

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Rakennusmestari (AMK)

2014

Petri Iivonen

PERUSPALKIN VALMISTUS YLIJÄÄMÄBETONISTA

– Rudus Oy, Turun paalutehdas



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennusalan työnjohto | Rakennusmestari

2014 | 26

Maarit Järvinen

Petri Iivonen

PERUSPALKIN VALMISTUS YLIJÄÄMÄBETONISTA

– Rudus Oy, Turun paalutehdas

Tämä opinnäytetyö tehtiin Rudus Oy:n teräsbetonisia lyöntipaaluja valmistaville tehtailla. Työn tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa tehtaiden tuotannosta ylijäävästä betonista hyödynnettävä ja käyttöönotettava tuote.

Ylijäämäbetonin hyötykäyttöön saaminen on nostettu yhdeksi Rudus Oy:n betoniliiketoimintojen vuosien 2014–2015 ympäristötavoitteeksi. Vuonna 2012 voimaan astuneen jätelain ensisijainen tavoite on jätteen määrän vähentäminen ja vasta toissijaisesti sen kierrättäminen. Ylijäämäbetonin hyötykäyttöön saaminen auttaa tässä tavoitteessa. Lisäksi se alentaa materiaalihävikin ja kuljetuskustannusten myötä ympäristölle ja yrityksen kilpailukyvyllä aiheuttamia haittoja. Opinnäytetyö tukee Rudus Oy:n ympäristötavoitteiden toteutumista. Lisäksi se linjaa voimassaolevan jätelain (17.6.2011/646) vaatimuksia aiempaa tehokkaammin.

Suunnitelma toteutettiin rakentamalla ylijäämäbetonin hyödyntämiseen käytettävä betonivalumuotisto, jonka avulla ylijäämäbetoni on mahdollista saada helposti ja kustannustehokkaasti hyödynnettyä. Työn lopputuotteena rakennettiin ja asennettiin Rudus Oy:n Turun paalutehtaalle muotisto. Kyseisessä muotistossa valmistetut peruspalkit soveltuvat hyvin esimerkiksi työmaaparakkien aluspalkeiksi, työmaakylttien painoiksi tai muiden väliaikaisten rakennelmien alustaksi.

Työhön laaditun kannattavuuslaskelman mukaisesti ylijäämäbetonin hyötykäyttöön toteutettu investointi osoittautui kannattavaksi ja taloudellisesti järkeväksi toteuttaa myös yrityksen muilla paalutehtailla.

ASIASANAT:

Betoni, betonijäte, kierrätys

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Program in Construction Management | Bachelor of Construction Management

2014 | 26

Maarit Järvinen, Instructor

Petri Iivonen

MAKING OF THE BASIC BEAM FROM SURPLUS CONCRETE

This thesis was conducted to the factories which make reinforcement concrete hit poles of Rudus Oy. The purpose of the work was to design and implement a product that could be utilized using the surplus concrete from the production of the factories.

The productive use of surplus concrete has been raised as an environmental objective, in 2014–2015 as part of the concrete business operations of Rudus Oy. In year 2012 the primary objective of the waste law was the reducing of the amount of waste and only secondarily the recycling of it. Enabling the productive use of surplus concrete helps in this objective. Furthermore it lowers material loss and transportation costs and thus, harm on the environment as well as the competitiveness of the company. The thesis supports the realisation of the environmental objectives of Rudus Oy. Furthermore, it traces the demands of the valid waste law (17.6.2011/646) more effectively than before.

The plan was carried out by building a concrete shuttering for utilising surplus concrete easily and cost-effectively. As a result, a shuttering was installed at the Rudus Oy pole factory in Turku. The basic beams made in the shuttering are suitable for the vessel bellows of site huts, weights of the site signs or the base of other temporary constructions.

According to the calculation of profitability, the investment that was carried out to the productive use of surplus concrete proved to be feasible and economically reasonable in other pole factories of the.

