

Opinnäytetyö (AMK)

Myyntityön koulutusohjelma

Myynnin johtaminen

2011

Hannu Ala-Tuuhonen

TERÄSKUITUBETONIN KÄYTTÖ MAANVARAISISSA LAATOISSA

Kannattavuuden arviointi ja kilpailutilanne



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Myyntityön koulutusohjelma | Myynnin johtaminen

28.2.2011 | 94

Ohjaaja Jukka Rantala

Hannu Ala-Tuuhonen

TERÄSKUITUBETONIN KÄYTTÖ MAANVARAISISSA LAATOISSA

Sementtipohjaista betonia on käytetty rakentamisessa jo toista sataa vuotta. Teräsbetoni on yleisnimitys rakenteelle, jossa harjateräkset ja teräsverkot asennetaan muotin sisään. Betonilla täytettynä tästä muodostuu vahva ja kestävä rakenne. Teräskuitubetonilla voidaan osittain tai kokonaan korvata rakenteen raudoitukset, jolloin rakennusvaiheessa jää raudoitustyö kokonaan pois tai raudoituksen työmäärä vähenee oleellisesti.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Rudus Oy:n Länsi-Suomen alueyksikön toimeksiannosta teräskuitubetonin käyttöä maanvaraisissa laatoissa ja erityisesti asuinrakentamisessa. Tavoitteena oli tutkia myyntiargumentteja, myyntitapoja sekä myynnin kohderyhmiä Varsinais-Suomessa. Lopputyössä suoritettiin haastatteluja eri sidosryhmissä sekä tehtiin materiaali- ja työtuntilaskelmia. Näitten perusteella oli mahdollista päätellä, missä ovat teräskuitubetonin laajemman käytön esteet ja toisaalta millä argumenteilla tai myyntitavoilla tuotetta kannattaa tarjota.

Tutkimuksessa todettiin, että yksittäisessä asuinrakennuskohteessa ei saada suurta hyötyä teräskuitubetonin käytöllä. Lisäkustannuksia aiheutti ohuimpien maanvaraisten laattojen vaatima betonilisä, jolla estettiin laatan taipumaa. Tuotteen käyttö vapauttaa ammattimiehen resursseja raudoituksesta muihin tehtäviin. Säästöt jatkuvassa pientalotuotannossa sen sijaan olivat mahdollisia rakentamisen kokonaisajan lyhentyessä. Tämä muodosti tuotteen tärkeimmän myyntiargumentin. Jo alkaneissa rakennuskohteissa oli tutkitulla alueella mahdollista korvata normaali rauditus teräskuitubetonilla. Tämä sopi kaikille haastatelluille rakennusvalvontaviranomaisille. Kohderyhmäajattelu on erittäin tärkeää teräskuitubetonin myynnissä. Suunnittelijoilla on erittäin tärkeä rooli teräskuitubetonin myyntiprosessissa.

ASIASANAT:

betoni, betonointi, betonirakenteet, kannattavuus, kustannuslaskenta, myynti

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree in Sales | Sales Management

28.2.2011 | 94

Jukka Rantala

Hannu Ala-Tuuhonen

THE USAGE OF THE STEEL FIBRE REINFORCED CONCRETE IN GROUND SLAB

Concrete based on cement has been used for over one hundred years in building. Steel forced concrete is a term for a construction where rods and nets of steel are mounted inside a mold. Filled with concrete this builds up a strong and steady structure. It is possible to replace steel parts partly or totally with steel fiber reinforced concrete. This means a total or partial non-absence of the ironing work or the workload of the ironing is reducing essentially.

The aim in this study was to search the usage of steel fibre reinforced concrete in the ground slab and especially in house manufacturing. The commission was received from Rudus Oy's business unit in western Finland. The main goal was to research arguments in selling, the types of selling and the target groups in selling. Interviews were made in the different target groups and calculations of material and working hours. After these it was possible to come to a conclusion, where are the biggest barriers of the wider usage of the steel fibre reinforced concrete and on the other hand on what kind of arguments or ways of selling the product is worth selling.

As a result in this study it was noticed there been not a big financial advantage of using the fibre reinforced concrete in production of the residential buildings. Extra costs were caused by the addition of the concrete restraining the bending of the slab. The use of the product releases the resources of a skilled worker to other tasks. Therefore it was possible to attain savings in constant production because of the shortening construction period. This was the most important argument of the product in selling. At the proved district it was possible to replace the normal reinforcing with steel fibre reinforced concrete even if the construction has been started. This agreed all building officials interviewed. The target group thinking is very important in the selling of the steel fibre reinforced concrete. The construction engineers have a very important role in the selling process.

KEYWORDS: sales management, concrete, selling, construction, steel fibre reinforced concrete

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	7
2 TAUSTATIEDOT	8
2.1 Teräskuidun tekniset ominaisuudet	8
2.2 Käyttö maanvaraisissa rakenteissa	9
2.3 Kustannuslaskenta - hankekustannuslaskenta	10
2.4 Teräskuitubetoni vs. normaali raudoitekustannus	11
2.5 Laskentamenetelmien määrittely	11
2.6 Määrälaskenta rakennusteollisuudessa	16
2.7 Kilpaileva menetelmä	18
2.8 Teknisen myynnin periaate	19
3 CASE RUDUS OY	21
3.1 Lähtökohat	21
3.2 Tutkimuksen tekninen perusta	22
3.3 Kustannuslaskenta	23
3.4 Haastateltavat sidosryhmät	25
3.5 Haastattelujen kysymysrungot	27
3.5.1 Kysymykset rakennesuunnittelijalle:	27
3.5.2 Kysymykset rakennusliikkeelle:	28
3.5.3 Kysymykset rakennustarkastajille:	30
3.6 Pääkysymysten tulkinta	32
3.7 Kilpailutilanne paikallisilla markkinoilla	33
3.8 Kilpailijat	34
3.9 Tulokset	35
3.9.1 Haastattelujen tulkinta	35
3.9.2 Kustannuslaskenta	41
3.9.3 Kilpailijat ja kilpailutilanne	46
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	49
4.1 Tavoite vs. saadut tulokset	49
4.2 Työn ja menetelmien arviointi	51
4.3 Tutkimuksen luotettavuus	51
4.4 Toiminta- tai kehittämisehdotukset	51
4.5 Jatkokehittämisehdotukset, uudet tutkimusaiheet	52
LÄHTEET	53

LIITTEET

Liite 1. Rakennesuunnittelijan haastattelu	55
Liite 2. Rakennusvalvonnan haastattelut	59
Liite 3. Rakennusliikkeen haastattelu	63
Liite 4. Tavanomainen laatan raudoitus	65
Liite 5. ArcelorMittal:in teräskuitujen laskenta harkko-omakotitaloon	67
Liite 6. ArcelorMittalin teräskuitulaskenta pari- ja rivitalosta	79
Liite 7. Vertailuissa käytetty Exel -taulukko	91
Liite 8 Jatkuvan tuotannon esimerkki Yritys X Oy 35 taloa vuodessa	93

KUVAT

Kuva 1. Tyypillisiä teräskuituja.	9
Kuva 2. ArcelorMittal HE 1/50 Teräskuitu.	42

TAULUKOT

Taulukko 1. Määrälaskentapohja normaalille raudoitukselle.	24
Taulukko 2. Määrälaskentapohja teräskuitubetonille.	24
Taulukko 3. Vertailu harkko-omatitalo 290 m ² .	42
Taulukko 4. Vertailu rivitalo 624 m ² .	43
Taulukko 5. Vertailu paritaloyhtiö 1300 m ² .	44
Taulukko 6 Teräskuitubetonin kokonaishyöty vuodessa jatkuvassa tuotannossa	46

KUVIOT

Kuvio 1. Jaksollisten suoritusten diskonttaustekijä.	13
Kuvio 2. Jaksollisten suoritusten nykyarvo.	13
Kuvio 3. Investoinnin nettonykyarvon laskeminen.	14
Kuvio 4. Sisäisen korkokannan laskentakaava.	14
Kuvio 5. Takaisinmaksuajan laskentaperiaate	15
Kuvio 6. Kokonaistyöajan muodostuminen määrälaskennassa	17
Kuvio 7. Materiaalimenekikäsitteet määrälaskennassa.	18
Kuvio 8. Rudus Oy:n toimintaympäristö	21
Kuvio 9. Organisaatioitten välinen myynti	39
Kuvio 10. Teräskuitubetoni tuotteena ja palveluna.	48

KÄYTETYT LYHENTEET

BtoB	Lyhenne sanoista Business to Business. Suomennetuna yritykseltä yritykselle. Termi tarkoittaa esim. myyntiä, jossa yritys myy tuotteita tai palveluja toiselle yritykselle
IRR	Lyhenne sanoista Internal Rate of Return. Suomeksi sisäinen korkokanta. Käytetään kaavakomentona Excel ja Open Office Calc -ohjelmissa laskettaessa investoinnin sisäistä korkokantaa.
R -luku	Jäännösluokitusluku R kuvaa kuituraudoitetun betonin kestävyttä halkeilleessa tilassa. Raudoittamattoman betonin R-luku on nolla. R-luku 100 tarkoittaa plastista tilaa, jossa betoni haljenneena on yhtä luja kuin halkeilemattomana. Käytännössä R-luku on tavallisesti alueella 30-70.
K -arvo	Kovettuneen betonin lujuusluokka.

1 Johdanto

Opinnäytetyön lähtökohtana on lopputyöntekijän työnantajan Rudus Oy Länsi-Suomen alueyksikön toimeksianto. Rudus Oy:llä on tarve selvittää Varsinais-Suomen markkinoilla teräskuitubetonin käytön kannattavuutta käytännössä sekä tutkia tuotteen käytön kannattavuutta perinteisiin raudoitusmenetelmiin verrattuna. Opinnäytetyö toimii myös esiselvityksenä teräskuitubetonin ja siihen liittyvien palveluiden tuotteistamiselle.

Valmisbetoni on tuotantohyödyke ja monipuolisesti käytetty yli sata vuotta vanha rakennusmateriaali. Valmistusprosessissa käytettäviä raaka-aineita varastoidaan valmisbetonitehtaalla. Valmisbetonia ei voi valmistaa varastoon, vaan se sekoitetaan aina erä kerrallaan vastaamaan asiakkaan ja käyttökohteen laatuvaatimuksia.

Lisätäkseen tuotteen kilpailukykyä ja kehittääkseen uusia käyttökohteita sekä liiketoimintamahdollisuuksia on valmisbetoniteollisuudessa ja sitä palvelevassa teollisuudessa panostettu voimakkaasti tuotekehitykseen. Tavoitteena on tekninen johtajuus ja sen myötä parempi kilpailuetu markkinoilla. (Porter, 1988, s. 222). Tästä esimerkkinä on valmisbetoniin valmiiksi jo tehtaalla sekoitettavien kuitujen käyttö. Niiden tarkoituksena on muokata betonin rakenteellisia ominaisuuksia eri käyttötarkoituksiin sopiviksi. Valmisbetoniin voidaan sekoittaa sekä muovi- että teräskuitua. Tässä opinnäytetyössä keskitytään teräskuitubetoniin ja sen paikallisiin markkinamahdollisuuksiin korvata rakenneraudoitus maanvaraisissa rakenteissa.

Teräskuidun käytön perusteena ovat aina taloudelliset tekijät, joilla tuotteen käyttäjä hakee kilpailuetua: materiaalisäästöjä tai lyhyempää rakennusaikaa.

Rakennusalalla jonkun uuden tai normaalista poikkeavan menetelmän käytöllä tavoitellaan kustannussäästöjä tai parempaa teknistä ratkaisua. Sen lisäksi menetelmä tai tuote pitää olla hyväksytty alan standardien ja rakennusmääräysten perusteella. Tässä tutkimussuunnitelmassa haetaan teräskuitubetonin käytölle laajempaa näkökulmaa kustannus- ja investointilaskelmien avulla sekä tutkitaan eri sidosryhmiä. Teknisesti

teräskuitubetonia on tutkittu ja sitä on kehitetty vastaamaan normaalia raudoitettua rakennetta maanvaraisissa rakenteissa. Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, löytyykö pidemmälle viedyillä laskelmilla ja sidosryhmän haastatteluilla lisää teräskuitubetonin myyntiargumentteja tai myyntitapoja. Oletuksena on, että rakennusteollisuus tekee hankintapäätöksensä rationaalisin perustein. Jos arvioitava menetelmä on edullisempi kuin toinen ja teknisesti testattu ja hyväksytty, sitä voidaan käyttää. Edellytyksenä on kuitenkin se, että päätöksentekijä on tietoinen kaikista vaihtoehdoista ja pystyy tekemään ostopäätökset tämän tiedon perusteella.

2 Taustatiedot

2.1 Teräskuidun tekniset ominaisuudet

Teräskuitubetoniin sekoitetaan valmisbetonitehtaalla teräskuituja, joiden pituus on 25-60 mm ja halkaisija 0,4-1,05 mm. Teräskuidut parantavat betonin vetolujuutta, kuormien kestävyyttä ja murtokestävyyttä. Kuidut vähentävät myös betonin kutistuma- sekä halkeilutaipumusta. Teräskuituraudoituksella voidaan korvata maanvaraisen laatan normaali verkkoraidoitus. Teräskuitubetonia käytetään tyypillisesti maanvaraisissa laatoissa, pintalattioissa ja kelluvissa lattioissa. Betoniin sekoitettava teräskuitujen määrä on käytännössä 25...40 kg/m³. Laskelmat tehdään aina tapaus- ja kuitutyypikohtaisesti. Teräskuidun sekoittaminen aiheuttaa valmisbetonin sitkistymisen, minkä vuoksi betoni suositellaan tilattavaksi ns. tehonotkistettuna. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että normaaliin rakennebetoniin verrattuna teräskuitubetoni tehdään yhtä notkeusluokkaa löysempänä. (Rudus, Oy, 2010)

Teräskuitubetonilaatan mitoittamisen lähtötietoina tulee olla maanvaraisen laatan koko, alustaluku laatan alustan mukaan, käytettävän betonin vaatimukset esimerkiksi rasitusluokkien mukaan, mahdolliset kuormitukset ja niiden mahdolliset esiintymisalueet sekä laatan ympäristön olosuhteet. Mitoituksen

suunniteltavina parametreina ovat liikuntasaumajako, laatan paksuus, teräskuitujen jäännöslujuusluku $R_{10,20}$ ja betonin K-arvo. (Rudus, Oy, 2010)

Teräskuituraidoitettu maanvarainen laatta voidaan Betoniyhdistyksen normien mukaan mitoittaa halkeilemattomana kutistumasaumoilla, jolloin R on yhtäsuuri tai suurempi kuin 30. Saumattomassa rakenteessa R -luvun tulee olla suurempi kuin 50. Kuitubetonia valmistettaessa on noudatettava teräskuidun käyttöselosteessa annettuja mitoitusohjeita. Kuvassa 1 on tyypillisiä markkinoilla olevia teräskuituja. (Betoniyhdistys, Betonilattiat 2002 by 45, 2002)



Kuva 1. Tyypillisiä teräskuituja

2.2 Käyttö maanvaraisissa rakenteissa

Maanvaraisten lattiodien suunnittelu sivuutetaan pienemmissä kohteissa varsin usein käyttämällä tavanomaiseen raudoitettuun laattaan käytettyjä laatanpaksuuksia ja raudoituksia. Syynä tähän lienee se, ettei kyseessä ole kantava rakenne, jolloin suunnitteluun ei panosteta. Kun arviomitoitus on opittu perinteisellä raudoituksella, käytetään sitä mielellään myös kuitubetonilattioita mitoitettaessa. Tämä johtaa siihen, että valmisbetonin toimittajalta kysytään kuitutarjousta kohteeseen, jossa laatan paksuus ja kuitumäärä on jo valmiiksi annettu lähtötiedoissa. Tällöin varsinaista mitoitusta, jossa lasketaan kuormasta aiheutuva ja käyttökohteesta riippuva rasitus, ei ole tehty tai mitoituksen oletetaan olevan kuidusta riippumaton. Jokainen teräskuitutyyppi on kuitenkin oma tuote, jolla on omat teräskuidun fyysisistä ominaisuuksista riippuva mitoitusarvonsa. Esimerkiksi teräskuidun murtolujuuksissa saattaa olla yli 50 % ero eri tuotteiden välillä. Eri kuiduista valmistettu teräskuitubetoni ei siis ole yksi ja sama tuote, koska kuitujen laskennallinen määrä vaihtelee. Muutos teräskuidun määrässä vaikuttaa suoraan kokonaiskustannuksiin. Kun halutaan

saada aikaan hyvä kuitubetonilattia, tulee mitoitus aina tehdä kohteeseen käytettävällä kuidulla. Vaativammissa halli -tyyppisissä kohteissa ja suuremmilla kuormilla näin pääsääntöisesti toimitaankin. (Betoniyhdistys, Betoni 2004/8, 2004)

2.3 Kustannuslaskenta - hankekustannuslaskenta

Rakennushanke on aina kallis investointi. Hankkeen kannattavuutta ja taloudellisuutta arvioidaan määrittelemällä ja seuraamalla hankintakustannuksia, käyttö- ja ylläpitokustannuksia sekä investoinnista saatavia tuottoja. Kustannusten hallinta voidaan jakaa kahteen periaatteeseen: arviointimenettelyyn tai ohjausmenettelyyn. Arviointimenettelyssä kustannuksia arvioidaan jatkuvalla prosessilla, joka muuttuu jatkuvasti rakennushankkeesta saatavan tiedon lisääntyessä. Kustannusarvion tarkkuus kasvaa hankkeen suunnittelun edetessä. Ohjausmenettelyssä hankkeen omistaja laatii rakennuskohteelle hankeohjelman ja laatii sen perusteella tavoitehinnan ja ohjaa suunnittelua tavoitteenaan välttää tavoitehinnan ylitys. Osaohjelman kustannuskaton lähestyminen aiheuttaa aina uuden valintatilanteen, jossa joudutaan muuttamaan suunnitelmia. Rakennuttamisratkaisujen kustannuserot syntyvät erilaisista tuotantoratkaisuista, joitten taustalla on erilaiset hankinnat, työmaatekniset ratkaisut sekä erot työmaaohjauksen tehokkuudessa. Muita kustannuseroja aiheuttavia hintatekijöitä ovat lisäksi suhdannetilanne sekä paikalliset, alueelliset ja yrityskohtaiset tekijät. (Kankainen;Urpola;& Vuorela, 2001)

Hankekustannuslaskennan osalta opinnäytetyössä keskitytään vaihtoehtoisten kustannusarvioitten laatimiseen, jolloin maanvaraisten laattojen rakentamiskustannuksia vertaillaan standardikustannuslaskennan avulla. Opinnäytetyössä pyritään kustannuslaskennalla löytämään tietoa myös siitä, mikä merkitys rakennuttajalle on rakennushankkeen nopeutuvalla valmistumisaikataululla ja vapautuvalla käyttöpääomalla. Tarkastelu perustuu loogiseen ajatukseen siitä, että korvaamalla työvaihe materiaalilla, joka jo sisältää työtä, saadaan aina työaikasäästöjä aikaan.

2.4 Teräskuitubetoni vs. normaali raudoitekustannus

Kustannuslaskennan avulla tarkastellaan teräskuitubetonin kannattavuutta asuinrakentamisessa verrattuna normaaliin raudoitettuun rakenteeseen. Kustannusarviolaskennassa laaditaan määräluettelo, joka sisältää rakennusosien nimikekuvaukset, määrät ja yksiköt. Määräluettelon perusteella voidaan laskea erot normaalin raudoituksen ja teräskuitubetonin käytölle. Määräluettelosta saadaan laskettua työaika normaalille raudoitukselle sekä raudoitteen määrä kiloina. Vastaavasti saadaan vaihtoehtoisesta määräluettelosta laskettua myös teräskuitubetoniin käytettävän teräskuidun kilomäärä betonikuutiota kohti.

