup>	Saumavalut, raudoitukset ei sisälly	salattu
	25		Elementtien pystysaumapumppaus Elementtien kuljetus	jm tn		salattu salattu
33			<b>LAATAT JA PALKIT</b>			
33			<b>KUORILAATTATASOT</b> Kuurilaatta KL120/240 Rasitusluokka; XC3 Paloluokka REI 60			

(jatkuu)

33	51		Kuorilaatat KL120, h=120 HANKINTA	m2		salattu
33	51		Kuorilaatat KL120, h=120 ASENNUS	m2	Ei sisällä juotosvaluja	salattu
<b>33</b>			<b>ONTELOLAATTATASOT</b>			
			Ontelolaatta h=265 mm, pintavalu h=80 mm			
			Rasitusluokka; XC3			
			Paloluokka REI 60			
33	51		Ontelolaatat OL27, h=265 HANKINTA	m2		salattu
33	51		Ontelolaatat OL27, h=265 ASENNUS	m2	Ei sisällä juotosvaluja	salattu
	25		Saunavalut+raudoitus ontelolaatasto 265mm	m3		salattu
<b>33</b>			<b>TERÄSBETONIPALKIT</b>			
			Teräsbetonipalkit ,suorakaidepalkki:			
			- laataston tukipalkki, yläpinta karhennettu			
			- raudoitus 160kg/m3			
			Rasitusluokka; XC3			
			Paloluokka R60			
			Pilarikonsolit, liitososat			
			<b>Varusteluosat</b>			
			Nostolenkit 2kpl/elementti	kpl		salattu
33	51		Teräsbetonipalkit (h=b) 580x380, HANKINTA	kpl		salattu
33	51		Teräsbetonipalkit, ASENNUS	kpl		salattu
	25		Jälkivalut+juotospintojen lämmitys Min. villa+kittaus	m3 m2	Jälkivalut esim. Vetonit 600/300, hinta sisältää muotituksen Hinta sisältää kittauksen	salattu salattu

## Liite 7. Yksikköhintaluettelo, paikallavalurakenteet

1 (2)

Talo 80 koodi							KESKIAARVO (alv 0%)
RO	SU	J	NIMIKE	YKS	TARKENNE	€/YKS	
3			<b>RUNKO- JA VESIKATTORAKENTEET</b>				
32			<b>PV-SEINÄT</b>				
			Rasitusluokka; XC3				
			Paloluokka REI 60				
32	12		Työsaumat	jm		salattu	
32	22		Betoni C30/37, betonointi	m3		salattu	
32	11		Muottityö, seinä	m2		salattu	
32	21		Rauditus, B500B, 80kg/m3	kg		salattu	
32			<b>HISSI- JA PORRASKUILUN SEINÄT</b>		Seinät toteutetaan kiipeävällä muotilla		
			PV-seinät				
			Paloluokka REI 60				
32	22		Betoni C35/45, betonointi	m3		salattu	
32	11		Muottityö, seinä	m2		salattu	
32	21		raudoitus 100kg/m3	kg		salattu	
33			<b>LAATAT JA PALKIT</b>				
33			<b>ONTELOLAATTATASOT</b>				
			Ontelolaatta h=265 mm, pintavalu h=80 mm				
			Rasitusluokka; XC3				
			Paloluokka REI 60				
			<b>Ontelolaataston pintavalu</b>				
33	22		Betoni C30/37, BY45 lk. B-2-II	m3		salattu	
33	21		Rauditus, B500B, 40 kg/m3	kg		salattu	
33	26		Pölynsidontakäsittely, Mastertop 100, 6 kg/m2	m2		salattu	
33			<b>KUORILAATTATASOT</b>				
			Kuorilaatta KL120/240				
			Rasitusluokka; XC3				
			Paloluokka REI 60				
			<b>Kuorilaataston pintalaatta</b>				
33	22		Betoni C30/37, BY45 lk. B-2-II	m3		salattu	
33	21		Rauditus, B500B, 80 kg/m3	kg		salattu	
33	26		Pölynsidontakäsittely, Mastertop 100, 6 kg/m2	m2		salattu	
33			<b>PAIKALLAVALUTASOT</b>				
			Paikallavalulaatta 240mm				
			Rasitusluokka; XC3				
			Paloluokka REI 60				