KEYWORDS:

Concrete, concrete waste, recycling

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 LAIT JA ASETUKSET	7
2.1 EU:n jätedirektiivi 2008/98/EY	7
2.2 Jätelaki 17.6.2011/646	7
3 RUDUS OY	8
3.1 Rudus Oy:n ympäristötavoitteet vuosina 2014–2015	8
3.2 Betonijätteen syntyminen, käsittely ja vähentäminen	9
4 BETONI JA SEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	10
5 TERÄSBETONINEN PERUSPALKKI	11
5.1 Käyttökohteet ja kysyntä	11
6 MUOTISTON MUUTOSTYÖT	12
6.1 Muotin valmistus	12
6.2 Muotin asennus	13
7 PERUSPALKIN VALMISTUS	16
7.1 Raudoitus	16
7.2 Muotin varustelu	17
7.3 Valu	18
7.4 Jälkihoito ja varastointi	20
8 KUSTANNUKSET	21
8.1 Betonijätteestä koituvat kustannukset	21
8.2 Muotiston muutostyön kustannukset	21
8.3 Peruspalkeista saatava tuotto	22
8.4 Kannattavuus	22
9 JOHTOPÄÄTÖKSET	23
LÄHTEET	24

LIITTEET

Liite 1. Peruspalkin tyyppikuva

KUVAT

Kuva 1. Muotisto ennen muutostyötä.	12
Kuva 2. Muotisto on lyhennetty ja poistettu.	13
Kuva 3. Alapuoleinen tuenta.	14
Kuva 4. Valmis muotisto.	15
Kuva 5. Valmis raudoite välikkeineen.	17
Kuva 6. Muotti valmisteltu valuun.	18
Kuva 7. Valutyö käynnissä.	19
Kuva 8. Nostolenkit ja tunnuslappu kiinnitetty.	19

1 JOHDANTO

Rudus Oy:n ympäristöpolitiikan keskeisiksi tavoitteiksi on asetettu jätteen määrän vähentäminen ja sen hyötykäyttö. Rudus Oy:n Turun paalutehtaalla kaikki betonijätteet kierrätetään murskeeksi, joka hyötykäytetään esim. rakentamiseen ja tienpohjiin. Tästä muodostuu kuitenkin materiaalihävikin ja kuljetuskustannusten myötä rasitusta ympäristölle ja Ruduksen kilpailukyvyllä.

Myös vuonna 2012 voimaantulleen jätelain mukaan kaikessa toiminnassa pitää noudattaa etusijaisjärjestystä, eli minimoida syntyvän jätteen määrää. Vasta toissijaisesti jäte tulee uudelleenkäyttää tai kierrättää.

Turun paalutehtaalla syntyi vuonna 2013 yli xxx tonnia betonijätettä, joka oli x % käytetystä betonin määrästä. Rudus Oy järjesti vuonna 2012 ideakilpailun ylijäämäbetonin hyötykäytöstä, mutta tulokset eivät ole olleet suoraan siirrettävissä Turun tehtaalle. Huhtikuussa järjestimme tehtaallamme asiasta pienryhmätyöskentelyn, josta parhaaksi ehdotukseksi valikoitui peruspalkkien valu tuotannosta ylijäävästä betonimassasta. Peruspalkkeille on olemassa olevaa kysyntää, ja niitä tiedustellaan työmaaparakkien aluspalkkeiksi ja moneen muuhun käyttöön paalutehtaalta säännöllisesti. Tähän tarkoitukseen valmistetuilla peruspalkkeille ei myöskään ole olemassa tiukkoja laatu-, lujuus- ja ulkonäkövaatimuksia kuten teräsbetonipaaluilla on, joten niiden valmistukseen ylijäämäbetoni soveltuu erinomaisesti.

Työn tarkoituksena oli vähentää betonijätteen määrää sekä suunnitella ja toteuttaa paalumuotiston muutostyöt peruspalkkien valmistukseen soveltuvaksi. Työssä laaditaan työohjeet ja piirustukset palkkien tuotantoon sekä tehdä kannattavuuslaskelmat toteutuneesta työstä, jotta menetelmä olisi toteutettavissa Rudus Oy:n muilla paalutehtailla.

2 LAIT JA ASETUKSET

Rakennusteollisuuden toimia jäteasioissa ohjaa EU:n jätedirektiivi 2008/98/EY, joka julkaistiin 22.11.2008. Direktiivin täytäntöön panemiseksi Suomessa astui voimaan uusi jätelaki 1.5.2012, joka korvasi vanhan 3.12.1993/1072 jätelain. Jätelaki 646/2011 ja valtioneuvoston asetus 179/2012 toimivat perustana yrityksille jätteiden kierrätyksestä ja sen synnyn ehkäisyssä.