2.5 Laskentamenetelmien määrittely

Kustannusarviolaskennassa lähdetään liikkeelle oletuksesta, jossa oletusarvona on työajansäästö käytettäessä teräskuitubetonia korvaamaan normaali raudoitettu rakenne. Määrälaskennan perusteella saadaan tietoa vaihtoehtojen työaikaeroista. Käytännössä voidaan olettaa, että mitä suurempi laatta, sitä suurempi on työaikaero. Tämä oletama saadaan selville opinnäytetyön kustannuslaskennan avulla. Laskentamenetelmillä pitää pystyä määrittelemään, mikä vaikutus on yhden työvaiheen poisjäännillä tai oleellisella lyhentymisellä. Käytettävät laskentamenetelmät pitää valita sillä perusteella, että niitten avulla voidaan helposti tarkastella nopeutuvan rakennusaikataulun vaikutusta. Tällöin oletetaan, että nopeutuvalla aikataululla on taloudellista merkitystä rakennushankkeelle. Nopeutuva aikataulu lyhentää suoraan koko hankkeen valmistumisaikataulua ja vapauttaa rakennustuotannon resursseja, kuten työvoimaa, koneita ja laitteita.

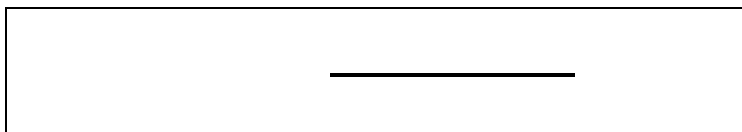
Normaalisti arvioitaessa jonkin menetelmän tai investoinnin edullisuutta tai etuja ja hyötyjä asiakkaalle voidaan kustannuslaskennassa käyttää esimerkiksi nykyarvomenetelmää, sisäisen koron menetelmää, takaisinmaksuajan menetelmää, diskontatun takaisinmaksuajan menetelmää tai laskennallisen keskikoron menetelmää. Näillä voidaan laskea ja tarkastella investoinnin taloudellisia vaikutuksia. Normaalista investoinnista odotetaan tulevan

kassavirtaa ja tuottoja pitemmän ajan kuluessa ja tällöin rahan aika-arvolla on suuri merkitys laskennassa. (Jormakka;Koivusalo;Lappalainen;& Niskanen, 2009, s. 227)

Rakennushankkeen sisäisenä laskentana tehtävät hankintapäätökset ja eri vaihtoehtojen vertailut poikkeavat kuitenkin normaalista kustannuslaskennasta, koska rakennusprojektissa ei voida normaalisti olettaa, että jokin hankkeen perusrakenteisiin sisältyvä vaihtoehtojen tarkastelu ja ostopäätös aiheuttaisi sinällään kassavirtaa tai tuloja. Projektissa tapahtuvilla investointien vertailuilla haetaan joko kustannussäästöjä tai esimerkiksi panostuksella johonkin tiettyyn menetelmään, voidaan lyhentää projektin kokonaisaikaa. Vertailulaskelmissa ja menetelmien arvioinnissa on kysymys siitä, millä menetelmällä voidaan parhaiten arvioida lyhentyneitä rakennusaikaa ja kustannusmuutosten kokonaisvaikutuksia. Tällöin voidaan olettaa, että jatkuvassa tuotannossa saadaan vapautuvalle pääomalle aina tuottoa nopeutuvan kassavirran ansiosta. Haettaessa tuotteelle laskentamenetelmien avulla taloudellisia myyntiargumentteja, pitää käytetyn menetelmän olla asiakkaan helposti ymmärrettävä ja ennen kaikkea myyntitilanteessa helposti käytettävä. Seuravassa on kuvattu lyhyesti muutamia yleisesti investointilaskennassa käytettäviä perusmenetelmiä sekä laskentamenetelmä vapautuvan käyttöpääoman korkohyödyn laskemiselle.

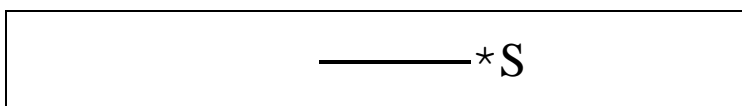
Nykyarvomenetelmä

Lyhentyvän rakennusaikataulun taloudellisten vaikutusten selvittämisessä voidaan valita laskentamenetelmäksi nykyarvomenetelmä. Sen avulla voidaan teoreettisesti tarkastella vapautuvaa käyttöpääomaa. Nykyarvon laskemista kutsutaan diskonttaukseksi. Diskonttausta tarvitaan silloin, kun halutaan tietää tulevaisuuden sijoituksen nykyarvo. Diskonttauksella selvitetään myös alkuperäisen pääoman määrä. Laskennan avulla saadaan selville nykyhetken arvo rakennuskohteen tuotoille ja kustannuksille. Tällöin voidaan käyttää hyväksi jaksollisten suoritusten diskonttaustekijää, joka on esitetty kuviossa 1. (Alhola & Lauslahti, 2002, s. 168)



Kuvio 1. Jaksollisten suoritusten diskonttaustekijä

Kaavan symbolissa ($a_{n/i}$) n kuvaa aikaa ja i korkokantaa. Kun tekijä kerrotaan investoinnin pitoaikana kertyvillä tuotoilla, saadaan näiden tuottojen nykyarvo ($= s$). Kun vuosittaisia tuottoja merkitään laskelmassa S :llä saadaan kuviossa 2 kuvattu kaava. (Alhola & Lauslahti, 2002, s. 169)



Kuvio 2. Jaksollisten suoritusten nykyarvo

Nettonykyarvo

Nettonykyarvoa pidetään teoreettisesti arvioiden kaikkein suositeltavimpana laskentamenetelmä. Menetelmässä kassaan maksettavat ja kassasta maksettavat diskontataan investointihetkeen. Juoksevat tulot ja menot lasketaan investointihetken nykyarvoiksi diskonttausmenetelmällä ja lasketaan yhteen. Lisäksi summaan lisätään nykyarvoon diskontattu jäännösarvo, jos sellainen on olemassa. Summasta vähennetään investoinnin hankintameno ja näin muodostuu investoinnin nettonykyarvo. Jos nettonykyarvo on positiivinen, on investointi kannattattava. Jos vertaillaan eri investointivaihtoehtoja, kannattavimmaksi tulee investointi, jonka nettonykyarvo on suurin. Nettonykyarvossa on periaate, jossa oletetaan tulevien vuosien tuottojen arvojen olevan pienempiä nyt kuin tulevaisuudessa. Mikäli tuotot olisivat syntyneet aikaisemmin, rahat olisi voinut sijoittaa tuottavasti. Jos taas kustannukset olisivat syntyneet nyt, yrityksen olisi pitänyt esimerkiksi lainata korollista rahaa. (Jormakka;Koivusalo;Lappalainen;& Niskanen, 2009, ss. 230,231)

$$\text{---} + \text{---} -$$

Kuvio 3. Investoinnin nettonykyarvon laskeminen

Kuviossa 3 on kuvattu investoinnin nettonykyarvon laskeminen (Jormakka;Koivusalo;Lappalainen;& Niskanen, 2009, s. 230). Kaavassa NPV tarkoittaa nettonykyarvoa, NCF nettokassavirtaa, I_0 alkuinvestointia, investoinnin jäännösarvoa, n investoinnin pitoaikaa vuosina, t aikaa ja r diskonttokorkoa. Käytännön laskentaa ja vertailevaa arviointia on kätevintä tehdä joko Excel -ohjelmassa käyttämällä sisäistä NNA -funktiota tai Open Office Calc:in vastaavaa NPV -funktiota. (Jormakka;Koivusalo;Lappalainen;& Niskanen, 2009, s. 230)

Sisäisen koron menetelmä

Sisäinen korkokanta voidaan lyhyesti määritellä niin, että investoinnin tiettyyn vertailuajankohtaan diskontatut tulot ja menot ovat yhtä suuret. Sisäinen korkokanta voidaan laskea samoilla kaavoilla kuin nykyarvo. Menetelmässä ratkaistaan yhtälön korko, ei nykyarvoa. Koron täsmällinen täsmällinen selvittäminen on matemaattisesti vaikeaa. Se voidaan laskea nettonykyarvolla asettamalla nettonykyarvon tavoitteeksi nolla. Kuviossa 4 on laskennan periaate. (Jormakka;Koivusalo;Lappalainen;& Niskanen, 2009, s. 233)

$$\text{---} \quad \text{---} \quad I_0 = 0$$

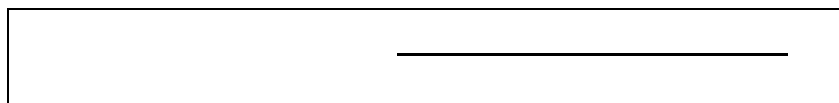
Kuvio 4. Sisäisen korkokannan laskentakaava

Kaavassa NCF tarkoittaa nettokassavirtaa, I_0 alkuinvestointia, investoinnin jäännösarvoa, n investoinnin pitoaikaa vuosina, t aikaa ja r diskonttokorkoa. Käytännössä myös sisäinen korko on helpointa laskea Excel- tai Open Office -ohjelmalla käyttäen IRR (Internal Rate of Return)-komentoa. Eri investointeja

verrattaessa kannattavin on se, jonka sisäinen korkokanta on suurin. (Jormakka;Koivusalo;Lappalainen;& Niskanen, 2009, s. 233)

Takaisinmaksuajan menetelmä

Menetelmässä haetaan tietoa siitä, missä ajassa investointiin yhteenlasketut nettotuotot ylittävät investoinnin peruskustannuksen. Se on yksinkertainen ja helppo menetelmä arvioida investointia. (Jormakka;Koivusalo;Lappalainen;& Niskanen, 2009, s. 235)

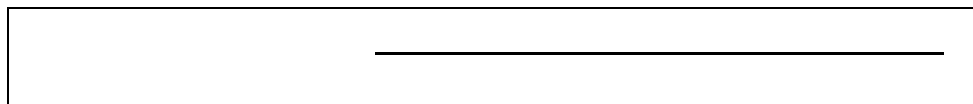


Kuvio 5. Takaisinmaksuajan laskentaperiaate

Menetelmä ei ota lainkaan huomioon rahan aika-arvoa tai korkoa. Myöskään takaisinmaksuajan hyväksyttävää arvoa ei ole määritelty virallisesti. Myyntityöhön ja tuotteen ominaisuuksien argumentointiin liitetynä takaisinmaksuaika riippuu yleensä myytävästä tuotteesta, toimialasta sekä asiakkaan saamista taloudellisista hyödyistä tai säästöistä. (Jormakka;Koivusalo;Lappalainen;& Niskanen, 2009, s. 235)

Diskontatun takaisinmaksuajan menetelmä

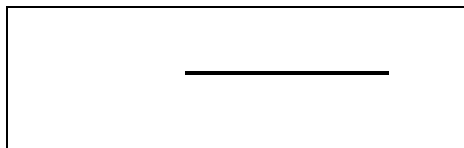
Takaisinmaksuajanmenetelmää on kehitetty edelleen, jolloin koron huomioiminen on mahdollista käyttämällä diskonttaustekijää. Tällöin vuotuiset nettotuotot diskontataan investointihetkeen ja niitä verrataan investointikustannukseen. Näin saadaan laskettua investoinnin takaisinmaksuaika niin, että korko on huomioitu. Ainoaksi tuntemattomaksi tekijäksi jää aika. (Alhola & Lauslahti, 2002, s. 177)



Kuvio 6. Diskontatun takaisinmaksuajan periaate

Aikaistetun tulon korkovaikutus

Tässä menetelmässä lasketaan yksinkertaisesti päiväkohtaista korkoa vapautuvalle pääomalle. Kaava on kuvattu kuviossa 7. (Opetushallitus, 2010)



Kuvio 7. Koron laskeminen ajan perusteella

Kaavassa R on korkosumma, k on korko, p on pääoma, jolle korkoa lasketaan ja t tarkoittaa korkopäiviä. Menetelmä on yksinkertainen tapa laskea vapautuvalle käyttöpääomalle arvo, kun aika-arvo eli työajan lyhentyminen on tiedossa.

2.6 Määrälaskenta rakennusteollisuudessa

Kannattavuuden ja kustannuslaskennan lähtötietoihin tarvitaan todellista tietoa työn ja materiaalien määristä. Rakennusteollisuudessa käytetään yleisesti työtuntien ja materiaalimenekkien laskennalliseen arviointiin Talonrakennusteollisuus ry:n ja Rakennustietosäätiön määrittelemiä ja ylläpitämiä normeja. Työ- ja materiaalimenekkitietojen pohjana on Ratu -tiedosto, joka pohjautuu hyvään rakennustapaan. Ratu -tutkimuksen tuloksina on jo 1970 -luvulta alkaen tuotettu tietoa ja työmenetelmäkuvauksia sekä niihin perustuvia menekkitietoja. Työmenekkitiedot perustuvat työmaiden todellisiin toteutumatietoihin. Lähtötiedoiksi on kerätty tietoja rakenteilla olevista tai valmistuneista kohteista. Järjestelmää ylläpidetään keräämällä tietoa jokaista tutkittavaa työvaihetta kohden vuosittain vähintään kymmenestä eri työmaasta. Aineiston avulla testataan ja korjataan laadittua standardiaikajärjestelmää siten, että järjestelmä vastaa vähintään $\pm 10\%$ tarkkuudella toteutuneita tietoja. Testatun standardijärjestelmän pohjalta ylläpidetään Ratu -tiedostoja ja menekikortteja. Menekikorteissa on kuvattu tiettyyn työhön kuluva työaika ja materiaalimenekkiä. Suuri aineisto takaa sen, että tieto kattaa töihin liittyvien erojen vaikutukset ja julkaistut työmenekkitiedot vastaavat todellisuutta.

Kuviossa 6 on kuvattu sitä, miten kokonaistyöaika muodostuu määrälaskennassa. (Rakennustieto Oy, 2010, s. 5)

Perusaika T1	Menetelmän lisäaika TL1	Työvuoron lisäaika TL2 Alle 1,0 tunnin keskeytykset	Pelivarat TL3-aika
Menetelmäaika T2			
Tehollinen aika (työvuoroaika) T3		Pienet erilliset työvaiheet (T3p) ja työehtosopi- muksen mu- kaiset tauot	
Kokonaisaika (työnvaiheaika) T4			

Kuvio 6. Kokonaistyöajan muodostuminen

Tehollinen aika, työvuoroaika on merkitty koodilla T3, jota käytetään työmenekkitiedon ilmoittamiseen. T3 -ajat ovat tavoitteellisia työmenekkejä, jotka eivät sisällä yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä. Tehollista aikaa käytetään rakentamisvaiheaikatauluja, viikkoaikatauluja ja tehtäväsuunnitelmia laadittaessa. Koodi T4 on kokonaisaika eli työnvaiheaika, joka sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, myös tunnin mittaiset ja pidemmät työskentelyn keskeytykset. Kokonaisaikaa käytetään kustannusten arvioimiseen ja yleisaikataulujen laadintaan. Kokonaisajat saadaan kertomalla työvuoroajat TL3 -kertomalla. TL3 -kerroin on ilmoitettu kunkin työlajin yhteydessä. Työvaiheen lisäajat on merkitty koodilla TL3. Ne ovat vähintään tunnin pituisia työn keskeytyksiä, pieniä erillisiä työvaiheita tai koneiden ja laitteiden rikkoutumisia tai huoltoja, odotusaikoja, säähaittoja, tapaturmia tms. TL3 -kerroin vaihtelee 1,10...1,30 työlajista riippuen. (Rakennustieto Oy, 2010, s. 8)

Määrälaskennan standardien määrittelyä varten tarvitaan laskennallisen työajan lisäksi tietoa siitä, miten paljon työkohteeseen on kulunut raaka-aineita. Vastaavasti tarvitaan laskennassa myös tuotantopanosten hinnat. Näin voidaan rakentaa seuraava malli:

Standardi = (Ajankäyttö x Työn hinta) + (Materiaalimenekki x Materiaalin hinta)

Vertaamalla kahta määriteltyä standardia toisiinsa saadaan laskettua eri menetelmien kustannukset. (Alhola & Lauslahti, 2002) Rakennusteollisuudessa käytetty työmaan teoreettinen materiaalimenekki lasketaan kuviossa 7 esitetyn mallin mukaisesti.

Teoreettinen menekki M2	Menetelmällisiä ML2	Työnvaihelisiä ML3	Työmaalisia ML4
Menetelmämenekki M3			
Työnvaihemenekki M4			
Työmaamenekki M5			

Kuvio 7. Materiaalimenekki-käsitteet määrälaskennassa

Teoreettinen materiaalimenekki M2 tarkoittaa suunnitelmien mukaista materiaalimenekkiä määrälaskentaohjeen mukaisesti laskettuna. Materiaalihukka koostuu menetelmällisestä ML2, työnvaihelisestä ML3 sekä työmaalisesta ML4. Menetelmällisiä tarkoittaa työmenetelmästä johtuvia pieniä hukkapaloja, joille ei löydy käyttöä työmaalla. Työnvaihelisiä ovat mm. suurehkot materiaalien hukkapalat, joille tulisi löytää työmaalla käyttöä tai esimerkiksi liian suuret materiaalipaksuudet. Työmaalisia aiheutuu materiaalien puutteellisesta varastoinnista tai huolimattomista ja suunnittelemattomista siirroista, jotka johtavat materiaalien rikkoutumiseen, kastumiseen, katoamiseen tai materiaalien käyttöön muuhun tarkoitukseen. Kokonaishukka ML5 on eri materiaalihukkien summa. Menekkitietojen avulla voidaan tutkia eri työmenetelmien, materiaalivaihtoehtojen ja tuotantotapojen vaikutuksia työkokonaisuuden keston ja kustannuksiin. (Rakennustieto Oy, 2010, s. 9)

2.7 Kilpaileva menetelmä

Teräskuitubetonin kilpaileva menetelmä on maanvaraisen laatan raudoitus normaaleilla betoniteräksillä ja -verkoilla. Määrälaskennassa käytetty vertailtava

menetelmä sisältää useita työvaiheita, joissa työtunnit määritellään eri työvaiheitten työmenekkitietoina raudoitukseen käytettyjen teräskilojen perusteella.

Maanvaraisen laatan työvaiheet kokonaisuudessaan ovat seuraavat:

- Muotitus
- Raudoitteiden esivalmistus
- Raudoitus
- Betonointi
- Muottien purku

Tavanomaisen raudoituksen päätyövaiheet on kuvattu liitteessä 1. Käytännössä työvaiheet ovat täysin samat missä tahansa muotitusta vaativassa betonointityössä. Tarvittaessa raudoitteet voidaan toimittaa työmaalle myös täysin valmiiksi katkottuna ja väännettynä, mikäli työ tilataan ulkopuoliselta raudoitusliikkeeltä. Muotitus ja muottien purku jäävät työvaiheina pois, jos maanvarainen laatta valetaan valmiin sokkelin sisään. Tällöin sokkeli toimii muottina. (Rakennustieto Oy, 2004)

2.8 Teknisen myynnin periaate

Maanvaraisia teräskuitulattioita ei voi ostaa varastoon. Rakennushankkeita suunnitellaan kaavoitusprosessien ja lupamenettelyjen vuoksi jopa useita vuosia. On tärkeää, että kaikki myynnin kohderyhmät ja päättäjät saavat ajantasaista tietoa teräskuitubetonista ja siihen liittyvistä tuotekehityshankkeista. Tämä antaa mahdollisuuden kilpailla teräskuiturakenteitten rakennusosakaupassa. Tällöin pitää myyjillä ja myynnin johdolla olla selvillä ostavan organisaation työnjako ostoprosessissa. Työnjako voidaan jakaa seitsemään rooliin: aloitteentekijät (initiators), käyttäjät (users), vaikuttajat (influencers), päättäjät (deciders), hyväksyjät (approvers), ostajat (buyers) ja portinvartijat (gatekeepers). (Tanner;Honeycutt Jr.;& Erffmeyer, 2009, s. 93)

- Aloitteentekijä on hankinnan alkuunpanija, tarpeen havaitsija
- Käyttäjä käyttää tuotetta tai palvelua.