(jatkuu)

33	11		Laataston valun muottityö	m2		salattu
33	22		Betoni C30/37, BY45 lk. B-2-II	m3		salattu
33	21		Raudoitus 140kg/m3	kg		salattu
33	26		Pölynsidontakäsittely Mastertop 100, 6 kg/m2	m2		salattu

## Liite 8. Kantava päärunko, kustannuslaskelmat

1 (4)

PILARI-PALKKIRUNKO							KESKIARVO (alv 0%)	
80 koodi								
SU	J	NIMIKE	YKS	TARKENNE	MÄÄRÄ	€/YKS	YHT. €	
		<b>RUNKO- JA VEIKATTORAKENTEET</b>						
		<b>BETONIELEMENTTIPILARIT</b>						
		Pilari-elementtejä yht. 20 kpl						
		Betoni: C40/50; XC1						
		Teräs; B500B; arvio n. 180 kg/bet-m <sup>3</sup>						
		Reunoissa viisteet 15x15						
		<b>Varusteluosat</b>						
		Pilarikengät APK39C	kpl		80	salattu	salattu	
		Harjateräspultti AHP39	kpl		80	salattu	salattu	
		Konsolin kumilevylaakeri	kpl		78	salattu	salattu	
		Nostolenkit 2kpl/elementti + nostoholkki	kpl		40	salattu	salattu	
		Konsolissa TW32 + mutteri M30 + aluslevy 130x10	kpl		78	salattu	salattu	
51		<b>Betonelementtipilarit, HANKINTA</b>						
		- 480x480 mm, h=8750, 1 konsoli/taso, raudoitus 180kg/m <sup>3</sup>	kpl	n. 2,3 bet-m <sup>3</sup> /pilari	14	salattu	salattu	
		- 480x480 mm, h=8750, 2 konsolia/taso, raudoitus 180kg/m <sup>3</sup>	kpl	n. 2,3 bet-m <sup>3</sup> /pilari	6	salattu	salattu	
51		<b>Betonelementtipilarit, ASENNUS</b>						
		- 480x480 mm, h=8750, 1 konsoli/taso, raudoitus 180kg/m <sup>3</sup>	kpl	paino n. 5,8 tn	14	salattu	salattu	
		- 480x480 mm, h=8750, 2 konsolia/taso, raudoitus 180kg/m <sup>3</sup>	kpl	paino n. 5,8 tn	6	salattu	salattu	
		Jälkivalut K50	m <sup>3</sup>	Hinta sisältää muotituksen	0,24	salattu	salattu	
		<b>LAATAT JA PALKIT</b>						
		<b>TERÄSBETONIPALKIT</b>						
		Teräsbetonipalkit, suorakaidepalkki:						
		- laataston tukipalkki, yläpinta karhennettu						
		- raudoitus 160kg/m <sup>3</sup>						
		Rasitusluokka; XC3						
		Paloluokka R60						
		Pilarikonsolit, liitososat						
		<b>Varusteluosat</b>						
		Nostolenkit 2kpl/elementti	kpl		84	salattu	salattu	
51		Teräsbetonipalkit (h=b) 580x380, HANKINTA	kpl		42	salattu	salattu	
51		Teräsbetonipalkit, ASENNUS	kpl		42	salattu	salattu	

(jatkuu)



25	Jälkivalut+juotospintojen lämmitys	m3	Jälkivalut esim. Vetonit 600/300, hinta sisältää muotituksen	0,18	salattu	salattu
	Min. villa+kittaus	m2	Hinta sisältää kittauksen	18,52	salattu	salattu
a1	Yhteensä talo 80 litterat 1...9		Summa = urakkatarjoushinta ilman alv		alv 0%	<b>150 989,20</b>
b1	Arvonlisävero (24%) kohdasta a1				alv 24%	<b>36 237,41</b>
c1	Verollinen kokonaishinta (a1+b1)				alv 24%	<b>187 226,61</b>
<b>KANTAVAT SEINÄELEMENTIT JA PILARI-PALKKILINJA</b>						