2.1 EU:n jätedirektiivi 2008/98/EY

Euroopan unionin 2008 antama jätedirektiivi velvoittaa jäsenvaltioita tehostamaan jätteen kierrätystä. Direktiivin ensisijainen tavoite on jätteen synnyn ehkäisy, toisena jätteen uudelleen käyttö tai hyödyntäminen materiaalina ja jätteen hyödyntäminen energiana sekä vasta viimeisenä jätteen sijoittaminen kaatopaikalle. (Rakennusteollisuus RT ry 2014.)

Direktiivin tarkoitus on myös selkeyttää jätteen määritelmää ja yhdenmukaistaa jäsenmaiden jättepolitiikkaa. Direktiivi velvoittaa jäsenmaitaan kierrättämään rakennusjätteistään vähintään 70 prosenttia vuoteen 2020 mennessä.

2.2 Jätelaki 17.6.2011/646

Jätelain tarkoitus on ehkäistä jätteistä syntyvää haittaa terveydelle ja ympäristölle sekä vähentää jätteen määrää sekä edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä (Jätelaki 17.6.2011/646, 1. luvun 1. §).

Kaikessa toiminnassa on pyrittävä noudattamaan etusijajärjestystä: Ensisijainen tavoite on vähentää syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta. Mikäli jätettä kuitenkin syntyy, on jätteen haltian ensisijaisesti hyödynnettävä jäte tai toissijaisesti kierrätettävä se. Jos kierrätys ei ole mahdollista, haltian on hyödynnettävä jäte muulla tavoin, esim. hyödyntäminen energiana. Jos hyötykäyttö ei ole mahdollista, jäte pitää loppukäsitellä (Jätelaki 17.6.2011/646, 2. luvun 8. §.)

3 RUDUS OY

Rudus Oy toimii Suomessa, Baltiassa ja Venäjällä. Se on yksi Suomen johtavista betoni- ja kivirakentamisen yhtiöistä. Sen toimialoihin kuuluvat kiviaines, valmisbetoni, betonituotteet, murskaus- ja louhintaurakointi sekä kierrätys. Rudus-konsernin liikevaihto oli vuonna 2013 oli 378 miljoonaa euroa, ja henkilöstöä sillä oli keskimäärin 1 250, joista noin tuhat Suomessa. (Rudus Oy 2014a; 2014b.)

Vuodesta 1999 lähtien Ruduksen on omistanut irlantilainen CRH plc -konserni. CRH:lla on toimintaa 35 maassa ja henkilöstöä sillä on 76 000. Konsernin liikevaihto oli vuonna 2013 18 miljardia euroa, ja se on listattu Dublinin, Lontoon ja New Yorkin pörsseihin. (Rudus Oy 2014a.)

Ruduksen betonituotteisiin kuuluvat betonipaalut, betoniputkijärjestelmät, maisemabetonituotteet sekä porraskäytävät ja seinäelementit. Ruduksen betonituotetehtaita on Suomessa 20, ja niiltä valmistui vuonna 2013 yli 433 000 tonnia betonituotteita. Teräsbetonipaaluja valmistettiin vuonna 2013 kolmella tehtaalla melkein xxx kilometriä eli yli xx xxx tonnia. Turun paalutehtaan osuus tästä oli xxx km, johon käytettiin yli xx xxx tonnia betonia. Tuotannosta syntyi xxx tonnia betonijätettä, joka jouduttiin kuljettamaan Ruduksen kierrätykseen. Siitä valmistettiin mm. Betoroc-mursketta.

3.1 Rudus Oy:n ympäristötavoitteet vuosina 2014–2015

Ruduksen betoniliiketoiminnoille on kuluvalle ja ensi vuodelle asetettu tavoitteeksi ylijäämäbetonin minimoiminen ja hyötykäyttö, johon tälläkin opinnäytetyöllä pyritään. Ruduksen ympäristötavoitteissa mainitaan mm. seuraavaa:

Kierrätys ja materiaalitehokkuutta edistetään kaikissa toimipisteissä. Syntyvien jätteiden määrää ja laatua on seurattava kaikilla toimipaikoilla. Valmibetoni- ja betonituoteliiketoiminnoissa keskitytään ylijäämäbetonin minimoimiseen ja kierrättämiseen. Lisäksi käynnistetään vedenkulutuksen seuranta. (Rudus Oy 2014.)

Näiden pyrkimysten johdosta Ruduksen eri toimipisteissä alettiin suunnittelemaan erilaisia toimenpiteitä tavoitteisiin pääsemiseksi.