- Vaikuttaja tuo päätöksentekoon asiantuntijuutta ja organisaatiolle vaihtoehtoisia ratkaisuja.
- Päätäjä tekee päätöksen tuotteen tai palvelun hankinnasta.
- Hyväksyjä antaa siunauksensa ostoprosessiin osallistuvien ehdotukselle.
- Ostaja hankkii tuotteen valitsee toimittajan ja määrittelee kauppaehdot.
- Portinvartija voi rajoittaa muille kulkeutuvaa tietoa.

Edellämainitussa lähdekirjassa Tanner;Honeycutt Jr.;& Erffmeyer nimeävät edellämainitut roolit henkilöiksi, jotka tekevät päätöksiä ja ehdotuksia roolimalliensa mukaisesti. Viesti määräytyy myytävän tuotteen tai palvelun mukaan. Tuotteistamisen periaate kiteytyy teoriaan ydintuotteesta ja sen ympärille koostuvista laajennetun tuotteen tarvitsemista toiminnoista. Ominaisuuksien ja palvelujen keskellä tuotteen ytimessä on se etu tai hyöty, jota asiakas on ostamassa. Se vastaa myös kysymyksiin, mitä asiakas todella haluaa ja millä perusteilla hänen valmis ostamaan tuotteen. (Kotler & Armstrong, 2006, s. 234)

3 Case Rudus Oy

3.1 Lähtökohat



Kuvio 8. Rudus Oy:n toimintaympäristö

Opinnäytetyön lähtökohtana on Rudus Oy:n toimintaympäristö, joka kuvaa yleisesti rakennusalan eri toimijoita. Kokonaisuuden muodostavat rakennesuunnittelijat, rakennusliikkeet (asiakkaat) sekä tavarantoimittajat tai valmistajat. Rudus Oy:n toimintaa tuotetasolla ohjaavat tiukat betonialan normit ja ohjeet, joitten taustalla on suuri määrä tutkimus- ja kehitystyötä. Rakennusalan teknillisessä koulutuksessa opetetaan näitä asioita tuleville insinööreille ja rakennusmestareille. Kuvio 8 kuvaa sitä, mikä on valmisbetoniliiketoiminnan toimintaympäristö ja sen perusteella voidaan hakea ne kohderyhmät, joita tutkimalla saadaan selville, mitkä seikat vaikuttavat ostopäätöksiin ja alan kehittymiseen. Toimintaympäristö on hyvin kilpailtu - yksittäisen valmisbetonitoimittajan on vaikea erottua kilpailijoistaan, koska normit ja määräykset ohjaavat liiketoimintaa. Tuotteet ovat yhdenmukaisia. Kokonaisuus on sekä tekninen, että taloudellinen. Ennen taloudellisia

hankintapäätöksiä ja kilpailutusta on kohde suunniteltava ja arvioitava tekniset ratkaisut suhteessa käytettäviin normeihin. Normien noudattaminen on edellytys sille, että rakennusvalvontaviranomainen myöntää hankkeelle rakennusluvan. Normien ja määräysten noudattamista valvotaan jatkuvasti tarkastusmenettelyillä hankkeen edetessä.

Malli toimii myös kaksitasoisena kuvaajana valmisbetonitoimialalle. Päällimmäisenä ovat varsinaiset toimijat: valmisbetonitoimittajat, loppuasiakkaat, suunnittelijat ja rakennusvalvonta. Taustalla on suuri määrä tietoa: alan normit, määräykset, kirjallisuus, tavarantoimittajat, mitoituspalvelut sekä rakennusalan koulutus. Kaikki linkittyvät tavalla tai toisella toisiinsa. Uusien tuotteitten ja menetelmien on oltava testattuja ja hyväksytyjä ennen kuin niitä voidaan tarjota asiakkaille.

3.2 Tutkimuksen tekninen perusta

Rudus Oy:n sisäisenä ohjeena on 10.5.2010 julkaistu Teräskuitubetonin suunnitteluohje. Tavoitteena on ollut antaa rakennesuunnittelijoille tietoa teräskuitubetonista, sen toimivuudesta maanvaraisissa lattioissa ja paalulaatoissa sekä avata teräskuitubetonin suunnittelutaustaa näissä rakenteissa. Julkaisussa on esitetty suuntaa antava alustava mitoituslähestymistapa (virtuaalikuituperiaate), jolla rakennesuunnittelija saa laskettua rakenteen kuitumäärän 10 - 20 % tarkkuudella. Mitoitusohjeet on tehty niin, ettei kuitumäärää tarvitse jälkikäteen oleellisesti lisätä. Tarkka mitoitus tullaan vielä jatkossa tekemään kuitutyypin ja siihen liittyvän ohjeistuksen sekä taustastandardin yms. mukaan. Ohje antaa kuitenkin suunnittelijalle perustiedot kuitubetonista. (Rudus Oy, 2010)

Syynä suunnitteluohjeen julkaisuun on se, ettei Euroopassa ole toistaiseksi Eurokoodi-tasoista kuitubetonin suunnitteluohjetta. Eurokoodi tarkoittaa tässä yhteydessä projektia, jossa rakennusteollisuus, ympäristöministeriö ja toimialaorganisaatiot ovat koonneet yhteisiksi ja kansallisiksi määritellyjä suunnittelunormeja eri suunnittelualoille, kuten teräs-, puu-, liito-, ja betonirakenteille. (Rakennusteollisuus ry ym., 2010)

Tällä hetkellä käytössä on erilaisia standardeja, joilla määritetään kuitubetonin ominaisuudet haljenneena. Standardien erot ovat kuitenkin niin pieniä, että ne mahtuvat alustavaan suunnitteluun tarkoitettun ohjeen raamiin. Tässä ohjeessa on käytetty amerikkalaista standardia ASTM C1018-97. (Rudus Oy, 2010)

Suunnitteluohje tullaan julkaisemaan vuoden 2011 alkupuolella Suomen Betoniyhdistyksen yleisenä ohjeena. Ohje on tehty työryhmässä valmisbetoniteollisuuden yhteistyönä. Julkaisussa on lähtökohtana ollut varastotilojen, teollisuushallien ja pysäköintihallien maanvaraisten lattioiden suunnittelu ja mitoitus teräskuidulle. Tätä ohjetta on tässä opinnäytetyössä sovellettu koskemaan myös asuinrakennusten maanvaraisia rakenteita. Mitoituslaskelmat ja kuitumäärät on sen lisäksi tarkistettu Rudus Oy:n teräskuidun sopimustoimittajalla ArcelorMittal:illa (Liite 2). (Manninen, 2010)

3.3 Kustannuslaskenta

Kustannuslaskennassa lähdetään liikkeelle kustannusrakenteista ja standardeista päätyen kokonaiskustannusvertailun kautta vertailulaskelmiin, Tutkimuksessa määritellään kolme erikokoista teoreettista rakennuskohdetta, joita verrataan toisiinsa. Taustalla on tietoa rakennusalan standardeista ja työkohteitten laskentamenetelmistä. Tutkimustietoa saadaan vertaamalla maanvaraisten laattojen materiaalimenekkejä ja työmääriä kahdella menetelmällä laskettuna - teräskuitubetonilla ja normaalilla rakenneraudoituksella. Laskentakohteet valitaan seuraavasti:

- Harkkotalo 290 m² 1,5 kerrosta,
maanvaraisen laatan koko 200 m²
- Paritaloyhtiö 1300 m², 5 taloa, 2 kerrosta
maanvaraisten laattojen koko 625 m²
- Rivitalo 5 asuntoa 624 m²,
maanvaraisen laatan koko 614 m²

Kustannuslaskelmissa käytetään pohjatietojen syötössä seuraavia taulukoita. Taulukkoa 1 käytetään normaalin raudoituksen laskentaan ja taulukkoa 2 teräskuitubetonilla tehtävän maanvaraisen laatan laskentaan.

Taulukko 1. Määrälaskentapohja normaalille raudoitukselle

Materiaalit	Määrä	yks.	Hinta	yks.	Yhteensä
Eriste 100 mm EPS R					
Raudoitusverkko B500 K					
Liikunta- ja työsaumat					
Muut tarvikkeet					
Betoni K30-2					
Työmäärät					
Eristelevyjen asennus					
Raudoiteverkon asennus					
Saumojen asennus					
Muu raudoitus					
Betonointi					

Taulukko 2. Määrälaskentapohja teräskuitubetonille

Materiaalit	Määrä	yks.	Hinta	yks.	Yhteensä
Eriste 100 mm EPS R					
Lisäraudoitteet					
Muut tarvikkeet					
Teräskuitubetoni K30-2					
Työmäärät					
Eristelevyjen asennus					
Lisäraudoitteet, tarvikkeet					
Saumojen asennus					
Betonointi					

Laskennan perustiedot haetaan Rakennustieto Oy:n KlaraNet -palvelusta. KlaraNet -palvelu on internet -pohjainen rakennusprojektien kustannuslaskentaan tarkoitettu ohjelmisto, jonka on valmistanut espoolainen Mittaviiva Oy. Lähtötiedot saadaan Rakennustiedon lähteistä siten, että työajat lasketaan Ratu -normien mukaisesti ja materiaalit sähköisesti RakennustietoOy:n Rakentajan Kalenterista. KlaraNet on yleisesti käytössä rakennusprojektien kustannuslaskennan pohjana ympäri Suomen. Lisenssejä on tällä hetkellä käytössä noin 750 kappaletta. RakennustietoOy ylläpitää Ratu -tiedostoja ja Rakentajan Kalenterin työaika ja hintatietoja jatkuvalla prosessilla. Siksi niitten hyödyntäminen ja käyttäminen tässä tutkimuksessa on perusteltua ja antaa riittävän tarkat kustannusarvotiedot laskennan pohjaksi. (Palolahti, 2011)

3.4 Haastateltavat sidosryhmät

Haastateltavat sidosryhmät saadaan määriteltyä suoraan Rudus Oy:n toimintaympäristön avulla. Tutkimuksen tavoitteena on löytää kysymysten ja analyysien kautta tietoa siihen, mitkä tekijät vaikuttavat rakennusprojektien menetelmävalintoihin ja mikä on tai minkä pitäisi olla teräskuitubetonin myynnin varsinainen kohderyhmä. Haastattelujen kohderyhmänä ovat rakennusliikkeet, rakennesuunnittelijat ja rakennusvalvontaviranomaiset.

Teräskuidun käytön taustalla on aina **rakennesuunnittelijan** toteama tarve. Rakennuskohteessa on rakenteita, joissa normaalin raudoituksen sijaan on perusteltua käyttää teräskuitubetonia. Syynä voi olla hankala muoto, ahtaus tai kohteen vaativuus, joka hankaloittaa raudoituksen tekemistä. Valinta voi olla myös puhtaasti kustannuskysymys. Tutkimuksessa haastatellaan satunnaisesti valittua rakennesuunnittelijaa, jonka tiedetään suunnittelevan kustannuslaskennan kohteena olevia omakoti-, pari- tai rivitaloja. Haastateltavaksi rakennesuunnittelijaksi valittiin Narmaplan Oy:stä insinööri

Mikko Siren. Narmaplan Oy suunnittelee kaikille turkulaisille rakennusliikkeille asuinrakennuksia sekä teollisuuskohteita.

Käytännössä harva **rakennusliike** käyttää suoraan teräskuitubetonia, vaan hyväksyy aina suunnittelijan näkemykset. Projektin aliorakoitsija taas saattaa olla hyvinkin kiinnostunut työmenetelmistä ja materiaaleista, joilla saadaan säästöjä aikaan. Toimeksiannon perusteella on mielenkiintoista tutkia, onko tämäntyyppinen dialogi rakennusliikkeen ja rakennesuunnittelijan välillä mahdollista. Onko rakennusliike altis suunnittelijan ajatuksille vaihtoehtoisista menetelmistä? Jos taas rakennusliike saa markkinoilta idean tuotteen käyttöön, miten suunnittelija asiaan suhtautuu? Rakennusalan yleisiin sopimusehtoihin viitaten voi pääurakoitsija rakennuttajan valvojan hyväksynnällä vaihtaa menetelmän ja materiaalin toiseen vastaavaan. Jos normaali raudoitettu rakenne vaihdetaan teräskuitutoimitukseen, haetaan aina hyväksyntä kohteen rakennesuunnittelijalta ja rakennustarkastajalta. Tässä tapauksessa haetaan haastateltavaksi rakennusliikkeitä, jotka ovat toteuttaneet yhden tai useamman samantyyppisen rakennuskohteen, kuin laskentatutkimuksessa oli määritelty. Haastateltavaksi valittiin Jatrax Oy:stä toimitusjohtaja Tommi Alipirjelä. Jatrax Oy tekee jatkuvalla tuotannolla asuinrakennuksia, lähinnä omakoti-, pari-, ja rivitaloja.

Rakennusvalvontaviranomainen valvoo rakennusmääräysten ja eri normien noudattamista. Normaalisti rakennuskohteissa järjestetään raudoituskatselmus, jossa rakennustarkastaja hyväksyy raudoitetun rakenteen ennen betonivalun alkamista. Periaatteessa teräskuitubetonia käytettäessä voidaan raudoitustarkastus jättää kokonaan väliin, mikäli kyseessä on rakenne, johon ei tule kantavia pilareita tai muureja laatan päälle. Työmaakäynnin sijasta rakennustarkastaja voi tyytyä tarkistamaan ja hyväksymään laatan teräskuidun mitoituslaskelmat ja kuidun annostuksen. Lopputyössä haastatellaan Turun ja Kaarinan kaupungin rakennustarkastajia. Tällöin saadaan riittävä kuva tilanteesta toimeksiantajan päämarkkina-alueella Varsinais-Suomessa.

3.5 Haastattelujen kysymysrungot

3.5.1 Kysymykset rakennesuunnittelijalle:

1. Miten teräskuitubetonia voitaisiin mielestänne hyödyntää rakentamisessa?

Tämä on avoin kysymys, jonka tarkoituksena on herättää haastateltava keskustelemaan aiheesta. Tavoitteena on saada haastateltava esittämään oma mielipiteensä. Jatkokysymysten myötä haastateltavaa houkutellaan avoimeen dialogiin, jolloin saadaan paljon tietoa. Hyvät jatkokysymykset olisivat ”Kenen idea oli käyttää tässä kohteessa teräskuitubetonia? Millainen asenne rakennuttajalla on menetelmien muutoksiin perustusten rakentamisessa? Millaisia ideoita rakennuttajalta tulee ennen suunnitelmien valmistumista? Miten perustelette asian jos ehdotatte muutoksia alkuperäisiin ajatuksiin?”. Se paljastaa varsinaisen päättäjän ja mielipidejohtajan. Näin saadaan selville, keitä kannattaa lähestyä. Oliko käyttö asiakkaan idea vai saiko suunnittelija esittää asiassa oman mielipiteensä.

2. Mitä mieltä olette teräskuitubetonista vaihtoehtona raudoitetulle rakenteelle?

Avoin kysymys, johon ei voi vastata kyllä tai ei. Suunnittelija joutuu paljastamaan oman käsityksensä ja mielipiteensä tuotteesta. Samalla paljastuu haastateltavan tietämys tai ennakoasenne aiheesta. Haastattelijan lisäkysymykset ovat oleellisia. Niitten pitää perustua haastateltavan vastauksiin. ”Mitä vastaatte, jos asiakas ehdottaa teräskuitubetonin käyttöä maanvaraisessa laatassa?” Tarkentaa suunnittelijan asenteet ja sen, käytetäänkö häntä mielipidejohtajana. ”Mistä asiakas oli saanut idean käyttää teräskuitubetonia?” Vastaa kysymykseen, mitä tietolähdettä käytettiin.

3. Minkätyyppisiin kohteisiin olette käyttäneet teräskuitubetonia?

Tätä voi kysyä tässä muodossa vain, jos alkukysymysten perusteella todetaan suunnittelijan käyttäneen teräskuitubetonia. Vaihtoehtoinen kysymys olisi ”Minkätyyppisiin kohteisiin voisitte kuvitella teräskuitubetonin soveltuvan?”.

Jatkokysymykset olisivat loogisesti seuraavat:

4. Mistä saitte mitoitusohjeita teräskuitubetonille?

Tämä paljastaa tiedon lähteen eli sen osasiko suunnittelija hakea itse tietoa, tarjottiinko sitä hänelle vai tehtiinkö laskelmat normaalin rakenneraudoituksen perusteella.

5. Kerro, miten projekti sujui?

Paljastaa sen, miten suunnittelija koki projektin. Oliko kertaprojekti tyyliin ”ei koskaan uudestaan” vai saiko konsepti suunnittelijan hyväksynnän. Samalla saadaan selville tarjottiinko suunnittelijalle oheispalveluja teräskuituun liittyen? Mitä jäätiin kaipaamaan vai menikö kaikki putkeen? Millainen oli palaute työmaalta?

6. Mitä tietoa saitte koulutuksen aikana teräskuitubetonista?

Kysymys paljastaa sen, miten teknillisen alan koulutuksessa suhtaudutaan tällä hetkellä teräskuituun. Samalla paljastuu se, miten alan opetus on perillä aiheesta. Siitä voi myös helposti johdatella vastaajaa keskusteluun siitä, seuraavatko alan opettajat aikaansa vai onko opetus jumiutunut vanhoihin menetelmiin. Tämän kysymyksen ja keskustelun perusteella saattaa herätä tarve haastatella myös rakennustekniikan opettajia. Silloin tutkimus etenee loogisesti, koska alan koulutus on mainittu toimintaympäristössä ja voidaan ottaa huomioon osana teräskuitubetonin myynnin ja markkinoinnin kohderyhmänä.

3.5.2 Kysymykset rakennusliikkeelle:

1. Mitä tulee mieleen termistä teräskuitubetoni?

Avoin kysymys, jonka tarkoituksena on herättää keskustelu aiheesta. Tavoitteena on tässäkin kysymyksessä saada rakennuttaja esittämään oma mielipiteensä. Jatkokysymyksillä haastateltavaa houkutellaan avoimeen keskusteluun, jolloin saadaan lisää tietoa. Hyvät jatkokysymykset olisivat ”Kenen idea oli käyttää tässä kohteessa teräskuitubetonia? Millainen asenne suunnittelijalla on rakennusliikkeen ehdottamiin menetelmien muutoksiin? Millaisia ideoita suunnittelijalta tulee ennen lopullisten piirustusten valmistumista? Miten perustellette asian jos ehdotatte muutoksia alkuperäisiin suunnitelmiin?”. Se paljastaa varsinaisen päättäjän ja mielipidejohtajan. Näin saadaan selville, keitä kannattaa lähestyä. Oliko jonkin menetelmän käyttö suunnittelijan idea vai saiko asiakas esittää asiassa oman mielipiteensä?