80 koodi

**KESKIARVO  
(alv 0%)**

SU	J	NIMIKE	YKS	TARKENNE	MÄÄRÄ	€/YKS	YHT. €
		<b>RUNKO- JA VEIKATTORAKENTEET</b>					
		<b>BETONIELEMENTTIPILARIT</b>					
		Pilarelementtejä yht. 5 kpl					
		Betoni: C40/50; XC1					
		Teräs; B500B; arvio n. 180 kg/bet- m3					
		Reunoissa viisteet 15x15					
		<b>Varusteluosat</b>					
		Pilarikengät APK39C	kpl		20	salattu	salattu
		Harjateräspultti AHP39	kpl		20	salattu	salattu
		Konsolin kumilevylaakeri	kpl		30	salattu	salattu
		Nostolenkit 2kpl/elementti + nostoholkki	kpl		5	salattu	salattu
		Konsolissa TW32 + mutteri M30 + aluslevy 130x10	kpl		30	salattu	salattu
51		<b>Betonelementtipilarit, HANKINTA</b>					
		- 480x480 mm, h=8750, 1 konsoli/taso, raudoitus 180kg/m3	kpl	n. 2,3 bet-m <sup>3</sup> /pilari	0	salattu	salattu
		- 480x480 mm, h=8750, 2 konsolia/taso, raudoitus 180kg/m3	kpl	n. 2,3 bet-m <sup>3</sup> /pilari	5	salattu	salattu
51		<b>Betonelementtipilarit, ASENNUS</b>					
		- 480x480 mm, h=8750, 1 konsoli/taso, raudoitus 180kg/m3	kpl	paino n. 5,8 tn	0	salattu	salattu
		- 480x480 mm, h=8750, 2 konsolia/taso, raudoitus 180kg/m3	kpl	paino n. 5,8 tn	5	salattu	salattu
25		Jälkivalut K50	m3	Hinta sisältää muotituksen	0,06	salattu	salattu
		<b>SISÄKUORIELEMENTIT</b>					
51		Sisäkuorielementti, h=200 HANKINTA	m2	Elementtejä yht 96 kpl	864	salattu	salattu
51		Sisäkuorielementti, h=200 ASENNUS	m2	Saumavalut, raudoitukset ei sisälly	864	salattu	salattu
25		Elementtien pystysaumapumppaus	jm	sis. raudoitus	306	salattu	salattu
		Elementtien kuljetus	tn	Kokonaismassa n. 432 tn	432	salattu	salattu
		<b>LAATAT JA PALKIT</b>					
		<b>TERÄSBETONIPALKIT</b>					
		Teräsbetonipalkit, suorakaidepalkki: - laataston tukipalkki, yläpinta karhennettu					

		- raudoitus 160kg/m3						
		Rasitusluokka; XC3						
		Paloluokka R60						
		Pilarikonsolit, liitososat						
		<b>Varusteluosat</b>						
		Nostolenkit 2kpl/elementti	kpl		36	salattu	salattu	
51		Teräsbetonipalkit (h=b) 580x380, HANKINTA	kpl		18	salattu	salattu	
51		Teräsbetonipalkit, ASENNUKSEEN	kpl		18	salattu	salattu	
25		Jälkivalut+juotospintojen lämmitys	m3	Jälkivalut esim. Vetonit 600/300, hinta sisältää muotituksen	0,05	salattu	salattu	
		Min. villa+kittaus	m2	Hinta sisältää kittauksen	7,94	salattu	salattu	
a1 Yhteensä talo 80 litterat 1...9					Summa = urakkatarjoushinta ilman alv		alv 0%	<b>241 737,02</b>
b1 Arvonlisävero (24%) kohdasta a1							alv 24%	<b>58 016,88</b>
c1 Verollinen kokonaishinta (a1+b1)							alv 24%	<b>299 753,90</b>