3.2 Betonijätteen syntyminen, käsittely ja vähentäminen

Pienryhmätyö järjestettiin Ruduksen 11 toimipaikalla, joista yksi oli Turun paalutehdas. Pienryhmät esittivät erilaisia tuotteita valmistettavaksi tuotannosta ylijäävästä betonista, mm. kaivon pohjat, betoniporsaat, erilaiset jalustat (aurinko-
varjon jalka, aitatolppa yms.) ja peruspalkit.

Näistä parhaiten Turun tehtaalle soveltui peruspalkin valmistus sen takia, että tehtaassa muotisto ja valukone on suunniteltu teräsbetonipaalojen valmistukseen. Lisäksi peruspalkkeja ja hylkypaaluja kysytään mitä moninaisempiin käyttötarkoituksiin paalutehtailta useasti, joten niitä ei tarvitse erikseen markkinoida.

4 BETONI JA SEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Betoni on maailman käytetyn rakennusmateriaali. Tämä johtuu siitä, että sen raaka-aineita on hyvin saatavilla ja sen valmistusteknologia on yksinkertainen. Lisäksi kivipohjaisena materiaalina se on lujaa, kestävä ja vähän huoltoa vaativaa. Betonin pääraaka-aineina toimivat sementti, kiviaines ja vesi, joten ne kaikki saadaan maaperästä. Kiviainesta on rajattomasti saatavilla lähes kaikkialta, ja sementtiin tarvittava kalkkikivi on yksi maapallon yleisimpiä kivilajeja. (Betoniteollisuus ry 2014a.)

Betonin ympäristövaikutuksista suurimman osuuden aiheuttaa sementin valmistus. Uuni, jossa sementin raaka-aineet kuumennetaan, kuluttaa paljon polttoainetta, mistä syntyy hiilidioksidipäästöjä. Tämä on noin 90 % betonin valmistukseen käytettävästä energiasta (Suomen Betoniyhdistys ry 2009, 28). Suomessa on kuitenkin panostettu energiankäytön tehokkuuteen voimakkaasti ja samalla pyritty vaikuttamaan ympäristövaikutuksiin. Uunien lämmitykseen on löydetty vaihtoehtoisia energian lähteitä, esim. lihaluujauho ja kumirouhe, joka valmistetaan käytetyistä renkaista. (Betoniteollisuus ry 2014b.)

Betonin kierrätys korvaa myös aina luonnonkiviainesta, ja täten se vähentää ympäristövaikutuksia. Kansainvälisestikin ajateltuna betonin kierrätys on Suomessa hyvällä tasolla, sillä hyötykäyttöön päätyy arvioiden mukaan 70–80 % betonista. Maanrakennuskohteissa on käytetty viimeisen kymmenen vuoden aikana useita miljoonia tonneja kierrätettyä betonia. Kierrätetyllä Betoroc-tuotteella saadaan parempia kantavuuksia johtuen sen lujuusominaisuuksista, ja näin ollen sillä voidaan korvata luonnonkiviainesta jopa kaksinkertainen määrä. (Infra ry 2014.)

5 TERÄSBETONINEN PERUSPALKKI

Teräsbetonipalkin tehtävä on yleensä kannatella yläpuolisia rakenteita, kuten lattiaa, välipohjaa, yläpohjaa tai kattoa. Sitä voidaan käyttää myös ovi- ja ikkuna-aukkojen ylityksissä. Tässä työssä käsitellään kuitenkin peruspalkkia, joka on valmistettu ylijäämäbetonista ja siinä on mahdollisesti valusaumoja, joten sille ei ole aikomusta hakea CE-merkintää eikä sitä voi käyttää rakennuksen kiinteänä osana.

5.1 Käyttökohteet ja kysyntä

Peruspalkkeja ja hylkypaaluja tiedustellaan paalutehtaalta useasti. Käyttökohteina ovat monesti työmaaparakkien sekä väliaikaisten koulu- ja päiväkotitilakonttien aluspalkit. Maan- ja pihanrakentamiseen palkkeja kysytään ja valmistetaan useasti. Betonipalkki soveltuu ominaisuuksiltaan mitä moninaisimpiin kohteisiin. Betoni ei lahoa eikä ruostu ja lisäksi se kestää erinomaisesti puristusta, joten sen päälle voidaan perustaa raskaitakin rakennelmia. Painonsa ansiosta sitä käytetään myös esim. työmaakylyttien painoina. Kuluvana syksynä peruspalkkeja on valmistettu ja toimitettu mm. Pirkkalan yläkoulun ja lukion väistötilojen aluspalkeiksi.