2. Miten suhtautuisitte asiaan, jos suunnittelija ehdottaisi teräskuitubetonia vaihtoehdoksi raudoitetulle rakenteelle?

Kysymys paljastaa rakennusliikkeen asenteen – kuunnellaanko suunnittelijaa vai onko rakennusliike niin hyvin perillä asioista, että tuntee eri ratkaisut. Hyviä jatkokysymyksiä olisivat ”Jos teräskuidun käyttöä on ehdotettu, kuka on ehdottanut? Millaisia ajatuksia ehdotettu ratkaisu herätti? Millaiset olivat perustelut? Millaisissa tilanteissa suunnittelija yleensä ehdottaa vaihtamaan rakenteen johonkin toiseen ratkaisuun? Miten suhtaudutte asiaan? Millaisia laskelmia tai muita perusteluja saitte päätöksenteon tueksi? Minkälaisia teräskuituun liittyviä oheispalveluita teille tarjottiin?” Kysymyssarjalla saadaan selville, miten rakennusliike perustelee itselleen tai suunnittelijalle päätöksenteon. Vastaavasti suunnittelijan rooli päätöksentekijänä selkiytyy, kun halutut tiedot saadaan selville.

3. Miten tarkkaan teidän kohteissanne tehdään ennakkolaskelmia?

Vastauksesta selviää, miten ja missä laajuudessa rakennusliike käyttää ja hyödyntää tietojärjestelmiä, kustannuslaskentaa ja määrälaskentajärjestelmiä. Antaa käytännössä vastauksen siihen, miten kustannustietoisesti rakennusliike

toimii vai mennäänkö ns. näppituntumalla ja luotetaan kokemukseen ja tietämykseen.

4. Mikä merkitys olisi lyhentyvällä rakennusaikataululla yrityksellenne?

Tarkentaa edellistä kysymystä ja johdattaa keskustelua syvemmälle kustannustietoisuuteen. Mielenkiintoinen jatkokysymys olisi esimerkiksi ”Lasketteko sisäistä korkoa rakennusprojekteissa?” tai keskustella yleisesti sisäisestä laskennasta rakennusalalla.

5. Saitteko koulutuksenne aikana tietoa teräskuitubetonista?

Kysymys esitetään tässä muodossa, jos rakennusliike tuntee tuotteen. Jos rakennuttaja ei tunne teräskuitubetonia lainkaan, ei ole syytä lähteä myymään ideaa. Jos rakennusliikkeen edustajalla on kaupallinen peruskoulutus, saadaan perusteet edellisten kysymysten vastauksille. Tässä yhteydessä kannattaa kysyä rakennusteknisen koulutuksen saaneilta, millaista tietoa teräskuitubetonista annettiin koulutusaikana. Jatkokysymys on ”Millaisia ajatuksia herättää rakennusalan yleisesti käytetty tuote tai menetelmä, jolla saadaan aikaan säästöjä työajassa ja tarvikekustannuksissa, mutta jota ette ole koskaan itse käyttäneet?” Vastaus paljastaa sen, kuinka herkästi rakennuttaja ottaa käyttöön hänelle oudot menetelmät eli kuinka helposti uusi menetelmä omaksutaan.

3.5.3 Kysymykset rakennustarkastajille:

1. Missä määrin teräskuitubetonia käytetään tällä hetkellä rakentamisessa?

Haastattelun avaava kysymys, joka johdattelee rakennustarkastajaa muistelemaan, milloin viimeksi rakennuttaja käytti teräskuitubetonia hänen valvomassaan kohteessa. Vastauksena saattaa olla, ettei muista teräskuitubetonia käytetyn lainkaan. Jos muistaa, kysytään minkä tyyppisessä rakenteessa? Pitää myös kysyä, mitä tietoja vaaditaan, jos halutaan vaihtaa alun perin normaalisti raudoitettu rakenne teräskuituiseen? Jatkokysymykset

olisivat ”Millä perusteilla teräskuitubetonia on ehdotettu vaihtoehtona raudoitetulle rakenteelle? Kysymykset paljastavat käytännössä, miten rakennusvalvontaviranomainen suhtautuu teräskuidun käyttöön ja miten korkea kynnyks on vaihtaa teräskuituun. ”Millaista tietoa kaipaisitte teräskuidusta?

2. Voisiko teräskuitubetonilla olla lisää markkinoita?

Rakennustarkastaja on kunkin kunnan näköalapaikalla ja näkee rakentamisen kaikki uusimmat trendit laidasta laitaan. Hän saa päivittäin piirustuksista läpikäymiensä hankkeitten lisäksi myös työmaakäyntien kautta näkemystä siitä, missä rakentamisessa käytännössä mennään. Rakennusmääräysten, uusien tuotteitten ja normien tunteminen on oleellista rakennustarkastajan työssä.

3. Onko teräskuitubetonia ehdotettu vaihtoehtona raudoitetulle rakenteelle jo työn alla olevaan kohteeseen?

Jatkokysymykset olisivat loogisesti seuraavia: Jos on ehdotettu, minkätyyppiseen kohteeseen? Hyväksyittekö / hylkäsittekö kohteessa teräskuidun käytön? Vaaditteko teknisiä laskelmia teräskuidun käytöstä? Oletteko kiinnostuneita hyödyntämään teräskuituun liittyviä mitoituspalveluja? Vastaukset paljastavat kiinnostuksen, mahdollisen tarpeen lisäpalveluille ja ylipäättään sen, voidaanko raudoitetuksi suunniteltu rakenne vaihtaa vauhdissa teräskuitubetonirakenteeseen ja mitä dokumentteja tai laskelmia vaaditaan, jos normaalirauditus vaihdetaan teräskuituun?” Näillä lisäkysymyksillä saadaan tietoa siitä, miten rakennusvalvonnassa suhtaudutaan käytännössä teräskuitubetoniin.

4. Millaista tietoa saitte koulutuksensa aikana teräskuitubetonista?

Vastaus paljastaa mahdolliset puutteet teräskuitubetoniin liittyvässä teknillisessä koulutuksessa. Jatkokysymyksellä ”Millaisia ajatuksia yleensä herättää rakennusalan uudet menetelmät, joihin törmäätte rakennushankkeissa?” paljastuu lisää siitä, miten herkästi rakennusliikkeet ottavat käyttöön rakennustarkastajille oudot menetelmät eli kuinka helposti jokin

menetelmä omaksutaan rakennusmarkkinoilla. Keskustelua voidaan johdattaa myös siihen, miten paljon rakennustarkastaja joutuu kouluttautumaan tai opiskelemaan alan tietoutta pitääkseen itsensä ajan tasalla. Vai tuottaako rakennustuoteteollisuus valmiita norminmukaisia tuotteita, joitten sertifi kaattien kautta voidaan hyväksyä uutuudet.

3.6 Pääkysymysten tulkinta

Koska tämä osa tutkimuksesta tehdään haastattelumuodossa, täytyy kaikki keskustelussa esiin tulleet kysymykset tulkita. Tämä koskee myös mahdollista tilannetta, jossa haastattelu rönsyää mielenkiintoiselle aihealueelle ja haastattelija antaa sen tapahtua.

Kysymykset rakennesuunnittelijalle:

Kysymys	Tulkinta
Miten teräskuitubetonia voitaisiin mielestänne hyödyntää rakentamisessa?	Tuntee tuotteen Osaa hyödyntää Ei tunne tuotetta Ei osaa hyödyntää
Mitä mieltä olette teräskuitubetonista vaihtoehtona raudoitettulle rakenteelle?	Paljastaa tietämyksen ja asenteen tuotteeseen.
Mitä ajatuksia ratkaisu herätti?	Osaako soveltaa
Mistä saitte mitoitushjeita teräskuitubetonille? Oletteko kiinnostuneita mitoituspalveluista?	Saiko/tarvitsiko palvelua
Kerro, miten projekti sujui?	Miten suunnittelija koki projektin.
Saitteko koulutukseenne aikana tietoa teräskuitubetonista?	Onko opetus ajantasalla

Kysymykset rakennusliikkeelle

Kysymys	Tulkinta
Mitä tulee mieleen termistä teräskuitubetoni?	Tunteeko tuotteen
Miten suhtautuisitte asiaan, jos suunnittelija ehdottaisi teräskuitubetonia vaihtoehdoksi raudoitettulle rakenteelle?	Tunteeko suunnittelija teräskuitubetonin, onko rakennusliike altis vaikuttamiselle.

Miten tarkkaan teidän kohteissanne tehdään ennakkolaskelmia?	Tunnettiinko taloudelliset mahdollisuudet
Mikä merkitys olisi lyhentyvällä rakennusaikataululla yrityksellenne?	Jos rakennusliike on kustannustietoinen, tarkoittaa se käytännössä sitä, että myyntikeskustelu rakennusaikaa lyhentävistä tuotteista on mahdollista.
Saitteko koulutuksen aikana tietoa teräskuitubetonista?	Tilanne teknillisessä koulutuksessa

Kysymykset rakennustarkastajalle:

Kysymys	Tulkinta
Missä määrin teräskuitubetonia käytetään tällä hetkellä rakentamisessa?	Onko teräskuitubetonia yleisesti hyödynnetty ko kunnan rakennuskohteissa
<i>Voisiko teräskuitubetonilla olla lisää markkinoita?</i>	Millaisena rakennusvalvonta näkee teräskuitubetonin mahdollisuudet.
<i>Onko teräskuitubetonia ehdotettu vaihtoehtona raudoitetulle rakenteelle jo työn alla olevaan kohteeseen?</i>	Onko vaihto mahdollista?
Jos on tarjottu, minkätyyppiseen kohteeseen? Saitteko teknisiä laskelmia? Oletteko kiinnostuneita hyödyntämään teräskuituun liittyviä oheispalveluita? Jos kyllä, niin mitä palveluja?	Tunnettiinko tekniset mahdollisuudet Miten niihin suhtauduttiin Osattiinko mahdollisia palveluja hyödyntää
Saitteko koulutuksen aikana tietoa teräskuitubetonista?	Tilanne teknillisessä koulutuksessa

3.7 Kilpailutilanne paikallisilla markkinoilla

Valmisbetoniliiketoiminta on hyvin kilpailtua Varsinais-Suomessa. Rakennusala on vasta toipumassa vuoden 2009 pohjalukemista, jolloin rahoitusalan tunnetut vaikeudet heijastuivat kaikkeen liiketoimintaan. Kuluttajien into ostaa uusia asuntoja väheni voimakkaasti vuonna 2009. Taantumien vaikutukset olivat suuria myös rakentamisessa ja rakennusalaan palvelevissa yrityksissä. Länsi-

Suomen alueella tämä heijastui valmisbetonialalla voimistuneena hintakilpailuna. Yritysten liikevaihtoa ja markkinaosuutta haettiin hinnanalennuksilla.

3.8 Kilpailijat

Varsinais-Suomessa toimii tällä hetkellä viisi yritystä valmisbetonialalla: Rudus Oy, Marttilan Betonirakennus Oy, Ansion Sementtivalimo Oy, Kymppibetoni Oy sekä Hartela Oy. Lisäksi kaarinalainen Sarabetoni Oy on saanut 13.4.2010 ympäristöluvan Turun kaupungilta valmisbetoniasemalle Saramäen kaupunginosaan. Sarabetoni Oy:n liiketoiminnasta ei valmisbetonin osalta ole havaintoja.

Marttilan Betonirakennus Oy

Yrityksellä on betonitehtaat Naantalissa, Liedossa, Marttilassa, Salossa, Kirkkonummella ja Lohjalla sekä osaomistajuuden kautta Vaasassa, Lapualla ja Tervajoella. Yritys ilmoittaa kokonaiskalustomääräksi yhteensä 30 kuljetusautoa sekä 15 pumppua ja valuria. Kuljetusautoista kaksi on 12 m³ rekkoja. Betonipumppujen puomipituudet vaihtelevat 24 - 36 metrin välillä. Yritys mainitsee teräskuitubetonin nettisivuillaan, mutta ei markkinoi mitoituspalveluja. Sivuston mukaan tuotanto on SFS -standardin mukaista Inspecta Sertifiointi Oy:n valvonnassa. (Marttilan betonirakennus Oy) Kauppalehden yritystietopalvelun mukaan yrityksen liikevaihto vuonna 2009 oli 14 miljoonaa euroa ja työntekijöitä 46.

Ansion Sementtivalimo Oy

Yritys toimii Paimiossa, jossa valmistetaan yhdellä tehtaalla pääasiassa betonielementtituotteita. Yritys toimittaa myös valmisbetonia, mutta lähinnä yksityissektorille. Yritys ei mainosta teräskuitubetonia www-sivuillaan. Tuotannolla on Inspecta Sertifiointi Oy:n hyväksyntä. (Ansion Sementtivalimo Oy)

Kymppibetoni Oy

Yrityksellä on yksi betoniasema Koski TL:ssä sekä yhden hehtaarin tontti varattuna valmisbetonitehtaalle Oripään kunnassa. Suppeilta kotisivuilta ei löydy tietoa teräskuitubetonista. Kotisivuilta ei löydy myöskään mainintaa SFS -standardin mukaisesta laatujärjestelmästä. (Kymppibetoni Oy)

Hartela Oy Paraisten betoni- ja elementtitehdas

Hartela Oy:llä on Länsi-Turunmaalla tuotantolaitos, jossa tehdään pääasiassa betonielementtejä Hartela Oy:n omaan rakennustuotantoon. Tehtaalta saa ostaa myös valmisbetonia. Hartela Oy:n kotisivuilta ei löydy tarkempaa tietoa tuotteista tai palveluista. Tiedossa on, että laitoksella on ulkopuolisella urakoitsijalla kuljetuspumppu ja muutama betoniauto. Betonitehdas toimittaa valmisbetonia lähinnä Länsi-Turunmaan saaristokaupunkiin. Betonielementtituotannon vuoksi Hartela Oy:n valmisbetonin on oltava SFS -standardin mukaisessa laatujärjestelmässä. Tästä ei ole kuitenkaan mainintaa kotisivuilla. Tietoa mahdollisesta teräskuitubetonin tarjonnasta ei ole. (Hartela Oy, 2011)

3.9 Tulokset

Saatuja tuloksia analysoitiin tekemällä haastattelujen tulkinnat sekä vertailevat kustannuslaskennat. Näitten lisäksi tehtiin analyysi teräskuitubetonin tarjonnasta Varsinais-Suomessa.

3.9.1 Haastattelujen tulkinta

Suunnittelijan haastattelu

Narmaplan Oy:stä haastateltiin kokenutta rakennussuunnittelijaa Mikko Sireniä. Haastattelu on sanatarkasti liitteessä 1. Siren tunsu teräskuitubetonin ja oli käyttänyt tuotetta monissa eri rakennuskohteissa ja erityisesti vaativissa logistiikkakeskuksissa, missä trukki- ja hyllykuormat ovat suuria. Tällöin

vaaditaan vahva raudoitus, jonka suunnitteleminen ja tekeminen vie aikaa. Tuotteen edut tunnetaan, teräskuitubetoni nopeuttaa suunnittelua ja rakentamista. Teräskuidun ylivoimaisuus vaativissa halli -tyyppisissä maanvaraisissa lattioissa on yleisesti tiedossa. Asuinrakennuksissa teräskuitubetonin käyttö on maanvaraisissa laatoissa huomattavasti vähäisempää. Pintalattiana lattialämmityskohteissa on kipsilattia syrjäyttämässä teräskuitubetonia. Pientalopuolella Sirenin mielestä teräskuitu on kilpailukykyinen maanvaraisissa laatoissa, mikäli rakennusliike ulkoistaa lattian teon. Täytetyönä tehty maanvaraisen laatan raudoitus tulee Sirenin mukaan teräskuitua edullisemmaksi.

Teräskuitubetonin käyttö on Narmaplan Oy:ssä omaksuttu erittäin hyvin. Narmaplan Oy hyödyntää kuitutoimittajien laskentapalvelua, jolloin suunnitteluvaihe nopeutuu. Sirenin mukaan heillä ja heidän asiakkailaan on hyvät kokemukset tuotesakaupasta, jossa teräskuidun toimittaja tarjoaa teräskuitulattiaa heille yhtenä kokonaisuutena, joka sisältää teräskuidut, betonin ja myös lattian tekemisen. Tällöin vastuukysymykset mahdollisissa ongelmatilanteissa ovat selkeät.

Haastattelun loppupuolella vapaassa keskustelussa tuli ilmi mielenkiintoisia seikkoja rakennustuotealan markkinoinnista ja myynnistä. Sirenin mukaan onnistuneessa projektimyynnissä on myyjän oltava mukana hankkeessa jo suunnittelun alkuvaiheessa. Tavat myydä ja markkinoida erityisesti vaativia teräskuitulattioita ovat osittain muuttuneet. Kilpailu rakennushankkeiden toimituksista on kovaa ja sen vuoksi monet normaalia raudoitusta palveluna myyvät yritykset ovat tarjoamassa vaihtoehtona myös teräskuitua. Rakennesuunnittelijat haluavat nopeuttaa ja helpottaa omaa työtään ja jakaa teknistä vastuuta alihankkijoille. Rakennesuunnittelijat kokevat olevansa selkeästi samassa asemassa kuin arkkitehdit. Mikäli halutaan tuoda uusia tuotteita markkinoille, pitää tieto uutuuksista mennä myös heille. Ristiriitatilanne ja konflikti on valmis, mikäli tuotetta myydään ja tarjotaan ainoastaan rakennusliikkeelle tai rakennuttajalle. Jos suunnittelija ei tunne tuotetta ja sen

tekniisiä ominaisuuksia, ei hänellä aikataulupaineessa ole aikaa lähteä opettelemaan uusien tuotteitten käyttöä.

Yritysten välisessä myynnissä pitää tietää ja huomioida eri toimijoiden, organisaatioiden ja ihmisten roolit sekä suhteellinen vaikutusvalta päätöksentekoprosessissa. Myyntijohdon tehtävänä on resurssoida ja ohjata kenttämyyjiä tekemään oikeita asioita. Teknisessä myynnissä pitää huolehtia siitä, että viesti räätälöidään vastaanottajan mukaan. Tämä vaatii tarvittaessa tiivistä yhteistyötä myyvän yrityksen markkinointiosaston kanssa, jolloin viestintä voidaan räätälöidä ja kohderyhmän mukainen argumentointi säätää myynnin työkaluksi.

Rakennustuotteitten myynnissä pitää huomioida, että projektien isommat linjaukset ja usein myös ostopäätökset tehdään projektityöryhmässä, joka muodostuu rakennuttajan, rakennusliikkeen ja suunnitteluorganisaation edustajista. Kuten Mikko Siren keskusteluissa asian ilmaisi, tulee suunnittelijan olla samalla tietotasolla rakennusliikkeen kanssa. Informaatiota pitää jakaa tasaisesti kaikille osapuolille. Jos tämä unohdetaan, hukataan resursseja ja kaupat jää helposti tekemättä.

Rakennusliikkeen haastattelu

Pienempien rakennusliikkeitten ja pienien projektien kohdalla myyntityö on selkeää, koska kohderyhmiä ja päättäjiä on huomattavasti vähemmän. Jatrax Oy:n toimitusjohtaja Tommi Alipirjelä tiesi teräskuidun nimeltä, mutta ei ollut tutustunut sen tarkemmin tuotteeseen. Haastattelu on kokonaisuudessaan liitteessä 3. Hän oli erittäin kiinnostunut tuotteesta. Kertomansa mukaan Jatrax Oy ei käyttänyt määrälaskentaa normaaleissa rakennuskohteissaan, vaan teki laskentaa ja tuotantoa neliöhinnoilla. Käytännössä tämä voi tarkoittaa ainoastaan sitä, että Jatrax Oy:n kirjanpidon ja projektiseurannan täytyy olla hyvin organisoitu. Muuten ei 30-35 pientalon tuotannon kustannusten jälkiseuranta onnistu riittävällä tarkkuudella. Vasta isommissa kohteissa oli määrälaskenta käytössä. Tästä syystä teräskuitubetonin oletetut myyntiargumentit työajan säästöstä tuntuivat kiinnostavan Alipirjelää.