**KANTAVAT  
PAIKALLAVALUSEINÄT JA  
PILARI-PALKKILINJA**

80 koodi

**KESKIARVO  
(alv 0%)**

SU	J	NIMIKE	YKS	TARKENNE	MÄÄRÄ	€/YKS	YHT. €
		<b>RUNKO- JA VEIKATTORAKENTEET</b>					
		<b>BETONIELEMENTTIPILARIT</b>					
		Pilarelementtejä yht. 5 kpl					
		Betoni: C40/50; XC1					
		Teräs; B500B; arvio n. 180 kg/bet-m3					
		Reunoissa viisteet 15x15					
		<b>Varusteluosat</b>					
		Pilarikengät APK39C	kpl		20	salattu	salattu
		Harjateräspultti AHP39	kpl		20	salattu	salattu
		Konsolin kumilevylaakeri	kpl		30	salattu	salattu
		Nostolenkit 2kpl/elementti + nostoholkki	kpl		5	salattu	salattu
		Konsolissa TW32 + mutteri M30 + aluslevy 130x10	kpl		30	salattu	salattu
51		<b>Betonelementtipilarit, HANKINTA</b>					
		- 480x480 mm, h=8750, 1 konsoli/taso, raudoitus 180kg/m3	kpl	n. 2,3 bet-m <sup>3</sup> /pilari	0	salattu	salattu
		- 480x480 mm, h=8750, 2 konsolia/taso, raudoitus 180kg/m3	kpl	n. 2,3 bet-m <sup>3</sup> /pilari	5	salattu	salattu
51		<b>Betonelementtipilarit, ASENNUKSEEN</b>					
		- 480x480 mm, h=8750, 1 konsoli/taso, raudoitus 180kg/m3	kpl	paino n. 5,8 tn	0	salattu	salattu
		- 480x480 mm, h=8750, 2 konsolia/taso, raudoitus 180kg/m3	kpl	paino n. 5,8 tn	5	salattu	salattu
25		Jälkivalut K50	m3	Hinta sisältää muotituksen	0,06	salattu	salattu
		<b>PV-SEINÄT</b>					
		Rasitusluokka; XC3					

		Paloluokka REI 60					
12		Työsaumat	jm		0	salattu	salattu
22		Betoni C30/37, betonointi	m3		172,8	salattu	salattu
11		Muottityö, seinä	m2		1728	salattu	salattu
21		Raudoitus, B500B, 80kg/m3	kg		13824	salattu	salattu
		<b>LAATAT JA PALKIT</b>					
		<b>TERÄSBETONIPALKIT</b>					
		Teräsbetonipalkit, suorakaidepalkki:					
		- laataston tukipalkki, yläpinta karhennettu					
		- raudoitus 160kg/m3					
		Rasitusluokka; XC3					
		Paloluokka R60					
		Pilarikonsolit, liitososat					
		<b>Varusteluosat</b>					
		Nostolenkit 2kpl/elementti	kpl		36	salattu	salattu
51		Teräsbetonipalkit (h=b) 580x380, HANKINTA	kpl		18	salattu	salattu
51		Teräsbetonipalkit, ASENNUKSEEN	kpl		18	salattu	salattu
25		Jälkivalut+juotospintojen lämmitys	m3	Jälkivalut esim. Vetonit 600/300, hinta sisältää muotituksen	0,05	salattu	salattu
		Min. villa+kittaus	m2	Hinta sisältää kittauksen	7,94	salattu	salattu
a1		Yhteensä talo 80 litterat 1..9		Summa = urakkatarjoushinta ilman alv		alv 0%	<b>432 127,63</b>
b1		Arvonlisävero (24%) kohdasta a1				alv 24%	<b>103 710,63</b>
c1		Verollinen kokonaishinta (a1+b1)				alv 24%	<b>535 838,26</b>

## Liite 9. Välipohjarakenteet, kustannuslaskelmat

1 (2)