6 MUOTISTON MUUTOSTYÖT

Pienryhmätyön tuloksena antoi myyntipäällikkö Riku Pennanen tehtävän suunnitella ja toteuttaa peruspalkkien valmistukseen soveltuvan valumuotiston. Turun tehtaalla valmistetaan 300 x 300 mm ja 250 x 250 mm halkaisijaltaan olevia teräsbetonisia lyöntipaaluja. Näille molemmille palkkikooille on kysyntää myös peruspalkkina, joten palkkimuotisto päätettiin toteuttaa niin, että molempia kokoja voidaan valmistaa. Johtuen olemassa olevasta paalumuotistosta ja valukoneen mallista, päädyttiin siihen että peruspalkki muotti asennetaan paalumuotiston ja valukoneen pesupaikan väliin. Tämä siitä syystä että normaali tuotannossa valukoneeseen jäänyt ylimääräinen betoni tyhjenetään pesupaikalle josta se siirretään pyöräkuormaajalla siirtolavalle, kun se on kovettunut.



Kuva 1. Muotisto ennen muutostyötä.

6.1 Muotin valmistus

Turun paalutehtaalla kunnostus- ja huoltotöissä käytetään alihankkijana Maintpartner Oy:tä, joten luontevana yhteistyökumppanina muotiston muutostöihin valikoitui kyseinen teollisuuden kunnossapitoon erikoistunut yritys. Yrityksestä

saapui tiimipäällikkö Juha Keskitalon tehtaalle neuvottelemaan muotiston valmistuksesta ja asentamisesta. Kävimme läpi suunnitelmat ja tutustuimme paikan päällä työhön. Neuvotteluiden jälkeisellä viikolla saapui tarjous muotiston esivalmistuksesta, joka hyväksyttiin ja sovittiin sen asentamisesta. Muotit valmistettiin 3 mm paksusta teräksestä ja se saapui tehtaalle 1.10.2014.

6.2 Muotin asennus

Muotostyöt aloitettiin 6.10.2014 kahden asentajan voimin. Uusi muotisto asennettiin paalumuotiston ja valukoneen pesupaikan väliin. Koska olemassa oleva muotisto loppuu pesupaikkaan, sitä jouduttiin lyhentämään n. 900 mm. Vanha muotisto polttoleikattiin irti ja nostettiin pukkinosturilla pois paikoiltaan.



Kuva 2. Muotisto on lyhennetty ja poistettu.

Vanhan muotiston alle jouduttiin tekemään U-palkista uusi tukirakennelma, koska tuleva muotisto tuli poikittain vanhaan nähden. Tuennan piti olla riittävän tukeva, koska 300 x 300 mm peruspalkki (jatkossa PP30) painaa 225 kg/m ja 250 x 250 mm:n peruspalkki (jatkossa PP25) 155 kg/m, joten maksimikuorma tulee olemaan yli 4 000 kg.



Kuva 3. Alapuolen tuenta.

Uudet peruspalkkimuotit oli taivutettu 2 400 mm pitkistä ja 3 mm paksuista teräslevystä, ja uuden muotiston pituus oli 7 200 mm, joten asentajat hitsasivat ne peräkkäin. Työ suoritettiin erillisten pukkien päällä katoksen alla, ja asentajat hitsasivat muotin yhdeksi paketiksi, joka nostettiin paikalleen pyöräkuormaajan sekä pukkinnosturin avulla. Muotisto kiinnitettiin paikalleen hitsaamalla. Lopuksi asentajat suoristivat ja viimeistelivät muotiston.

Muutostyö valmistui 13.10.2014, ja se vei kahdelta ammattimieheiltä kuusi päivää. Asennusaikaa ei voinut ennalta aikatauluttaa, koska vanhasta muotistosta ei ollut piirustuksia eikä sen alusrakenteista ollut tietoa. Tämän vuoksi asentajat tekivät työnsä tuntityönä. Muutostyöstä saatua kokemusta on tarkoitus hyödyntää Rudus Oy:n muissa paalutehtaissa.



Kuva 4. Valmis muotisto.