Suunnittelutyö oli Jatrax Oy:ssä kokonaan ulkoistettu. Alipirjelä kuuntelee selkeästi suunnittelijan mielipiteitä. Tällaisessa asetelmassa myyntityön kohdistaminen suunnittelijaan antaisi hyvän lopputuloksen. Poikkeavan ratkaisun tai uuden tuotteen myynnissä ja mahdollisessa kokeilussa rakennusliike joutuu kysymään suunnittelijan mielipidettä ratkaisusta.

Suunnittelijan rooli oli myös Jatrax Oy:n taustalla hyvin mielenkiintoinen. Kun tehdään yhteenveto Narmaplan Oy:n ja Jatrax Oy:n haastatteluista, voidaan päätellä, että rakennussuunnittelijalla on teräskuitubetonin myynnissä monta roolia. Rakennussuunnittelija tai osa suunnittelevaa organisaatiota on yhtä aikaa kaikkea seuraavaa:

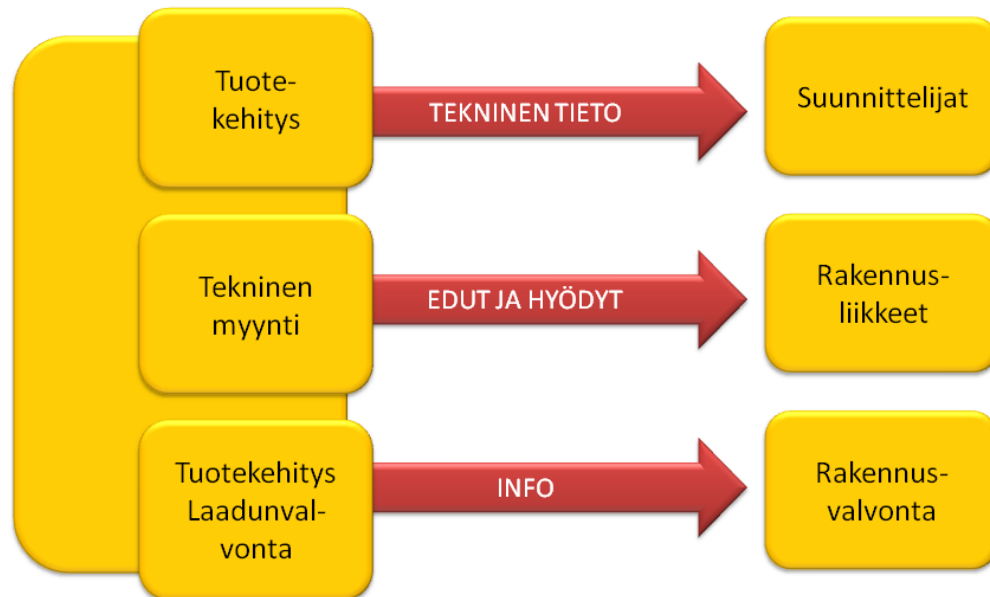
- Aloitteentekijä
- Vaikuttaja
- Päätäjä
- Portinvartija
- Hyväksyjä

Siksi suunnittelijoihin suunnattu myyntityö olisi erittäin tehokasta. Jos rooli - analyysiä jatketaan edelleen, voidaan todeta seuraava työnjako muilla toimijoilla:

- Käyttäjä - Rakennusliike tai rakennuttaja
- Ostaja - Rakennusliike
- Hyväksyjä - Suunnittelija, rakennusliike ja rakennuttaja

Hyväksyjän rooli kuuluu osin myös rakennusvalvonnalle, mutta tässä yhteydessä hyväksyjällä tarkoitetaan henkilöä, joka antaa siunauksensa lopulliseen ostopäätökseen. Käytännössä roolitus voi koskea BtoB -myynnissä paitsi yksittäisiä henkilöitä myös organisaatioita tai osia organisaatioista, jotka tietyssä projektissa, esimerkiksi rakennushankkeessa, tekevät päätöksiä. Tekninen ostaja keskusteleekin teknisen myyjän kanssa, kunnossapitopäällikkö vaihtaa tietoja myyjäyrityksen huoltopäällikön kanssa ja myös yritysten toimitusjohtajat kommunikoivat keskenään. Samaa mallia voidaan soveltaa myös teräskuitubetonin myyntiin. Tällöin kaupallisen ja teknisen tiedon

leviäminen varmistetaan kohdistamalla räätälöidyt viestit ja kommunikointi monesta moneen -periaatteella.



Kuvio 9. Organisaatioitten välinen myynti

Kuviossa 9 on kuvattu käytännön esimerkki siitä, miten myynti ja viestit teräskuitubetonin oleellisista myyntiargumenteista kohdistetaan yhdestä organisaatiosta useammalle erilliselle organisaatiolle, jotka ovat sidoksissa keskenään.

Rakennusvalvonnan haastattelut

Haastateltaviksi valittiin Kaarinan kaupungin ja Turun kaupungin johtavat rakennustarkastajat. Tähän ratkaisuun päädyttiin, koska haluttiin yhtä kaupunkia laaja-alaisempi otos. Rudus Oy:n Varsinais-Suomen yksikön alueella olevista työkohteista on viimevuosina ollut n. 80 prosenttia Turussa ja Kaarinassa. Siksi oli perusteltua selvittää päämarkkina-alueen rakennusvalvontaviranomaisten näkemykset teräskuitubetonista. Sanatarkat haastattelut ovat liitteessä 3.

Kaarinassa ei oltu käytetty teräskuitubetonina toistaiseksi missään kohteessa. Rakennusvalvonta ohjaa vastuun selkeästi rakennesuunnittelijalle. Jos halutaan vaihtaa normaalisti raudoitetuksi suunniteltu maanvarainen laatta

teräskuitubetoniin, se onnistuu sekä Kaarinassa että Turussa. Teräskuidun laskelmat vaaditaan molemmissa kunnissa, joskin Kaarinassa laskelman saattoi toimittaa vasta betonivalun jälkeen. Käytännössä siis suunnitelmien muuttaminen onnistuu, kunhan suunnittelija ottaa vastuun. Koska suunnittelijalla ei ole halua tehdä teräskuidun lujuslaskelmia, eikä hänellä ole kaikkea tietoa teräskuidun ominaisuuksista, teräskuidun myyminen jo rakenteilla olevaan kohteeseen on kiinni siitä, millä aikataululla saadaan vaihtoehtoiset laskelmat asiakkaalle ja asiakkaan rakennesuunnittelijalle.

Kunnallinen rakennusvalvonta on yksi selkeä kohderyhmä, jolle pitää jakaa tietoa teräskuitubetonista. Kaarinan johtavan rakennustarkastajan kommentteista voi myös päätellä sen, että alan ihmiset tuntevat toisensa ja ovat tekemisissä toistensa kanssa. Kommentti Peab Seiconin eli Marttilan Betonirakennus Oy:nteräskuituprojektista viittaa siihen. Jos jossain kohteessa epäonnistutaan, lähtee sana insinööripiireissä liikkeelle. Tässä tapauksessa tapahtunut antoi rakennustarkastajan mielestä negatiivista mainetta koko tuotteelle. Käytännössä konseptin tuotteistaminen täysin myyntikelpoiseksi oli sillä kertaa epäonnistunut. Teräskuitubetonin mitoitus ja siihen liittyvä palvelukonsepti on oleellinen osa myytävää tuotetta. Jos rakennusvalvonta ei saa riittäviä laskelmia, ei tehtyä työtä ja rakennetta hyväksytä.

Turun kaupungin johtava rakennustarkastaja Reima Ojala oli hyvin perillä teräskuidun eduista maanvaraisissa rakenteissa ja pintalattioissa. Kantaviin alapohjiin sitä ei saa Turussa käyttää. Kantava alapohja tarkoittaa sitä, että alapohjan rakenne toimii palujen tai palkkien varassa rakenteena, joka kestää päältä tulevaa staattista tai dynaamista kuormitusta. Esimerkki tästä on Ojalan mainitsema Raison Ikean lattia. Maanvaraisen teräskuitulaatan käyttäminen on hyvin harvinaista Turussa. Ojala korostaa lisäterästysten merkitystä kriittisissä epäjatkuuskohdissa eli kohdissa, joissa betoninen laatta muuttaa jyrkästi muotoaan. Näillä reunaehdoilla ei maanvaraisten teräskuitubetonilaattojen käyttämisellä ole esteitä Turun kaupungissa.

3.9.2 Kustannuslaskenta

Haettaessa kustannuslaskentaa varten lähtötietoja raudoitettuun ja teräskuidulla tehtävään rakenteeseen havaittiin, että vertailulaskelmia voitiin käytännössä yksinkertaistaa. Tarkasteltavat muuttujat vähenivät, koska määrälaskennassa voitiin jättää huomioimatta maanvaraisen laatan eristeet ja niiden asentamiseen kuluva työaika. Ne ovat käytännössä täysin samat molemmilla raudoitusmenetelmillä. Koska laatan paksuuden oletettiin olevan sama, on vastaavasti perusbetonin määrä ja hinta myös sama käytettäessä teräskuitubetonia tai normaalia raudoitusta. Siksi myös betonin määrä ja betonointiin kuluva aika voitiin jättää alkuvaiheessa tarkastelun ulkopuolelle. Määrälaskennassa tarkasteltava työvaihe on ainoastaan rakenteen raudoitus sekä raudoittamiseen kuluva materiaali. Teräskuitumenetelmässä työ ja materiaali yhdistetään yhteen työvaiheeseen käyttämällä rakenteessa teräskuitubetonia. Vertailuissa huomioitiin kustannuslaskennan laadinnassa muuttujina ainoastaan normaaliin raudoitukseen kuluva materiaali ja työaika, joita verrattiin pelkän teräskuidun kustannukseen. (Halonen, 2010)

Teräskuidun osalta on määrälaskennassa hyödynnetty Rudus Oy:n teräskuitutoimittajan ArcelorMittal'in laskentapalvelua, liitteet 2 ja 7. Kilpailusyistä johtuen suurimmat teräskuitua myyvät yritykset tarjoavat asiakkaalleen ilmaisen mitoituspalvelun, jos asiakas päätyy ostamaan heidän edustamaansa teräskuitua. Näin kuitutyypin ominaisuuksien vaihtelut eivät vaikuta lopputulokseen. Käytännössä asiakkaan pitää kilpailutilanteessa hyväksyä valmisbetonitoimittajan varastossa oleva kuitutyyppi tai toimittaa betonitehtaalle oma teräskuitunsa. Pienissä rakennuskohteissa urakoitsijan oman teräskuidun käyttö on erittäin harvinaista. Teräskuidun mitoituslaskennan perusteet ja varsinainen laskenta ovat liitteissä 6 ja 7. Teräskuidun tyyppi on määritelty HE 1/50, joka on pituudeltaan 50.0 mm ja halkaisijaltaan 1.0 mm päistään koukkumaiseksi taivutettu kuitu. Kuvassa 2 on laskennassa käytetty kuitutyyppi. Laskennassa ei ole huomioitu mahdollisia lisäteräksiä, koska laattojen oletetaan olevan muodoltaan suorakaiteita, jolloin epäjatkuvuuskohtia ei muodostu.



Kuva 2. ArcelorMittal HE 1/50 Teräskuitu

Harkko-omakotitalo 290 m²

Taulukko 3. Vertailu harkko-omatitalo 290 m².

Materiaali tai työ	Määrä	yks.	Hinta	yks.	Yhteensä €
Raudoitusverkko B500 K	1401,28	kg	1,29	€	1807,65
Raudoiteverkon asennus	15,13	h	52,89	€	800,23
Yhteensä					2607,88
Teräskuitu 35 kg/m ³	1120,0	kg	2,50	€	2800,00
Vertailu					-192,12

Taulukossa 3 on yhteenveto harkko-omakotitalon vertailevasta laskennasta,, jonka lähtötiedot ja laskennan tarkat perusteet ovat liitteessä 7. Asennustyön ja materiaalien hinnat on saatu Raudoitusliike Risto Haaki Oy:ltä. Ne vastaavat tilannetta, jossa rakennustyö tehdään tuntihintana ja raudoitteet ostetaan samaan toimitukseen. Tämän tyyppiset raudoitustyöt ovat liikkeen mukaan tyypillisiä tuntityökohteita (Virtanen, 2011). Taulukotietojen perusteella voidaan havaita, että teräskuitubetonilla tehty maanvarainen laatta on esimerkkikohteena olevassa 290 m²:n harkkopientalossa noin 192 euroa arvokkaampi, kuin normaalisti raudoitettu betonilaatta. Työaikaa säästetään noin 15 tuntia eli käytännössä yhden miehen kaksi työpäivää tai kahden miehen työryhmän kokonainen päivä. Teräskuitubetonin teräksiin kuluu siis hieman enemmän rahaa, mutta työajassa voitetaan kaksi miestyöpäivää.

Lopputyön perustavoitteiden kannalta analysoitiin myös peruskysymystä - onko säästyneellä työajalla suurempi merkitys kuin kustannuksilla. Tarkasteltaessa kustannuksia ja työaikaa havaittiin, että saavutettu työaikasäästö voitiin helposti

muuttaa rahaksi. Kun jaettiin kustannusero työajalla, saatiin säästyneen työajan arvonlisäverolliseksi laskennalliseksi arvoksi 192/15 eli 12,80 euroa tunnilta. Koska rakennusalan ammattimiehen veloitusperuste oli haastattelujen mukaan 43,05 - 52,89 € (alv 23%) olisi teräskuidun käyttö tässä kohteessa kannattavaa. Eli tämä on kustannus, jolla ammattimies saadaan tekemään muita töitä joko samalla työmaalla tai hän voi olla kaksi päivää toisessa työkohteessa aikataulun nopeutumisen vuoksi. Jos säästyneen työajan hinta on pienempi kuin ammattimiehen tuntiveloitus, on teräskuitubetonin käyttö aina kannattavaa. Esimerkkikohteessa teräskuitua käyttämällä voidaan ammattimiehen työpanos hyödyntää oikeassa kohtaa.

Rivitalo 624 m²

Taulukko 4. Vertailu rivitalo 624 m²

Materiaali tai työ	Määrä	yks.	Hinta	yks.	Yhteensä €
Rauditusverkko B500 K	2150,96	kg	1,29	€	2774,74
Rauditeverkon asennus	25,17	h	52,89	€	1331,04
Yhteensä					4105,79
Teräskuitu 30 kg/m ³	1657,80	kg	2,50	€	4144,50
Vertailu					+ 38,71
Lisäbetoni					+ 919,77
Vertailu yhteensä					+ 957,94

Taulukossa 4 on yhteenveto rivitalokohteesta kummallakin raudoitusmenetelmällä. Laskenta osoittaa, että tässä kohteessa normaali raudoitettu rakenne on edullisempi, kuin teräskuitubetoni. Suurin ero tulee siitä, että alun perin 80 mm laatta jouduttiin kasvattamaan 90 mm:iin. Syynä oli mitoituksen tehneen suunnittelijan arvio siitä, että näin ohut maanvarainen laatta saattaisi taipua. Liitteessä 7 on tarkempi selvitys laskennan perusteista. Laskelmissa betonin hinta on verollinen listahinta ilman kuljetus tai purkukustannuksia. Laskelma on kuitenkin teoreettinen, koska kustannusero voi muuttua maanvaraisen laatan valualustan epätasaisuuksien vuoksi. Tällä tarkoitetaan sitä, että betonimenekin kasvaessa, lisää se myös teräskuidun määrää. Excelissä tehty herkkyyshanalyysi osoittaa, että esimerkiksi 5 mm

paksuuden muutos lisää tai vähentää teräskuidun määrää kolmella kuutiolla. Käytännössä tällaiset lisäykset tai vähennykset laskennallisiin betonimääriin ovat normaalia arkipäivää rakennuskohteissa. Harkko-omakotitalon määrälaskennassa 5 mm muutos laatan paksuudessa ei ole niin kriittinen, koska laatan koko on pienempi. Raudoitustyö vähenee teräskuitubetonin käytöllä joka tapauksessa noin 25 tunnilla vapauttaen työvoimaa muihin töihin.

Paritaloyhtiö 1300 m²

Taulukossa 5 on vertailulaskelma viiden paritalon taloyhtiölle. Normaalin raudoituksen osalta on huomioitu työn jakaantuminen viiteen eri kohteeseen, jolloin materiaalsiirrot vievät hiemen enemmän aikaa. Yksittäisen maanvaraisen laatan koko on 125 m². Aloittavat työt on siksi laskettu arvolla 2,5 työtuntia 1000 kg kohti. Tarkempi erittely on liitteessä 7.

Taulukko 5. Vertailu paritaloyhtiö 1300 m²

Materiaali tai työ	Määrä	yks.	Hinta	yks.	Yhteensä €
Rauditusverkko B500 K	2189,50	kg	1,29	€	2824,46
Rauditeverkon asennus	28,46	h	52,89	€	1505,43
Yhteensä					4329,89
Teräskuitu 30 kg/m ³	1687,50	kg	2,50	€	4218,75
Vertailu					- 111,14
Lisäbetoni					+ 936,25
Vertailu yhteensä					+ 825,11

Vertailu osoittaa, että teräskuitubetonilla on saavutettavissa työaikasäästöä. Kuten rivitalokohteessa, niin myös tässäkin tapauksessa on laatan paksuuden muutoksilla vaikutus teräskuitubetonin menekkiin. Betonin menekki kasvaa laatan paksuuden kasvaessa myös tässä tapauksessa. mitoituksessa laskelma on tehty . On myös huomioitava, että paksuuden vaihtelut voivat vaikuttaa myös toiseen suuntaan eli laatta saattaa paikkapaikoin ohentua, jolloin muutokset kumoavat toisensa. Lopputulos riippuu paljolti siitä, kuinka tasaiseksi valualusta saadaan tehtyä.

Tarkasteltaessa kaikkia kolmea esimerkkikohdetta havaitaan, että laskennalliset kokonaistuntimäärät vaihtelevat suuresti. Harkkotalossa kokonaistyöaika on 5118, rivitalossa 7915 ja paritaloyhtiössä 16229 tuntia. Teräskuitubetonilla maanvaraisessa laatassa saadaan työaikasäästöjä, mutta suhteutettuna kokonaisuuteen vastaavat säästöprosentit tunneissa ovat harkkotalossa 0,30, rivitalossa 0,32 ja paritaloyhtiössä 0,18 prosenttia. Käytännössä säästöt ovat marginaalisia, koska työmaan suurentuessa kokonaistyöaika kasvaa ja suhteellinen aikasäästö pienenee. Vapautuvan käyttöpääoman merkitys pienenee myös samassa suhteessa, koska rakennusmiesten lukumäärä kasvaa ja raudoitustyöstä vapautuva työaika voidaan siirtää muuhun työhön samalla työmaalla. Kustannuslaskennan perusteella laskettiin teoreettinen miehitys kullekin työmaalle jakamalla laskennalliset työtunnit vuoden keskimääräisillä työtunneilla. Lopputulokseksi saatiin arvot 3, 5 ja 9 eli harkkotalo tehtäisiin vuodessa kolmella miehellä, rivitalo viidellä ja paritaloyhtiö yhdeksällä miehellä. Liitteessä 6 on erittely laskennan perusteista. Koska saavutettu työaikasäästö ei esimerkitapauksissa ja yksittäisissä työmaissa ylittänyt yhden päivän keskimääräistä miehitystä, voidaan päätellä, että rakennusajan nopeutuminen jää niin pieneksi, ettei sillä ole merkitystä laskettaessa vapautuvaa käyttöpääomaa.