ONTELOLAATAT							KESKIARVO (alv 0%)	
Talo 80 koodi								
RO	SU	J	NIMIKE	YKS	TARKENNE	MÄÄRÄ	€/YKS	YHT. €
3			<b>RUNKO- JA VEIKATTORAKENTEET</b>					
33			<b>LAATAT JA PALKIT</b>					
33			<b>ONTELOLAATTATASOT</b> Ontelolaatta h=265 mm, pintavalu h=80 mm Rasitusluokka; XC3 Paloluokka REI 60					
33	51		Ontelolaatat OL27, h=265 HANKINTA	m2		1404	salattu	salattu
33	51		Ontelolaatat OL27, h=265 ASENNUS	m2		1404	salattu	salattu
	25		Saumavalut+raudoitus ontelolaatasto 265mm	m3		37	salattu	salattu
			<b>Ontelolaataston pintavalu</b>					
33	22		Betoni C30/37, BY45 lk. B-2-II	m3		112	salattu	salattu
33	21		Raudoitus, B500B, 40 kg/m3	kg		4493	salattu	salattu
33	26		Pölynsidontakäsittely, Mastertop 100, 6 kg/m2	m2		1404	salattu	salattu
a1	a1		Yhteensä talo 80 litterat 1...9		Summa = urakkatarjoushinta ilman alv		alv 0%	<b>151 304,60</b>
b1	b1		Arvonlisävero (24%) kohdasta a1				alv 24%	<b>36 313,10</b>
c1	c1		Verollinen kokonaishinta (a1+b1)				alv 24%	<b>187 617,70</b>
KUORILAATAT JA PINTAVALU							KESKIARVO (alv 0%)	
Talo 80 koodi								
RO	SU	J	NIMIKE	YKS	TARKENNE	MÄÄRÄ	€/YKS	YHT. €
3			<b>RUNKO- JA VEIKATTORAKENTEET</b>					
33			<b>LAATAT JA PALKIT</b>					
33			<b>KUORILAATTATASOT</b> Kuurilaatta KL120/240 Rasitusluokka; XC3 Paloluokka REI 60					
33	51		Kuurilaatat KL120, h=120 HANKINTA	m2		1404	salattu	salattu
33	51		Kuurilaatat KL120, h=120 ASENNUS	m2	Ei sisällä juotosvaluja	1404	salattu	salattu
			<b>Kuurilaataston pintalaatta</b>					
33	22		Betoni C30/37, BY45 lk. B-2-II	m3		168,48	salattu	salattu
33	21		Raudoitus, B500B, 80 kg/m3	kg		13478,4	salattu	salattu
33	26		Pölynsidontakäsittely, Mastertop 100, 6 kg/m2	m2		1404	salattu	salattu
a1	a1		Yhteensä talo 80 litterat 1...9		Summa = urakkatarjoushinta ilman alv		alv 0%	<b>206 124,05</b>
b1	b1		Arvonlisävero (24%) kohdasta a1				alv 24%	<b>49 469,77</b>
c1	c1		Verollinen kokonaishinta (a1+b1)				alv 24%	<b>255 593,82</b>

(jatkuu)

PAIKALLAVALUHOLOVI							KESKIARVO (alv 0%)	
Talo 80 koodi								
RO	SU	J	NIMIKE	YKS	TARKENNE	MÄÄRÄ	€/YKS	YHT. €
3			RUNKO- JA VEIKATTORAKENTEET					
33			LAATAT JA PALKIT					
33			PAIKALLAVALUTASOT Paikallavalulaatta 240mm Rasitusluokka; XC3 Paloluokka REI 60					
33	11		Laataston valun muottityö	m2		1404	salattu	salattu
33	22		Betoni C30/37, BY45 lk. B-2-II	m3		336,96	salattu	salattu
33	21		Raudoitus 140kg/m3	kg		47174,4	salattu	salattu
33	26		Pölynsidontakäsittely, Mastertop 100, 6 kg/m2	m2		1404	salattu	salattu
a1	a1		Yhteensä talo 80 litterat 1...9		Summa = urakkatarjoushinta ilman alv		alv 0%	<b>421 811,58</b>
b1	b1		Arvonlisävero (24%) kohdasta a1				alv 24%	<b>101 234,78</b>
c1	c1		Verollinen kokonaishinta (a1+b1)				alv 24%	<b>523 046,36</b>