7 PERUSPALKIN VALMISTUS

7.1 Raudoitus

Paalutusohjeen 2011 mukaan teräsbetonisissa lyöntipaaluissa käytetään pääteräksinä neljää tai kahdeksaa 12–20 mm:n A700HW-harjatankoa riippuen paalutyypistä (RIL 254-2-2011, 154).

Valmistettavassa peruspalkissa ei ole olemassa minkäänlaista ohjeistusta, eikä sitä ole tarkoitus lyödä maahan paalutuskoneella, joten raudoitteille ei ole myöskään vaatimuksia. Palkit kuitenkin puretaan pukkinosturilla ylös muotista, jolloin niihin kohdistuvaa taivutusvoimaa niiden on kestettävä. Palkin pituus-suuntainen raudoitus ottaa vastaan taivutuksen aiheuttamat vetojännitykset (Suomen Betoniyhdistys ry 2009, 246). Tämän vuoksi raudoitukseksi valikoitui 4 × 12 mm:n A700HW-harjateräkset, joita käytetään tehtaalla muuhunkin tuotantoon.

Lyöntipaaluissa on tarkat ohjeet hakaraudoitukselle, joka tulee olla päistä tihen­netty, lyöntipaalutuksesta aiheutuvien voimien takia. Peruspalkkiin näitä tihen­nyksiä ei tarvitse tehdä. Palkissa hakaraudoitus aina kuitenkin turvaa veto­raudoituksen ja puristuspuolen betonin yhteistoiminnan (Suomen Betoniyhdistys ry 2009, 246). Hakaraudoitukseen käytettiin paalutuotannossakin käytettävää 5 mm halkaisijaltaan olevaa kierrehakaa. Vähimmäisbetonipeitteen paksuus tulee olla 20 mm, joten palkeissa käytetään samoja suojavälitteitä kuin lyöntipaaluissa.

Raudoitteet valmistetaan käsin sitomalla raudoitushallissa, jossa halutun pitui­set pääteräkset asetetaan raudoituspukeille ja kierrehaka sidotaan aloituspääs­tä kiinni pääteräksiin. Kierrehaka vedetään terästen toiseen päähän, joka sido­taan myös kiinni. Tämän jälkeen hakaraudoitus sidotaan palkin vartalolta mak­simissaan metrin välein kiinni pääteräksiin. Viimeiseksi asennetaan muoviset suojavälitteet, joilla raudoitteelle saadaan oikea betonipeitepaksuus. Valmiit raudoitteet siirretään muotille pukkinosturia käyttäen.



Kuva 5. Valmis raudoite välikkeineen.

7.2 Muotin varustelu

Tyhjä muotti harjataan puhtaaksi ja siihen ruiskutetaan muottiöljy, jotta palkki irtoaisi kovettuttuaan muotista. Valmiit raudoitepaketit lasketaan muottiin, ja niiden päihin asennetaan topparit. Toppareiden avulla palkeista tulee halutun pituisia ja palkkiin muodostuu valettaessa viistetyt päät. Topparit kiilataan paikoilleen puukiiloilla, jotta ne pysyisivät paikoillaan.



Kuva 6. Muotti valmisteltu valuun.

7.3 Valu

Peruspalkkien valu suoritetaan päivän päätteeksi, kun tuotannon mukainen valuohjelma on saatu suoritettua. Normaalisti paalutuotannosta ylijäävää betonia on 200–500 litraa, joista voi valmistaa yhdestä kahteen kolme metristä peruspalkkia.

Valukone ajetaan valujen päätyttyä pesupaikalle, jonka yhteydessä olevaan peruspalkkimuotistoon tyhjennetään yli jäänyt betonimassa. Betoni tiivistetään sauvatäryillä, ja palkkeihin asennetaan nostokoukut ja tunnuslaput. Tunnuslappuun on merkitty peruspalkin tyyppi, pituus, paino sekä valmistuspaikka ja -päivä.



Kuva 7. Valutyö käynnissä.



Kuva 8. Nostolenkit ja tunnuslappu kiinnitetty.

7.4 Jälkihoito ja varastointi

Muotiston alle asennettiin samanlaiset lämmitysvastukset, joita käytetään myös paalumuotiston alla. Tämän ansiosta palkkeja voidaan valmistaa myös kylmänä vuodenaikana.