Laajennettu esimerkki

Vaikka yksittäisen työmaan kohdalla käyttöpääoman vapautumisen kustannusvaikutus oli olematon, on jatkuvassa rakennustuotannossa tilanne toinen. Tarkasteltaessa haastattelujen ja kustannuslaskennan lopputuloksia voidaan havaita lisämuuttujia, joita ei ole otettu huomioon varsinaisessa liitteen 7 laskennassa. Haastatteluista suunnittelijan ja rakennusvalvojen kanssa ilmeni, että raudoituksen suunnittelu-aika lyhenee maanvaraisessa teräskuitubetonilaatassa. Asia varmistettiin vielä puhelinhaastattelussa 8.2.2011 Mikko Sireniltä. Maanvaraisen laatan raudoitussuunnitelma muuttuu teräskuidun mitoituslaskelmaksi, joka on nopeampi tehdä. Kohteesta riippuen aikataulua nopeuttavat myös raudoitustarkastuksen ja sen odottelun poistuminen ennen

varsinaista valutyötä. Siksi haluttiin selvittää esimerkillä, mikä on teräskuitubetonin kokonaisvaikutus.

Yritys X Oy 35 asunnon jatkuva räätälöity massatuotanto

Laskettaessa teräskuidun käyttöä edellä mainitut tekijät huomioiden havaittiin, että vapautuvalla käyttöpääomalla on merkitystä. Laskennassa oli periaatteena, että mikäli saadaan alkuvaiheesta kokonaisaikaa lyhyemmäksi, vaikuttaa se läpi koko projektin. Tällöin suunnitteluajan lyhentymisellä on merkitys myyntiargumenttina. Teräskuitubetonin käytöllä voitiin lyhentää rakentamisen kokonaisaikaa 7-14 päivää, koska suunnitteluun käytetty aika lyheni, raudoitustarkastus jäi pois ja ammattimiesten resursseja voitiin jakaa järkevästi. Laskentamenetelmäksi valittiin kaava kuviosta 7, jolloin voitiin laskea pääoman vapautumisen korkovaikutus.

Taulukko 6 Teräskuitubetonin kokonaishyöty vuodessa jatkuvassa tuotannossa

Kokonaishyöty	
minimi	€ 12588
maksimi	€ 31893

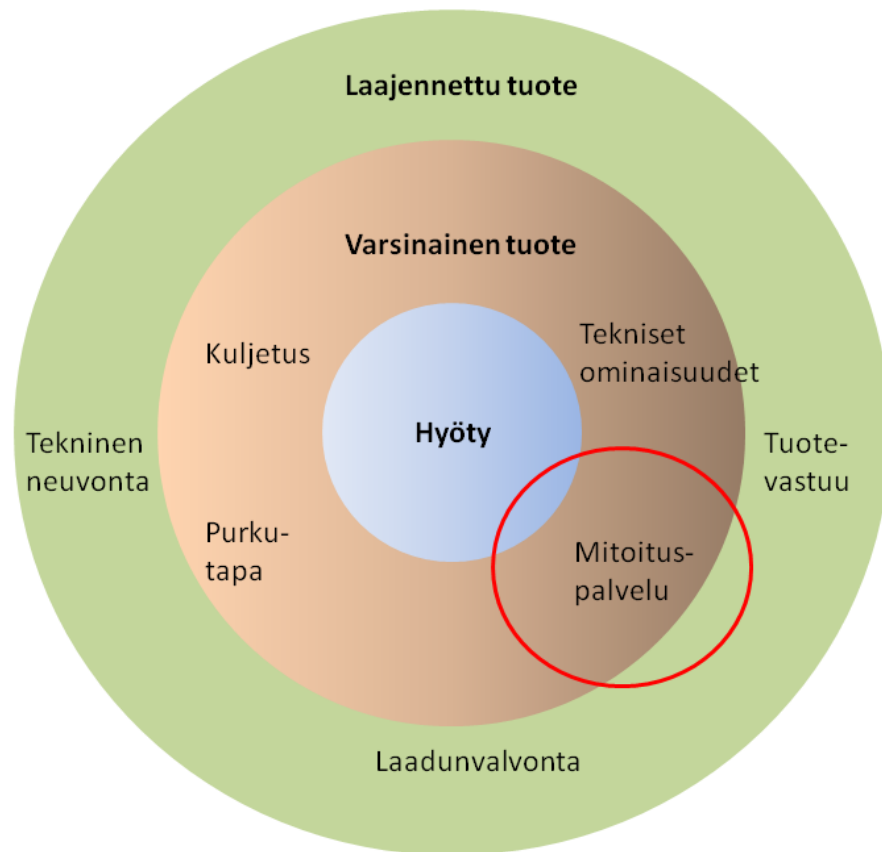
Esimerkissä on pääomat laskettu tuotantomäärältään samantyyppisillä 290 neliön harkko-omakotitaloilla kuin muissakin esimerkeissä. Laskennan lopputulos on kokonaisuudessaan liitteessä 8.

3.9.3 Kilpailijat ja kilpailutilanne

Kilpailija-analyysissä todettiin, että ainoastaan Marttilan Betonirakennus Oy, lyhennettynä MBR, tarjosi julkisesti teräskuitubetonia. Yritys on Rudus Oy:n kilpailija Varsinais-Suomessa. MBR:n pääasiakkaat ovat isoja rakennusliikkeitä. Tutkimuksen perusteella MBR markkinoi ja on toimittanut teräskuitubetonia vaativiin hallityyppisiin kohteisiin. Betonitoimituksia kilpailuttava rakentaja tai rakennusliike kysyy yleensä hintatarjoukset ainakin Rudus Oy:ltä ja MBR:ltä. Teräskuitubetonin tarjouskyselyt maanvaraisiin lattioihin ovat toistaiseksi olleet erittäin harvinaisia (Miettinen, 2011). Kilpailutilanteen vuoksi tästä voi tehdä sen johtopäätöksen, että teräskuitubetonin käyttö maanvaraisissa laatoissa asuinrakentamisessa on erittäin vähäistä Varsinais-Suomessa.

Kaarinan johtavan rakennustarkastajan Jukka Latokylän kanssa käyty haastattelu antoi esimerkin siitä, miten käy kun unohdetaan tuotteistaminen ja paneutuminen tuotteen oleellisiin ominaisuuksiin. MBR ja ”virolainen kuitu” ilman mitoituskalkelmia oli paikallisissa insinööripiireissä liikkunut huhu, jolla ei ole tutkimuksen kannalta merkitystä, eikä siihen voida nojata todellisena faktana. Tuotekonseptin maineen ja taustalla olevan yrityksen kannalta asiantuntijapiireissä kiertävät huhupuheet ovat aina merkityksellisiä, koska ne vaikuttavat oleellisesti tuotteen ja yrityksen imagoon.

Tuotteen ja palvelun eli teräskuidun ja sen mitoituskalkennan yhdistäminen perustuu paitsi edellämainittuun ankaraan kilpailuun, niin myös siihen perusteoriaan, jossa ydintuotteen ympärille on muodostunut ryhmä palveluita ja muita kokonaisuuteen olennaisesti liittyviä toimintoja. Rakennusliikkeen kannalta katsoen liittyy teräskuitubetoniin tuotteena laajempi tuote- ja palvelukokonaisuus, joka muodostuu betonista, betonin laadunvalvonnasta, teräskuidusta, teräskuidun mitoituksesta, kuljetuspalvelusta ja betonin purkutyöstä ja levityksestä työmaalla.



Kuvio 11. Teräskuitubetoni tuotteena ja palveluna

Teräskuitubetoni tuotteena poikkeaa normaalista betonista. Kuviossa 10 on kuvattu ne tekijät, jotka muodostavat laajennetun tuotteen ja myytävän kokonaisuuden. Punaisella on ympyröity mitoituspalvelu, joka ei normaalisti liity tavallisen rakennebetoniin. Mitoituspalvelu on osa asiakkaan tuotteesta saamaa hyötyä. Samalla se on oleellinen osa kokonaisuutta ja niitä tekijöitä, jotka muodostavat asiakkaan saaman hyödyn. Asiakas ei osta erikseen mitään teräskuitubetoniin liittyvistä tuotteista tai palveluista. Vasta kokonaisuus työmaalle toimitettuna ja muottiin purettuna muodostaa lopullisen tuotteen.

4 Johtopäätökset

4.1 Tavoite vs. saadut tulokset

Lopputyön tavoitteena oli tutkia teräskuitubetonin myyntiargumentteja ja myyntitapoja maanvaraisissa laatoissa. Työvälineinä käytettiin mitoitustuloksia, kustannuslaskentaa sekä sidosryhmien haastatteluita.

Kokonaiskustannukset

Tutkimuksessa havaittiin, että yksittäisessä asuinrakennuskohteessa ei maanvarainen laatta teräskuitubetonista tehtynä tuo suoraa taloudellista etua. Ohuilla maanvaraisilla laatoilla jouduttiin laatan taipumien estämiseksi kasvattamaan laatan paksuutta ja betonimäärää. Kun maanvaraisen laatan paksuus kasvaa yli 120 mm:n, joudutaan normaalissa rakenteessa käyttämään betoniraudoitusta molemmissa pinnoissa. Tällöin teräskuitubetoni on hyvin kilpailukykyinen.

Ajansäästön vaikutukset myyntiargumentteina

Huolimatta kalliimmista kokonaiskustannuksista vapautti teräskuitubetonin käyttö kaikissa tapauksissa varsinaisten rakennusmiesten työpanoksen muihin töihin. Jos ammattitaitoisesta työvoimasta on pulaa, on teräskuitubetonin käytöllä aina mahdollista lyhentää tuotannon läpimenoaikaa. Näin esimerkiksi urakoitaessa valmistalojen perustuksia massatuotannolla voidaan teräskuitubetonilla saavuttaa taloudellista etua ylitöiden vähentyessä. Lisäksi teräskuitubetonin käyttö maanvaraisessa laatasta mahdollistaa joustavat muutokset rakenteisiin, koska laatan raudoitussuunnitelma korvataan teräskuitubetonin mitoitustuloksella, jota ei tarvitse muuttaa esimerkiksi läpivientien tai kuormituspisteiden paikan muuttuessa. Jatkuvassa asuntotuotannossa on teräskuitubetonilla mahdollista saavuttaa nopeutuvan tuotannon myötä korkoetua käyttöpääoman vapautuessa. Silloin asiakas saa teräskuitubetonin käytöstä taloudellista hyötyä. Lopputyöstä ilmeni, että ajansäästöt saadaan raudoitussuunnittelutyön lyhentymisestä, työmaan resurssien vapautumisesta ja

raudoitustarkastuksen mahdollisesta poisjäännistä. Teräskuitubetonilla on mahdollista saada myös logistinen etu, koska betonilaatan teräsverkkoja ei tarvitse erikseen kuljettaa ja varastoida työmaalla, vaan laatan teräkset tulevat betoniautojen mukana työmaalle samoilla kuljetuskustannuksilla kuin betoni.

Myynnin ja markkinoinnin näkökulma

Teräskuitubetonin aktiivisen myyntityön kannalta saatiin mielenkiintoista tietoa kohderyhmistä, ostajien rooleista ja kauppatavoista. Kohderyhmistä nousi esille erityisesti suunnittelijoiden rooli asiantuntijoina ja mielipidejohtajina. Kaikilla haastatelluilla kohderyhmillä oli tarve saada ajankohtaista tietoa teräskuitubetonista. Se herätti kaikissa kiinnostusta tulevaisuuden tuotteena. Kauppatapana nousi mielenkiintoisena tietona esille suunnittelijoiden halu ulkoistaa vaativia halli -tyyppisiä teräskuitulattioita tuoteosakaupaksi. Teräskuitubetonin kohderyhmät ja monesta moneen -periaate teknisessä myynnissä nousivat myös vahvasti esille tässä lopputyössä. Se, joka kykenee jakamaan tietoa kaikille tasoille, on etulyöntiasemassa. Tuotteistuksen kannalta oli oleellista saada selville, miten käy, jos tuotteistuksen perussäännöt unohdetaan.

Mitoituspalvelun nopeus

Yhdeksi tärkeäksi tekijäksi nousi myös se, miten nopeasti mitoituslaskelmat saadaan toimitettua asiakkaalle. Laskelmilla voidaan korvata raudoitussuunnitelmia. Jos halutaan vaihtaa jo aloitetussa rakennuskohteessa teräskuitubetoniin, pitää mitoituslaskelmat saada toimitettua suhteellisen nopeasti suunnittelijalle ja edelleen rakennusvalvontaan. Laskelmien toimitusaika ei saa nousta pullonkaulaksi missään vaiheessa.

Työkalu maanvaraisten lattioitten vertailuun

Lopputyön tuloksena syntyi myös laskentataulukko, jota voidaan käyttää työkaluna vertailtaessa maanvaraisten laattojen kustannuksia tavanomaisen raudoituksen ja teräskuitubetonin välillä. Lähtötietoja vaihtamalla voidaan taulukkoa ja sen periaatteita hyödyntää jatkossa kustannusvertailuissa.

4.2 Työn ja menetelmien arviointi

Tutkimuksen reliabelius tarkoittaa tarkoittaa mittaustulosten toistettavuutta eli tutkimuksen kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Tämän lopputyön tutkimukset ja analyysit tehtiin periaatteella, jossa jokainen yksittäinen tieto pyrittiin varmistamaan joko toisesta lähteestä tai toiselta henkilöltä. Jos lopputyö tehtäisiin uudestaan samoilla tavoitteilla ja lähtöasetelmilla, olisi lopputulos täysin sama. (Hirsjärvi;Remes;& Sajavaara, 2010, s. 231)

4.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuus eli validius tarkoittaa mittarin tai tutkimusmenetelmän kykyä mitata juuri oikeaa asiaa. Tässä lopputyössä tehdyt haastattelut kohdistettiin suoraan toimeksiantajan eri sidosryhmiin ja vastaavasti laskennat sekä kustannusvertailut tehtiin juuri niillä tuotteilla ja vaihtoehdoilla, joita oli tarkoitus tutkia. Siksi lopputyötä voidaan pitää luotettavana. (Hirsjärvi;Remes;& Sajavaara, 2010, s. 231)

4.4 Toiminta- tai kehittämisehdotukset

Toimeksiantajan kannalta voisi olla mielenkiintoista kokeilla paikallista ”Teräskuitubetonipäivää”, joka yleisenä PR - tilaisuutena olisi suunnattu kaikille sidosryhmille, alan opettajia ja opiskelijoita unohtamatta. Viesti perustuisi teräskuidun OEH (Ominaisuus, Etu, Hyöty) -analyysiin.

Lopputyössä saatiin mielenkiintoista tietoa myös siitä, miten teräskuitubetonia voitaisiin käyttää raudoittamattomissa seinissä estämään seinien halkeilua. Tämä vähentäisi reklamaatioita ja takuukorjauksista aiheutuvia kustannuksia. Haastatellulla suunnittelijalla oli suuri mielenkiinto asiaa kohtaan.

Lopputyön perusteella voi päätellä, että teräskuitubetonin kohdalla yksi ongelma on tällä hetkellä teknisessä koulutuksessa. Haastattelujen perusteella AMK - tasoisessa opetuksessa teräskuitu mainitaan lyhyesti ja opiskelu aiheesta jatkuu itseopiskeluna työelämässä. Ilmeistä kuitenkin on, että tuleva Betoniyhdistyksen julkaisu maanvaraisen laatan mitoituksesta tuo kaivatun

täydennyksen opetusmateriaaleihin ja hyödyntää myös uusien oppikirjojen tekijöitä. Samalla suunnittelijat saavat kaivattua lisätietoa kiinnostavasta aiheesta.

4.5 Jatkokehittämissideat, uudet tutkimusaiheet

Nyt tutkittiin teräskuitubetonia pelkästään maanvaraisissa laatoissa. Olisi hyvin mielenkiintoista selvittää pilottiprojektien ja ennakkotutkimuksen myötä teräskuitubetonin käyttömahdollisuuksia anturoissa, sokkeleissa, reunavahvistetuissa laatoissa ja raudoittamattomissa seinissä. Taloudellisten laskelmien kautta voisi löytyä täysin uusia markkinoita ja myyntiargumentteja teräskuitubetonille.

LÄHTEET

Kirjalliset lähteet

Rakennustieto Oy. 2010. *Rakennustöiden menekit 2010*. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS.

Alhola, K.;& Lauslahti, S. 2002. *Laskentatoimi ja kannattavuuden hallinta*. Vantaa: WSOY.

Betonyhdistys. 2004. *Betoni - lehti 2004/8*. 54.

Betonyhdistys. 2002. *Betonilattiat 2002 by 45*. Jyväskylä: Gummerrus.

Hirsjärvi, H.;Remes, P.;& Sajavaara, P. 2010. *Tutki ja kirjoita*. Hämeenlinna: Tammi.

Jormakka, R.;Koivusalo, K.;Lappalainen, J.;& Niskanen, M. 2009. *Laskentatoimi*. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Kankainen, J.;Urpola, J.;& Vuorela, K. 2001. *Johdatus rakentamistalouteen*. Espoo: Otamedia Oy.

Kotler, P.;& Armstrong, G. 2006. *Principles of Marketing*. Upper Saddle River: Pearson Education Inc.

Porter, M. E. 1988. *Competitive Advantage - Creating and Sustaining Superior Performance*. Teoksessa M. E. Porter;& T. suom. Marrit, *Kilpailuetu* (s. 648). Espoo: Weilin + Göös.

Rudus Oy. 10. Toukokuu 2010. *Teräskuitubetonin suunnitteluohje NT-112*. Helsinki, Suomi.

Tanner, J. F.;Honeycutt Jr., E. D.;& Erffemeyer, R. C. 2009. *Sales Management*. Upper Saddle River: Pearson Education.

Sähköiset lähteet

Ansion Sementtivalimo Oy. ei pvm. Haettu 7. 11 2010 osoitteesta ASV kotisivut: www.asv.fi

Hartela Oy. 10.1.2011. *Yhteystiedot*. Haettu 13.1.2011 osoitteesta Hartela Oy: <http://www.hartela.fi/p98-yhteystiedot.html>

Kymppibetoni Oy. ei pvm. Haettu 7.11.2010 osoitteesta Kymppibetoni Oy perustietoa: www.kymppibetoni.fi

Marttilan betonirakennus Oy. ei pvm. Haettu 7. 11 2010 osoitteesta MBR kotisivut: www.mbr.fi

Opetushallitus. 2010. *www.edu.fi*. Haettu 9. 2 2011 osoitteesta Etälukio:
<http://www02.oph.fi/etalukio/opiskelumodulit/manmath/talmat/korko1/korko1.html>

Rakennusteollisuus ry ym. Tammikuu 2010. Haettu 30.1. 2011 osoitteesta
Eurokoodit: <http://www.eurokoodit.fi>

Rakennustieto Oy. Lokakuu 2010. *Rakennustieto, toiminta-ajatus*. Haettu
21.11.2010 osoitteesta Rakennustieto: www.rakennustieto.fi

Rakennustieto Oy. Lokakuu 2004 *Raudoitus*. Haettu 17.1. 2011 osoitteesta
Työlajit ja menetelmät 22-0274: www.ratu-hanke.fi

Rudus, Oy. 10. Toukokuu 2010. *Rudus Oy Pienrakentajan opas*. Haettu
1.11.2010 osoitteesta Rudus Oy:n kotisivut:
<http://www.rudus.fi/fi/pienrakentajalle/tuotteet/bet0/suunnittelupalvelut>

Haastattelut

Alipirjelä, T. Jatrax Oy 2.2. 2011. toimitusjohtaja. (H. Ala-Tuuhonen,
Haastattelija)

Halonen, J. Rudus Oy 12.12.2010. Yksikön päällikkö. (H. Ala-Tuuhonen,
Haastattelija)

Latokylä, J. Kaarinan kaupunki 18.1.2011. Johtava rakennustarkastaja. (H. Ala-
Tuuhonen, Haastattelija)

Manninen, P. Rudus Oy 12.11.2010. Projekti-insinööri. (H. Ala-Tuuhonen,
Haastattelija)

Miettinen, V. Rudus Oy 9.2.2011. Tilauskeskuksenhoitaja. (H. Ala-Tuuhonen,
Haastattelija)

Ojala, R. Turun kaupunki 2.2.2011 Johtava rakennustarkastaja. (H. Ala-
Tuuhonen, Haastattelija)

Palolahti, T. Mittaviiva Oy 24.1.2011.suunnittelija (H. Ala-Tuuhonen,
Haastattelija)

Virtanen, L. Risto HaakiOy 4.2.2011. työnjohtaja. (H. Ala-Tuuhonen,
Haastattelija)

LIITTEET

LIITE 1. Rakennesuunnittelijan haastattelu

Narmaplan Oy:n rakennesuunnittelija Mikko Sirenin haastattelu 26.1.2011

1. Miten teräskuitubetonia hyödynnetään tai mielestänni voitaisiin hyödyntää rakentamisessa?

Teräskuitu on uusi tuote ja sitä on ollut markkinoilla vasta muutaman vuoden. Narmapaln on käyttänyt sitä lähinnä logistiikkakeskuksissa ja vastaavissa, joissa tehdään vaativia lattioita. Par'aikaa yksi kohde menossa, jossa teräskuitubetonia käytetään alapohjassa ja välipohjassa, jossa sitä käytetään ontelolaataston päällä kiinnitettynä pintabetonina. Takavuosina on ollut useampiakin kohteita. Narmaplanille teräskuitubetoni on tullut yleisemmin viimeisen viiden vuoden sisällä.