## Liite 10. Hissi- ja porraskuilu, kustannuslaskelmat

PAIKALLAVALUSEINÄT							KESKIJARVO (alv 0%)	
RO	SU	J	NIMIKE	YKS	TARKENNE	MÄÄRÄ	€/YKS	YHT. €
Talo 80 koodi								
3			<b>RUNKO- JA VEIKATTORAKENTEET</b>					
32			<b>PV-SEINÄT</b>					
32			<b>HISSI- JA PORRASKUILUN SEINÄT</b>		Seinät toteutetaan kiipeävällä muotilla			
			PV-seinät d=200					
			Rasitusluokka; XC3					
			Paloluokka REI 60					
32	22		Betoni C35/45, betonointi	m3		43,2	salattu	salattu
32	11		Muotityö, seinä	m2		432	salattu	salattu
32	21		raudoitus 100kg/m3	kg		4320	salattu	salattu
a1	a1		Yhteensä talo 80 litterat 1...9			Summa = urakkatarjoushinta ilman alv	alv 0%	<b>105 494,40</b>
b1	b1		Arvonlisävero (24%) kohdasta a1				alv 24%	<b>25 318,66</b>
c1	c1		Verollinen kokonaishinta (a1+b1)				alv 24%	<b>130 813,06</b>
SEINÄELEMENTIT JA ELEMENTTIPILARIT								
Talo 80 koodi								
RO	SU	J	NIMIKE	YKS	TARKENNE	MÄÄRÄ	€/YKS	YHT. €
3			<b>RUNKO- JA VEIKATTORAKENTEET</b>					
32			<b>BETONIELEMENTTIPILARIT</b>					
			Pilari-elementtejä yht. 4 kpl					
			Betoni: C40/50; XC1					
			Teräs: B500B; arvio n. 180 kg/bet-m3					
			Reunoissa viisteet 15x15					
32			<b>Varusteluosat</b>					
			Pilarikengät APK39C	kpl		16	salattu	salattu
			Harjateräspultti AHP39	kpl		16	salattu	salattu
			Konsolin kumilevylaakeri	kpl		0	salattu	salattu
			Nostolenkit 2kpl/elementti + nostoholkki	kpl		4	salattu	salattu
32	51		<b>Betonelementtipilarit, HANKINTA</b>					
			- 480x480 mm, h=8750, raudoitus 180kg/m3	kpl	n. 2,3 bet-m <sup>3</sup> /pilari	4	salattu	salattu
32	51		<b>Betonelementtipilarit, ASENNUS</b>					
			- 480x480 mm, h=8750, raudoitus 180kg/m3	kpl	paino n. 5,8 tn	4	salattu	salattu
	25		Jälkivalut K50	m3	Hinta sisältää muotituksen	0,048	salattu	salattu
32			<b>SISÄKUORIELEMENTIT</b>					
			Väliseinäelementti, h=200					
32	51		<b>HANKINTA</b>	m2	Elementtejä yht 12 kpl	216	salattu	salattu
			Väliseinäelementti, h=200					
32	51		<b>ASENNUS</b>	m2	Saumavalut, raudoitukset ei sisälly	216	salattu	salattu
	25		Elementtien pystysaumajuotokset	jm	sis. raudoitus	36	salattu	salattu
			Elementtien kuljetus	tn	Kokonaismassa n. 108 tn	108	salattu	salattu
a1	a1		Yhteensä talo 80 litterat 1...9			Summa = urakkatarjoushinta ilman alv	alv 0%	<b>61 980,10</b>
b1	b1		Arvonlisävero (24%) kohdasta a1				alv 24%	<b>14 875,22</b>
c1	c1		Verollinen kokonaishinta (a1+b1)				alv 24%	<b>76 855,32</b>