Jälkihoitona lämpimänä vuodenaikana käytetään kastelujärjestelmää, ja ulkolämpötilan laskiessa palkit peitetään eristetyllä peitteellä. Purkulujuus saavutetaan kesäaikaan kahdessa, talviaikana kolmessa vuorokaudessa.

Kun purkulujuus on saavutettu, palkit siirretään pukkinosturilla varastoon, jossa ne pinotaan pituutensa mukaan omiin pinoihinsa. Varastoinnissa palkkikerrosten välissä käytetään 100 × 100 mm:n välipuita, jotta palkkien nostolenkit eivät vaurioituisi.

8 KUSTANNUKSET

Vertailulaskelmassa otettiin huomioon vuoden 2013 tuotanto- ja jätebetonimäärät. Laskelmissa huomioitiin betonimassan omakustannushinta sekä jätebetonin kuljetuksesta ja vastaanotosta muodostuneet kustannukset.

Investointikustannuksiin laskettiin muotin esivalmistus ja asennustyö. Laskelmissa käytettiin toteutuneita kustannuksia.

Peruspalkkien valmistuksessa otettiin oletuksena huomioon, että ylijäämäbetonista saadaan hyötykäytettyä 80 % vuosittaisesta määrästä ja vain 20 % siitä jouduttaisiin jatkossa kuljettamaan kierrätettäväksi murskaukseen. Peruspalkin hintana käytettiin tämän vuoden aikana toteutuneiden kauppojen keskihintaa. Kaikki laskennassa käytetyt hinnat ovat ilman arvonlisäveroa.

8.1 Betonijätteestä koituvat kustannukset

Betonin omakustannushinta Turun paalutehtaalla on $xx \text{ €/m}^3$. Betonikuutio painaa 2,5 t, joten $xxx \text{ t}$ betonia maksoi Rudus Oy:lle $xx \text{ xxx €}$ ($xxx \text{ t} : 2,5 \text{ t} \times xx \text{ €}$).

Betonijätettä syntyi vuonna 2013 $xxx \text{ t}$. Siirtolavaan mahtuu keskimäärin 10 t jätebetonia, mikä tarkoittaa vuonna 2013, xx rekkakuorman kuljetusta murskaukseen. Kuljetus yrittäjä veloitti kuljetuksista kahden tunnin tuntiveloituksena $xxx \text{ €}$. Tästä koitui kustannuksia $xxxx \text{ €}$ ($xx \times xxx \text{ €}$).

Betonijätteestä muodostuvia kustannuksia koitui vuonna 2013 betonin hintana, kuljetus- ja kierrätysmaksuina, Turun paalutehtaalle yhteensä $xx \text{ xxx €}$, mikä tarkoittaa, että ylijäämäbetoni tonni maksoi yritykselle $xx,xx \text{ €/t}$.

8.2 Muotiston muutostyön kustannukset

Esivalmistetut muottikourut maksoivat 2 075 € ja vanhan muotiston muutokseen sekä uuden asennukseen kului kahdelta asentajalta kuusi työpäivää. Tästä

muodostui muutostyölle hintaa 4 170 €. Lisäksi erilaista rautaa ja kiinnitystarvikkeita asennukseen kului 540 €, joten kokonaiskuluna muutostyö maksoi 6 785 € (2 075 € + 4 170 € + 540 €).

8.3 Peruspalkkeista saatava tuotto

Laskennallisesti käytettiin 80 %:n hyötyoletusta, joten xx tonnista ylijäämäbetonia saadaan valmistettua xxx t peruspalkkia. PP30 painaa 225 kg/m ja PP25 155 kg/m, joten määrästä voi valmistaa x xxx m PP30-palkkia tai x xxx m PP25-palkkia.

PP25-palkin keskihinta on tänä vuonna ollut n. xx €/m, joten sitä valmistamalla myyntituotoksi tulisi xx xxx €. PP30-palkin keskihinta on ollut n. xx €/m, joten sillä tuotto-oletus on xx xxx €.

8.4 Kannattavuus

Laskelmassa jokaisesta ylijäämäbetoni tonnin muuttaminen peruspalkiksi vaikakin vain 80% siitä, tuo yritykselle tuloja ja taas vähentää kierrätys- ja kuljetusmaksuissa menoja. Säästöä syntyy xx,xx €/t ja myyntituotetta valmistuu keskimäärin xx €/t, joten kokonaishyötyä kertyy n. xxx € jokaisesta hyötykäyttöön saadusta ylijäämäbetonitonista.