2. Oletteko suunnitelleet asuntorakentamisessa maanvaraisia laattoja teräskuitubetonilla?

Tänäpäivänä käytetään paljon lattialämmitystä, jossa rakenteena käytetään teräskuitubetonilaattaa tai normaalisti raudoitettua laattaa, jonka päälle tulee eristekerros ja kipsilattia. Tosin kipsilattia on mennyt viimevuosina teräskuitulattian ohi pintalattiana tällaisessa rakenteessa.

3. Mitä ajatuksia ratkaisu herättää?

Narmaplanilla on positiivinen asenne teräskuitubetoniin. Tuotteen käyttö muissakin rakenteissa olisi kiinnostavaa. Esimerkiksi Ruukki on määritellyt pilareitten palosuojauksen teräskuitubetonilla. Eli raudoitteen vaihtaminen teräskuitubetoniin nopeuttaa sitäkin työtä. Ollaan oltu tekemässä yhtä kohdetta, jossa kantava paalulaatta on tehty teräskuidulla, että siihenkin ollaan menossa.

4. Onko Narmaplanilla omaa teräskuitulaskentaa?

Toimituksissa on aina urkakoitsija, lattiamiehet ja kuitutoimittaja ja lopullinen mitoitus tehdään toimittajan toimesta. Eli toimittajalle annetaan

kuormituslähtötiedot ja ja pyydetään heiltä laskelmat, että voidaan ottaa kantaa tarvittaessa.

5. Miten projektit ovat sujuneet?

Olemme itse asiassa ihan tyytyväisiä. On ollut jopa kohteita jotka ovat olleet vasta laskentavaiheessa ja kuitutoimittajista on jo otettu yhteyttä. Mielestäni se menee silloin ihan hyvin, kun kuitutoimittaja on riittävän ajoissa mukana.

6. Mitä mieltä olette teräskuitubetonista vaihtoehtona raudoitetulle rakenteelle?

Teräskuitulattiasta on tullut ihan varteenotettava vaihtoehto. Perinteistä raudoitettua lattiaa kauppaavat ovat aktivoituneet ja ovat ottaneet paljon yhteyttä haluten olla nyt teräskuidulla mukana jo suunnittelun alkuvaiheessa. Suurimmassa osassa halli -tyyppisiä rakennuksia on tehty teräskuidulla maanvaraiset alapohjat. Niistä on hyviä kokemuksia. Riippuu tietenkin toimittajasta. Selkeä Oma paketti. Kun rakennusliike tekee maanvaraista lattiaa tarvitaan yleensä ulkopuoliset raudoittajat ja sitten rakennusliike itse betonoi tai joku muu betonoi. Mutta nämä ovat olleet kokonaistoimituksia eli kuidun toimittaja hankkii ne muut osapuolet ja vastaa silloin koko alapohjasta koko prosessin läpi eli jos tulee ongelmia, niin silloin tiedetään, että on se yksi taho jonka puoleen käännetään.

7. Eli silloin puhutaan teräskuidun toimittajista koko paketin myyjinä?

Kyllä. Onhan toimijoita, jotka toimittavat vain kuidun tai betonin jne mutta näemme, että se on selkeä tuoteosakaupan paikka. Näemme hyvänä, että se tulee vain yhtenä pakettina. Se on turvallinen vaihtoehto sekä suunnittelijoille, että tilaajalle.

8. Nopeuttaako teräskuitu rakennusprojektia?

Kyllä. Ihan selkeästi. Joissain kohteissa on jopa jouduttu pakosta valitsemaan teräskuitubetonilattia, koska ei ole ollut aikaa raudoittaa normaalisti. Silloin se on ollut ainoa järkevä vaihtoehto.

9. Tekeekö kuitubetonilaskelman nopeammin kuin radoitussuunnitelman?

Kyllä. Ei tietenkään ihan yleistäen, mutta silloin kun siihen tulee teräskuitutoimittajan laskenta mukaan, ei suinkaan tehdä asioita päällekkäin, vaan tehdään yhdessä nopeammin.

10. Miten nopeasti kuitulaskelma on toimitettu?

Riittävän nopeasti, laskelmat on saatu ihan muutamassa päivässä. Aina on tietenkin parantamisen varaa mutta sielläkin päässä on varmaan kiirettä.

11. Keitä voisivat olla varteenotettavia kuitutoimittajia?

Rudus ja joku latvialainen, joka käyttää Arcelorin kuitua ja tietenkin eri lattiantekijät. Heillä on yhteydet kuitutoimittajaansa ja laskelmat tulee sitä kautta.

12. Saitteko koulutuksenne aikana tietoa teräskuitubetonista?

On niin uusi tuote. Kyselin meidän suunnittelijoilta, meillä ammattikorkean kautta opiskelleet ovat törmänneet koulussa ainoastaan mainintana teräskuituun. Olisi hyvä saada jonkinlainen info. Uusien normien käyttö menee täysin itseopiskelun piikkiin.

13. Miten paljon asuinrakennusten suunnittelua tehdään Narmaplanissa?

Asuinrakennusten suunnittelua tehdään miltei kaikille Turussa toimiville rakennusliikkeille. Esimerkiksi Turussa 50 suunnittelijasta kolmasosa tekee lähes pelkästään asuinrakennusten suunnittelua.

14. Säästääkö teräskuitubetonin käyttö kustannuksia pienemmissä asuinrakennuskohteissa?

En näkisi, että siinä hirveästi olisi eroa. Suurin hyöty tulee raskaasti kuormitetuista isommista laatoista, missä on paljon neliöitä. Asunto-kohteissa raudoitteen määrä on suhteellisen pieni ja kilpailu kahden menetelmän välillä on varmasti kovempi, jos lähtisimme tekemään isoa raskaasti kuormitettua laattaa. Siinä raudoitteen tekemisen määrä on hirvittävän paljon suurempi. Se on tietenkin hinnasta kiinni. Ja riippuu siitä miten se kohde tehdään. Pienrakentaja

voi tehdä raudoituksen täytetyönä ja silloin tilanne on eri. Jos taas laatta teetetään ulkopuolisella, on teräskuitubetoni varmasti kilpailukykyinen.

Vapaamuotoisessa keskustelussa varsinaisen haastattelun jälkeen Siren kertoi olevansa erittäin kiinnostunut hyödyntämään teräskuitua myös muissa rakenteissa. Teräskuitua voisi hänen mukaansa käyttää ongelmallisissa raudoittamattomissa betoniseinissä, joilla on suuri taipumus halkeilla. Jos tällainen seinä tehtäisiin teräskuidulla vahvistettuna, jäisi halkeilu kokonaan pois. Tästä syntyisi rakennusliikkeelle suuri säästö, koska takuu- ja vuosikorjauskustannukset alenisivat huomattavasti. Lisäksi Siren halusi kaiken mahdollisen tiedon teräskuidusta. Hänen mielestään markkinoinnissa ja erityisesti myynnissä pitää rakennusalalla huolehtia siitä, että suunnittelijat ja rakennusliikkeet saavat täsmälleen samat tiedot alalle tulevista uutuuksista ja uusista menetelmistä tai vanhojen menetelmien kehittymisestä. Ongelmallista on, että myyjät liian usein unohtavat suunnittelijat kohderyhmänä, jolloin kiireisen aikataulun vuoksi jää moni hyväkin tuote hyödyntämättä vain siksi, että suunnittelija ei tunne tuotteen teknisiä ominaisuuksia eikä hänellä ole aikaa ottaa asioista selvää. Silloin suunnittelussa pitäydytään aikapulan vuoksi vanhoissa tutuissa ja turvallisissa rakentamistavoissa, vaikka rakennuttaja olisi ollut halukas käyttämään uusinta tekniikkaa. Sireniltä kysyttiin vielä 200 m²:n harkkotalon maanvaraisen laatan suunnittelun kuluvaan suunnittelu-aikaa ja suunnitelman toimitusaikaa. Suunnitteluun kuluu noin yksi työpäivä toimitusajan ollessa 1-2 viikkoa työtilanteesta riippuen.

LIITE 2. Rakennusvalvonnan haastattelut

Kaarinan kaupungin johtavan rakennustarkastajan Jukka Latokylän haastattelu 18.1.2011.

1. Missä määrin teräskuitubetonia käytetään tällä hetkellä rakentamisessa?

Kaarinassa ei ole toistaiseksi ilmaantunut yhtään kohdetta, jossa olisi käytetty teräskuitubetonia. Yleisesti rakennusvalvonnan tiedossa on, että kuitubetonia käytetään vain harvoissa alapohjarakenteissa. Sitä ei ole koskaan ehdotettu korvaamaan normaalia raudoitetta

2. Voisiko sillä olla lisää markkinoita?

Markkinoita varmaan olisi, koska työmäärä työmailla vähenisi.

3. Millä perusteilla?

Työmaalla on teräskuitubetonilla huomattava ajansäästö mahdollista. Ammattitaitoiset raudoittajat ovat häviämässä. Raudoitustarkastus jää pois. Suunnitteluvaihe nopeutuu, koska esim. ok -talon kantavan alapohjan raudoitussuunnitelmat jää pois ja tilalle tulee teräskuitulaskelma. Käytännössä siis suunnittelu tulee teräskuitubetonilla edullisemmaksi. Kohderyhmänä suunnittelijat ovat ensisijaisia. Rakennuttajat eivät tilaa, koska eivät tunne tuotetta. Hintataso on varmaankin yksi hidaste, toinen on tunnettavuus. Kohderyhmille tulisi suunnata asiasta infoa ja koulutustilaisuuksia esimerkiksi rakennesuunnittelijoille. Ainakaan minun tietooni ei ole tullut yhtään rakennusvalvonnalle suunnattua tilaisuutta.

4. Onko teräskuitubetonia ehdotettu vaihtoehtona raudoitetulle rakenteelle jo työn alla olevaan kohteeseen?

Jos halutaan vaihtaa "vauhdissa" teräskuitubetoniin se onnistuu, jos

rakennusvalvonta saa laskelmat suunnittelijalta ennen valua tai suunnittelija ottaa vastuun ja toimittaa laskelmat valun jälkeen

5. Jos on ehdotettu, minkätyyppiseen kohteeseen?

Ei ole ehdotettu.

6. Hyväksyttkö / hylkäsittekö kohteessa teräskuidun käytön?

Kuidun käyttö voidaan hyväksyä, mikäli se on dokumentoitu. Suunnittelija vastaa teräskuidun käytöstä. Rakennesuunnitelmat tulee toimittaa ennen työn aloittamista. Suunnitelmista ei voi poiketa.

7. Saitteko/vaaditteko teknisiä laskelmia teräskuidun käytöstä?

Laskelmat vaaditaan, kuten aina.

8. Oletteko kiinnostuneita hyödyntämään teräskuituun liittyviä mitoituspalveluja?

Vastuu laskelmista kuuluu suunnittelijalle, ei rakennustarkastajalle.

9. Millaista tietoa saitte koulutuksenne aikana teräskuitubetonista?

Eipä juuri mitään, teräskuitu on aika uusi asia markkinoilla.

Vapaassa keskustelussa Jukka Latokylä totesi, että teräskuitubetoni on tulevaisuuden tuote. Siitä pitää antaa infoa suunnittelijoille. Kuitubetoni on verrattavissa esim. ontelolaattoihin, joissa taattu toimittajan varmuus ja laatu. Niilläkin säästää monia työvaiheita. PeabSeicon (*Ruduksen paikallinen kilpailija MBR = tekijän huomautus*) oli tarjonnut jotain virolaista kuitua ilman laskelmia ja tästä oli tullut negatiivinen leima koko tuotteeseen. (Latokylä, 2011)

Haastattelu 1.2.2011, Turun kaupungin johtava rakennustarkastaja Reima Ojala

1. Missä määrin teräskuitubetonia käytetään tällä hetkellä rakentamisessa?

Teräskuidusta tehdään tällä hetkellä jopa kerrostaloja, jolloin mitoitus perustuu todennäköisyyteen, ei mihinkään kimmoteoriaan. Vaatii aikamoista työtä, että teräskuidusta voidaan tehdä kantavia rakenteita riittävällä varmuudella. Maanvaraisiin rakenteisiin teräskuitubetoni sopii hyvin. Turussa sitä käytetään aika vähän vielä.

2. Voisiko sillä olla lisää markkinoita?

Maanvaraisissa laatoissa ja pintalattioissa ihan hyvä, kunhan käyttää lisäerästystä kriittisissä paikoissa. Olen itse valanu kuitubetonista satoja neliöitä. mutta on olemassa ongelmakohtia, joissa laatan poikkileikkaus muuttuu ja laatta halkeaa. Mutta kun käytetään lisäerästystä, eipäs halkeakaan. Kyllä ne teidän teknikot tietää. Jos teräskuitua tutkitaan ja suunnitellaan, sillä ilman muuta on lisää markkinoita.

3. Millä perusteilla?

Maanvaraisissa- ja pintalattioissa se on oikein hyvä tuote. Helpottaa ja nopeuttaa rakentamista, kunhan huolehtii nuo halkeamat. Ideaparkin lattia on tehty teräskuidusta, jos olet käynyt katsomassa, niin se on täynnä halkeamia. Enemmän sitä pitää tutkia, jotta välttää sellaiset ongelmat, mitä siellä on tullu.

4. Onko teräskuitubetonia ehdotettu vaihtoehtona raudoitetulle rakenteelle jo työn alla olevaan kohteeseen?

Ei haittaa, se on ihan käypänen ja meidän insinöörit voi katsoa suunnitelmat ja hyväksyä ne maanvaraisiin lattioihin ja pintabetoniin. Meillä oli täällä tapaus kun Ikeaan haluttiin kantaviin lattioihin teräskuitu ja raisiolaiset hyväksyi sen ja kysyivät meiltäkin. Ja meiltä kysyttiin sitten teräskuitubetonia sen jälkeen kantaviin lattioihin teollisuushalleihin, mutta me ei hyväksytty, koska ei ole eurokoodia olemassa eikä rakentamismääräyskokoelma osaa ottaa kantaa

kuitubetoniin. Vaikka teidän miehet ovat näyttäneet meille Tallinnassa olevaa kerrostaloa, joka oli tehty teräskuidusta.

5. Jos on ehdotettu, minkätyyppiseen kohteeseen?

Maanvaraisissa laatoissa ja pintalattioissa teräskuitubetoni on ihan ok.

6. Hyväksyittekö / hylkäsittekö kohteessa teräskuidun käytön?

(Vertaa kysymyksen neljä vastaukseen.)

7. Saitteko /vaaditteko teknisiä laskelmia teräskuidun käytöstä?

Mitoituslaskelmat vaaditaan aina.

8. Oletteko kiinnostuneita hyödyntämään teräskuituun liittyviä mitoituspalveluja?

Se kuuluu suunnittelijoille. Mutta olemme kiinnostuneita kaikista aiheeseen liittyvistä julkaisuista eli jos teillä on jotain aiheeseen liittyvää, niin tänne vaan, niin voidaan opiskella.

9. Millaista tietoa teräskuitubetonista saitte koulutuksenne aikana?

Silloin 90 -luvun alussa kun opiskelin lisää teräskuitu tunnettiin jo.

Vapaamuotoisessa keskustelussa Reima Ojala piti kahden minuutin pikaesitelmän teräskuidun todennäköisyysmitoituksesta, jossa kuitujen jakauma betoniin kuvattiin Gaussin käyrällä. Tätä oli kuulemma käytetty jonkin pilvenpiirtäjän tekemisessä teräskuitubetonin mitoitusperusteena.

LIITE 3. Rakennusliikkeen haastattelu

Rakennusliike Jatrax Oy toimitusjohtajan Tommi Alipirjelän haastattelu 1.2.2011

1. Mitä tulee mieleen termistä teräskuitubetoni?

Olen kuullut, mutta en käyttänyt. Emme ole tehneet yhtään kohdetta käyttäen teräskuitubetonia. Sehän on joku ihan uusi juttu. Messuilla olemme nähneet jotain koukkupäisiä lankoja, se taisi olla teräskuitua. Se on meille täysin tuntematon tuote.

2. Miten suhtautuisitte asiaan, jos suunnittelija ehdottaisi teräskuitubetonia vaihtoehdoksi raudoitetulle rakenteelle?

Kyllähän se mahdollista on kokeilla teräskuitua. Emme suunnittele itse, vaan kaikki suunnittelu on ulkoistettu. Ja raudoitteet tulee meille valmiina. Jos suunnittelija ehdottaa, niin miksei voisi kokeilla. Kaikki millä saadaan kustannuksia ja työtunteja alas kiinnostaa. Jos sillä pystytään säästämään, niin ilman muuta kiinnostaa. Näin talvella esimerkiksi raudoittaminen on aika ikävää puuhaa.

3. Miten tarkkaan teidän kohteissanne tehdään ennakkolaskelmia?

Emme laske tarkkaan rakennusmassoja pienkohteissa. Hommia tehdään neliöhinnoin. Isommissa kohteissa kylläkin.

4. Mikä merkitys olisi lyhentyvällä rakennusaikataululla yrityksellenne?

On sillä merkitystä. Kustannukset ja hinnat vaan kohoaa koko ajan ja jostain pitäisi saada kustannussäästöjä alaspäin.

5. Saitteko koulutuksenne aikana tietoa teräskuitubetonista?

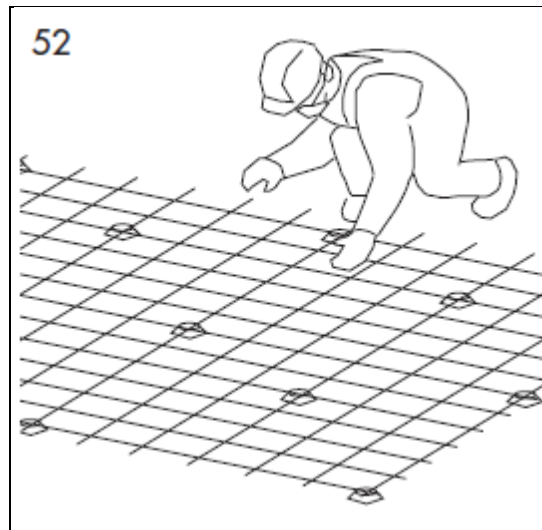
Kävin ammattikoulun -86, ei silloin puhuttu mitään teräskuitubetonista.