## Liite 11. Runkovaihtoehtojen kustannusvertailu

KANTAVA PÄÄRUNKO	VÄLIPOHJARAKENTEET	HISSI- JA PORRASKUILU	alv 0%	alv 24%	alv 24%
PILARI-PALKKIRUNKO	ONTELOLAATTA	SEINÄELEMENTIT JA ELEMENTTIPILARIT			
150 989,20	151 304,60	61 980,10	364 273,89	87425,73	451 699,63
PILARI-PALKKIRUNKO	ONTELOLAATTA	PAIKALLAVALUSEINÄT			
150 989,20	151 304,60	105 494,40	407 788,20	97869,17	505 657,37
PILARI-PALKKIRUNKO	KUORILAATAT JA PINTAVALU	SEINÄELEMENTIT JA ELEMENTTIPILARIT			
150 989,20	206 124,05	61 980,10	419 093,35	100582,40	519 675,75
KANTAVAT SEINÄELEMENTIT JA PILARI-PALKKILINJA	ONTELOLAATTA	SEINÄELEMENTIT JA ELEMENTTIPILARIT			
241 737,02	151 304,60	61 980,10	455 021,71	109205,21	564 226,92
PILARI-PALKKIRUNKO	KUORILAATAT JA PINTAVALU	PAIKALLAVALUSEINÄT			
150 989,20	206 124,05	105 494,40	462 607,65	111025,84	573 633,49
KANTAVAT SEINÄELEMENTIT JA PILARI-PALKKILINJA	ONTELOLAATTA	PAIKALLAVALUSEINÄT			
241 737,02	151 304,60	105 494,40	498 536,01	119648,64	618 184,66
KANTAVAT SEINÄELEMENTIT JA PILARI-PALKKILINJA	KUORILAATAT JA PINTAVALU	SEINÄELEMENTIT JA ELEMENTTIPILARIT			
241 737,02	206 124,05	61 980,10	509 841,16	122361,88	632 203,04
KANTAVAT SEINÄELEMENTIT JA PILARI-PALKKILINJA	KUORILAATAT JA PINTAVALU	PAIKALLAVALUSEINÄT			
241 737,02	206 124,05	105 494,40	553 355,47	132805,31	686 160,78
PILARI-PALKKIRUNKO	PV-HOLVI	SEINÄELEMENTIT JA ELEMENTTIPILARIT			
150 989,20	421 811,58	61 980,10	634 780,88	152347,41	787 128,29
KANTAVAT PAIKALLAVALUSEINÄT JA PILARI-PALKKILINJA	ONTELOLAATTA	SEINÄELEMENTIT JA ELEMENTTIPILARIT			
432 127,63	151 304,60	61 980,10	645 412,32	154898,96	800 311,27
PILARI-PALKKIRUNKO	PV-HOLVI	PAIKALLAVALUSEINÄT			
150 989,20	421 811,58	105 494,40	678 295,18	162790,84	841 086,03
KANTAVAT PAIKALLAVALUSEINÄT JA PILARI-PALKKILINJA	ONTELOLAATTA	PAIKALLAVALUSEINÄT			
432 127,63	151 304,60	105 494,40	688 926,62	165342,39	854 269,01
KANTAVAT PAIKALLAVALUSEINÄT JA PILARI-PALKKILINJA	KUORILAATAT JA PINTAVALU	SEINÄELEMENTIT JA ELEMENTTIPILARIT			
432 127,63	206 124,05	61 980,10	700 231,77	168055,62	868 287,39
KANTAVAT SEINÄELEMENTIT JA PILARI-PALKKILINJA	PV-HOLVI	SEINÄELEMENTIT JA ELEMENTTIPILARIT			
241 737,02	421 811,58	61 980,10	725 528,70	174126,89	899 655,58
KANTAVAT PAIKALLAVALUSEINÄT JA PILARI-PALKKILINJA	KUORILAATAT JA PINTAVALU	PAIKALLAVALUSEINÄT			
432 127,63	206 124,05	105 494,40	743 746,07	178499,06	922 245,13
KANTAVAT SEINÄELEMENTIT JA PILARI-PALKKILINJA	PV-HOLVI	PAIKALLAVALUSEINÄT			
241 737,02	421 811,58	105 494,40	769 043,00	184570,32	953 613,32
KANTAVAT PAIKALLAVALUSEINÄT JA PILARI-PALKKILINJA	PV-HOLVI	SEINÄELEMENTIT JA ELEMENTTIPILARIT			
432 127,63	421 811,58	61 980,10	915 919,30	219820,63	1 135 739,94
KANTAVAT PAIKALLAVALUSEINÄT JA PILARI-PALKKILINJA	PV-HOLVI	PAIKALLAVALUSEINÄT			
432 127,63	421 811,58	105 494,40	959 433,61	230264,07	1 189 697,67