Muotiston muutostyö tuli kokonaisuudessa maksamaan 6 785 €, joten n. xx tonnia myyntituotteeksi jalostettua ylijäämäbetonia kuolettaa investoinnin. Normaalitytuotannossa sijoitus maksaa itsensä takaisin nopeasti.

Ympäristölle aiheutuvaa hyötyä ei pysty rahallisesti mittaamaan, mutta yrityksen ympäristöarvojen ja imagon kannalta ne ovat kuitenkin tärkeitä.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Betoniteollisuudessa on pitkään tiedostettu tuotannosta yli jäävän betonin kustannuksista koituvat haitat yritysten kannattavuuteen. Ylijäämäbetonin syntyyn on kiinnitetty yhä enemmän huomiota, ja näin on saatu syntyvän jätteen määrää pienennettyä.

Rudus Oy:n Turun paalutehtaalla on tehty myös työtä jätebetonin määrää vähentämiseksi ja onnistuttu siinä. Tuotannossa on kuitenkin vaikea päästä sellaiseen lopputulokseen, jossa betonia ei jäisi valujen päätyttyä yli. Tähän asti betonijäte on kuljetettu kierrätettäväksi ja murskattavaksi maanrakennustöihin, ja näin se on saatu hyötykäytettyä. Tästä on kuitenkin koitunut kustannuksia tuotannolle ja ylimääräistä kuljetuksista johtuvaa rasisitusta ympäristölle.

Tämän opinnäytetyön aihe löytyi Rudus Oy:n ympäristötavoiteista vuosille 2014–2015. Niissä on betoniliiketoiminnalle asetettu asiaksi keskittyä ylijäämäbetonin minimoimiseen ja kierrättämiseen.

Opinnäytetyötä lähdettiin tekemään tuotannollisesta ja taloudellisesta näkökulmasta, mutta ympäristönäkökulmat tulivat siihen mukaan kuin itsestään työn edetessä ja siihen syventyessä. Kuten työ osoittaa talous- ja ympäristötavoitteet eivät useinkaan ole vastakkain toistensa kanssa.

Työn lopputuloksena paalutehtaalle valmistui peruspalkkimuotisto, jolla ylijäämäbetoni saadaan entistä helpommin hyötykäytettyä. Saatu hyöty kohdistuu suoraan omalle tehtaalle ja vaikuttaa näin ollen positiivisesti omaan tulokseen. Saadut kokemukset ja kannattavuuslaskelmat voidaan myös käyttää hyväksi Rudus Oy:n muilla betonituotetehtailla.

LÄHTEET

Betoniteollisuus Ry 2014a. Eniten käytetty rakennusmateriaali maailmassa. Viitattu 21.10.2014 <http://www.betoni.com> > Etusivu > Tietoa betonista > Betoni ja kestävä kehitys > Betoni rakennusmateriaalina.

Betoniteollisuus Ry 2014b. Betonin ympäristövaikutukset. Viitattu 22.10.2014 <http://www.betoni.com> > Etusivu > Paikallaanvalurakentaminen > Betonin ympäristö- vaikutukset > Energiankulutus.

Infra ry 2014. Betonin kierrätys. Viitattu 22.10.2014 <http://www.infrary.fi> > Etusivu > Betonin kierrätys.

Jätelaki 17.6.2011/6466.

Rakennusteollisuus RT ry. Jätedirektiivi ja jätelainsäädäntö. Viitattu 16.10.2014 <https://www.rakennusteollisuus.fi> > Etusivu > Tietoa alasta > Ympäristö ja energia > Materiaali-tehokkuus > Jätedirektiivi ja lainsäädännön kokonaisuudistus.

RIL 254-2011. Paalutusohje 2011. PO-2011. Osa 2 paalutusohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Rudus Oy 2014a. Rudus Oy on betoni- ja kivrakentamisen johtava yhtiö suomessa. Viitattu 22.11.2014 <http://www.rudus.fi> > Etusivu > Yritys

Rudus Oy 2014b. Toimialat. Viitattu 22.11.2014 <http://www.rudus.fi> > Etusivu > Yritys > Toimialat.

Suomen Betoniteollisuus ry 2009. Betonitekniikan oppikirja 2004. By 201. 5., uudistettu painos. Helsinki: Suomen Betonitaito Oy.

Peruspalkin tyypikuva