Vapaamuotoisessa keskustelussa Alipirjelä kertoi olevansa erittäin kiinnostunut teräskuitubetonista. Kukaan vain ei ole koskaan antanut hänelle tietoa. Jatrax Oy tekee tänä vuonna 30-35 taloa. Ja jos tähän saadaan säästöjä kustannuksissa ovat hyödyt hyvin selkeät. Jatrax Oy:n tyypillinen asiakas on

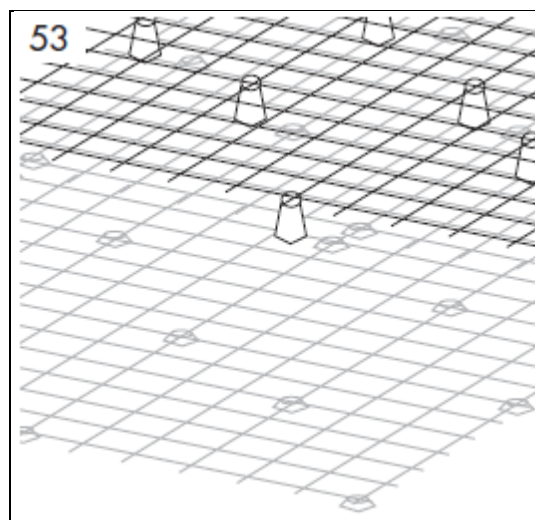
nuori turkulainen aviopari, joka muuttaa Lietoon. Asuntojen hinnoittelu on tarkkaa ja jo 10000 euron hintaerolla on merkitystä, koska monta kertaa asiakkaitten vakuudet ovat tarkkaan hyödynnettyjä. Alipirjelä kertoi, että Jatrax Oy tekee myös perustusurakoita. Kysyttäessä Alipirjelä kertoi hinnoittelun perustuvan 35-40 euron verottomaan tuntihintaan, jolloin siinä on jo hieman pelivaraa. Normaali ammattimiehen tuntiveloitus on 32-35 € tunti ilman arvonlisäveroa.

LIITE 4. Tavanomainen laatan raudoitus

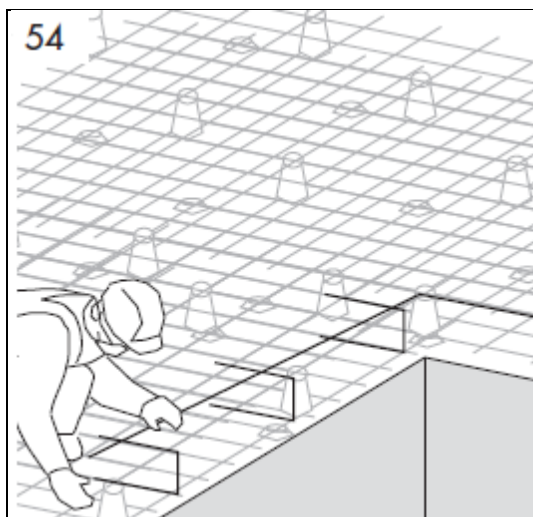
Ratu 22-0274



“Laatan alapinnan verkot asennetaan paikoilleen laatan jännevälin suuntaisesti. Alapinnan verkot tuetaan asennuksen jälkeen korokkeilla tarvittavaa suojakerrosta varten.” (Rakennustieto Oy, 2004)



“Yläpinnan raudoituksen tukemiseksi asennetaan tukipukit tai valmiit ansaat. Yläpinnan verkot asennetaan tukien varaan.” (Rakennustieto Oy, 2004)



“Asennustyön jälkeen leikataan tarvittavat aukot ja vahvistetaan aukkojen reunat yksittäisteräksillä.” (Rakennustieto Oy, 2004)

LIITE 5. ArcelorMittal:in teräskuitujen laskenta harkko-omakotitaloon
Liitteessä lasketaan lähtötietojen perusteella teräskuidun määrä 290 m² harkko-omakotitalon maanvaraiseen lattiaan. Laskelmassa huomioitu talon paino 110 tonnia, seinien staattinen kuorma laattaan, laatan alustaluku sekä takan aiheuttama staattinen pistekuorma.



Fundamentplatte aus Stahlfaserbeton

Bemessung nach VDS-Zulassung nach Z-71.3-36

Dieser statische Nachweis ist nür für nach Z-71.3-36 zugelassene und nachfolgend exakt benannte Stahlfasertypen gültig. Bei Verwendung anderer Stahlfasern erlischt jegliche Haftung.

Projekt
Objekt
Straße
Ort
Bauherr / AG

FIN - 032 / 10
Single Family Bungalow

Kunde**Rudus Oy**

Ansprechpartner
Straße
Ort
E-mail
Telefon
Fax
Mobil

Petri Manninen
Pronssitie 1
00440 Helsinki
petri.manninen@rudus.fi

+358 / 50 / 365 46 71

Datum

14.12.2010

Dieser statische Nachweis wurde erstellt von:

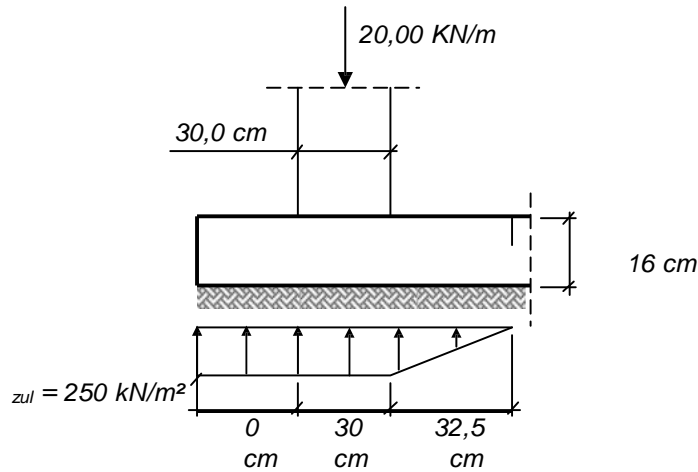
Firma ArcelorMittal Bissen s.a.
Name Patrick Creutz
Straße BP 16
Ort L-7703 Bissen
Telefon Tel.: +352 / 83 57 72-304
Fax Fax.: +352 / 83 57 72-209
E-mail email: patrick.creutz@arcelormittal.com
Internet www.arcelormittal.com/steelfibres

VDS-Fupla: Version: 1.1AM

Außenwand:

Dicke Bodenplatte $h =$	16 cm
Überstand $\ddot{u} =$	0 cm
Statische Höhe $h' =$	15,0 cm
Beton =	C25/30
Betonfestigkeit $f_{cd} =$	14,17 N/mm²
Zul. Bodenpressung $\sigma_{o,zul} =$	250 kN/m²
Dicke Aussenwand $d_{wa} =$	30,0 cm
Wandlast $N_{w,a} =$	20,00 kN/m

System:



Hebelarm z

$$x = 1,1 \frac{\ddot{u} \frac{d_w}{2}}{h} = 2,03125 \quad \text{mit } x = 3$$

$$\min x_a = x \cdot h = 32,5 \text{ cm}$$

$$\text{vorh } \sigma = \frac{N}{d_w \cdot \ddot{u} \cdot 0,5 \cdot \min x} = 43,24 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{vorh } x_a = \min x_a ; \quad \text{wenn } \text{vorh } \sigma < \sigma_{zul}$$

$$\text{vorh } x_a = 2 \frac{N}{\ddot{u} \cdot d_w} \quad \text{wenn } \text{vorh } \sigma > \sigma_{zul}$$

$$\text{vorh } x_a = 32,5 \text{ cm}$$

entstehende Bodenpressung: 43,24 kN/m²

$$eR = \frac{1}{2} \ddot{u} \frac{d_w}{2} \frac{1}{3} x \frac{1}{2} \ddot{u} \frac{d_w}{2} x = 24,08 \text{ cm}$$

$$eL = \ddot{u} \cdot 0,5 \cdot d_w = 15 \text{ cm}$$

$$z = eR - eL = 9,077 \text{ cm}$$

Bemessung auf Biegung

Ermittlung des Bemessungsmomentes

$$\begin{aligned} \text{Hebelarm } z: & \quad z = 9,077 \text{ cm} \\ \text{Bemessungslast: } & \quad N_{sd} \quad N_{w,i} \quad 1,4 \quad 28,00 \text{ kN} \\ \text{Bemessungsmoment: } & \quad M_{Ed} \quad N_{sd} \quad z \quad 2,541 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Ermittlung der erforderlichen äquivalenten Biegezugfestigkeit

$$f_{cd} = f_{ck} \cdot \frac{1}{c} \cdot a_{sys} \cdot \begin{cases} 1 & \text{für } h' < 15 \text{ cm} \\ 1 - \frac{h - 0,15}{2,25} & \text{für } 15 \leq h' \leq 60 \text{ cm} \\ 0,8 & \text{für } h' > 60 \text{ cm} \end{cases}$$

$$k_x = 2,5 \cdot \sqrt{\frac{M_{sd}}{6,25 \cdot f_{cd} \cdot h^2}} \cdot x \cdot k_x \cdot h \cdot erf \cdot f_{eq,ctd,II} = 0,76 \cdot \frac{x}{h} \cdot f_{ct}$$

$$erf \cdot f_{eq,ctk,II} = erf \cdot f_{eq,ct,d,II} \cdot \frac{f_{ct}}{f_{sys} \cdot c}$$

$f_{ck} = 25,00 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$c = 1,5$	$k_x = 0,0209$
$f_{cd} = 14,17 \text{ N/mm}^2$	$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$	$c = 0,85$	$c^f = 0,85$
$i_{ct} = 1,25$	$erf \cdot f_{eq,ctd,II} = 0,23 \text{ N/mm}^2$	$sys = 0,9956$	$\Delta h_{oben} = 1 \text{ cm}$
$x = 0,31342 \text{ cm}$	$erf \cdot f_{eq,ctk,II} = 0,339 \text{ N/mm}^2$	$s = 1,15$	$h' = 15,0 \text{ cm}$

Überprüfung nach Zulassung Bodenplatte

Erforderliche equivalente Betonzugspannung im Bereich II:

$$erf. f_{eq,ctk,II} = 0,34 \text{ N/mm}^2$$

Gewählte equivalente Betonzugspannung im Bereich II:

$$gew. f_{eq,ctk,II} = 0,60 \text{ N/mm}^2$$

daraus folgt:

$0,34 \text{ N/mm}^2$	$0,60 \text{ N/mm}^2$	Nachweis erfüllt
-----------------------	-----------------------	-------------------------

Nachweis örtlich verminderter Faserwirkung

Der Nachweis einer örtlich verminderten Faserwirkung kann erst ab einer Zugzonenfläche von $A_{ct} = 0,6 \text{ m}^2$ maßgebend werden (siehe Diagramm für Abminderungsfaktoren von werksgemischtem Stahlfaserbeton in Abhängigkeit der Zugzonenfläche).

Laut Zulassung kann der Wert der Zugzonenfläche A_{ct}^f vereinfacht mit $0,8 \cdot A$ angesetzt werden

$$\begin{aligned} \text{Risslänge } l_R &= 4,00 \text{ m} \\ \text{Statische Höhe } h' &= 0,150 \text{ m} \end{aligned}$$

$$A_{ct}^f = 0,8 \cdot l_R \cdot h \quad \boxed{0,48 \text{ m}^2 \quad 0,60 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{Nachweis entfällt!}}$$

Querkraftnachweis

Querkraftwiderstand

Bei ausschließlicher Verwendung von Stahlfasern sind die Bemessungswiderstände in folgender

$V_{Rd,B}$ [kN/m]		$f_{eq,ctk,II}$				
h		0,4	0,6	0,8	1	1,2
0,20		39,2	58,8	78,4	98,0	117,6
0,25		47,3	70,9	94,5	118,1	141,8
0,30		54,6	81,9	109,2	136,5	163,8

Tabelle angegeben:

rechnerisch ergibt sich die Formel zur Berechnung des o.g. Querkraftwiderstandes zu:

$$V_{Rd,B} = \frac{0,12 (1,6 d) f_{eq,ctk,II} f_{yd} b_w 0,8 h 1,2}{0,37 f_{yd} 0,9} = 0,3459 \cdot 1,6 \cdot d \cdot f_{eq,ctk,II} \cdot h = \mathbf{47,82 \text{ kN/m}}$$

Querkraft

Abweichend von DIN 1045-1 wird hier nicht die gesamte entlastende Sohlspannung in Ansatz gebracht, sondern aufgrund des Spannungstrapezes wird dieser Wert auf 80 % des ermittelten Maximalwertes reduziert.

$$V_{Sd,a} = N_{Sd,a} h' \ddot{u} d_{w,a} g 0,8 \text{ vorh } x_a = \mathbf{6,98 \text{ kN/m}}$$

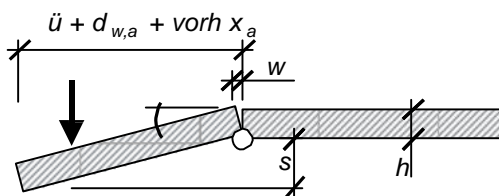
Überprüfung:

$$V_{Sd,a} < V_{Rd,B} \quad \mathbf{\text{Nachweis erfüllt}}$$

Nachweis der Rissbreite im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Um eine ausreichende Verankerungsmöglichkeit für die Stahlfaser sicherzustellen, wird die maximale Rissbreite im Grenzzustand der Tragfähigkeit auf einen Wert von $0,05 \times \text{Faserlänge } l_f$ begrenzt.

Der Zusammenhang zwischen der zulässigen Rissöffnung w und der dazugehörigen maximal zulässigen Differentialsetzung s im System wird folgendermaßen beschrieben:



mit:

$$h = 160 \text{ mm}$$

$$w = 0,05 l_f = 2,5 \text{ mm}$$

$$l_f = 50 \text{ mm}$$

$$= \arcsin \frac{w}{h} = 0,01562564 \text{ (rad)}$$

$$d_{w,a} = 300,0 \text{ mm}$$

$$\text{vorh } x_a = 325,0 \text{ mm}$$

$$\ddot{u} = 0 \text{ mm}$$

$$\frac{s}{d_{w,a} \text{ vorh } x_a \ddot{u}} = \frac{w/2}{\cos \frac{w}{2h}} \Rightarrow s = \frac{w/2}{\cos \frac{w}{2h}} \frac{d_{w,a} \text{ vorh } x_a \ddot{u}}{h} = \mathbf{4,883 \text{ mm}}$$

Durch diese Setzung ergibt sich demzufolge das erforderliche Bettungsmodul durch den Zusammenhang

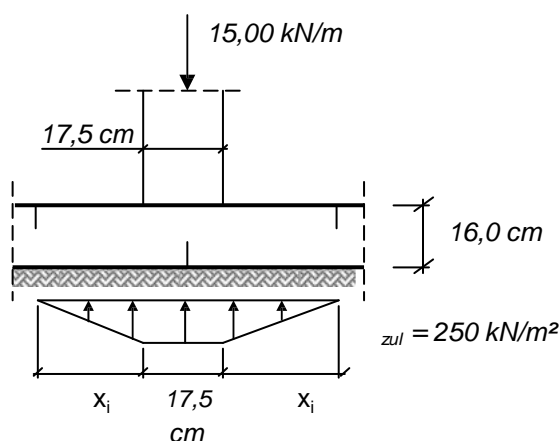
$$\min k_s = \text{vorh.} / s = 0,009 \text{ N/mm}^3 \leq \text{vorh } k_s = 0,1 \text{ N/mm}^3 \quad \mathbf{\text{Nachweis erfüllt}}$$

Innenwand

Ausgangsdaten

Dicke Bodenplatte $h =$	16 cm
Statische Höhe $h' =$	14,0 cm
Beton =	C25/30
Betonfestigkeit $f_{cd} =$	14,17 N/mm²
Zul. Bodenpressung $\sigma_{zul} =$	250 kN/m²
Dicke Innenwand $d_{wi} =$	17,5 cm
Wandlast $N_{wi} =$	15,00 kN/m
Zulagebewehrung unten	0,00 cm²/m (rechnerisch nicht angesetzt)

System:



maßgebender Hebelarm z

$$\min x_i \quad 2,5 \quad h = 40,0 \text{ cm}$$

$$\text{vorh } \sigma \quad \frac{N}{\min x \cdot d_w} \quad 26,09 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{vorh } x_i \quad \frac{\min x_i}{\frac{N}{zul}} \quad d_w \quad ; \quad \begin{array}{l} \text{wenn } \text{vorh } \sigma < \sigma_{zul} \\ \text{wenn } \text{vorh } \sigma > \sigma_{zul} \end{array}$$

$$\text{vorh } x_i \quad 40,0 \text{ cm}$$

entstehende Bodenpressung: 26,1 kN/m²

$$\Rightarrow z \quad \frac{eR}{4} \quad \frac{1}{4} \frac{d_w^2}{8} \frac{x^2}{6} \quad \frac{d_w x}{4} \Big/ d_w \quad x \quad \frac{1}{2} \quad 4,17 \text{ cm}$$

Bemessung auf Biegung

Ermittlung des Bemessungsmomentes

Hebelarm:	z	4,17 cm
Bemessungslast:	$N_{sd} N_{w,i}$	1,4 21,0 kN
Bemessungsmoment:	$M_{Ed} N_{s,i}$	z 0,88 kNm

Ermittlung der erforderlichen äquivalenten Nachrisszugfestigkeit

$$f_{cd} = f_{ck} \cdot \frac{1}{\gamma_c} \cdot \gamma_{sys} \quad \gamma_{sys} = \begin{cases} 1 & \text{für } h' < 0,15m \\ 1 + \frac{h - 0,15}{2,25} & \text{für } 0,15 \leq h' \leq 0,60m \\ 0,8 & \text{für } h' > 0,60m \end{cases}$$

$$k_x = 2,5 \cdot \sqrt[6]{\frac{M_{sd}}{f_{ctd} h^2}} \quad \text{erf. } f_{eq,ctd,II} = 0,76 \cdot \frac{x}{h} \cdot f_{cd}$$

$$\text{erf. } f_{eq,ctk,II} = \text{erf. } f_{eq,ct,d,II} \cdot \frac{f_{ct}}{f_c} \quad h = h \cdot \frac{h_{oben} + h_{unten}}{2}$$

$f_{ck} = 25,00 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$c = 1,5$	$k_x = 0,0083$
$f_{cd} = 14,17 \text{ N/mm}^2$	$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$	$c = 0,85$	$c^f = 0,85$
$\gamma_{ct} = 1,25$	$\text{erf. } f_{eq,ctd,II} = 0,09 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_{sys} = 1,000$	$\Delta h_{oben} = 1,0 \text{ cm}$
$x = 0,11610 \text{ cm}$	$\text{erf. } f_{eq,ctk,II} = 0,132 \text{ N/mm}^2$	$s = 1,15$	$\Delta h_{unten} = 2,0 \text{ cm}$
			$h' = 14,0 \text{ cm}$

Überprüfung nach Zulassung Bodenplatte

Erforderliche äquivalente Betonzugspannung im Bereich II:	erf. $f_{eq,ctk,II} = 0,13 \text{ N/mm}^2$
Gewählte äquivalente Betonzugspannung im Bereich II :	gew. $f_{eq,ctk,II} = 0,60 \text{ N/mm}^2$

daraus folgt: **0,13 N/mm²** **0,60 N/mm²** **Nachweis erfüllt**

Nachweis örtlich verminderter Faserwirkung

Der Nachweis einer örtlich verminderten Faserwirkung kann erst ab einer Zugzonenfläche von $A_{ct} \leq 0,6 \text{ m}^2$ maßgebend werden (siehe Diagramm für Abminderungsfaktoren von werksgemischtem Stahlfaserbeton in Abhängigkeit der Zugzonenfläche).

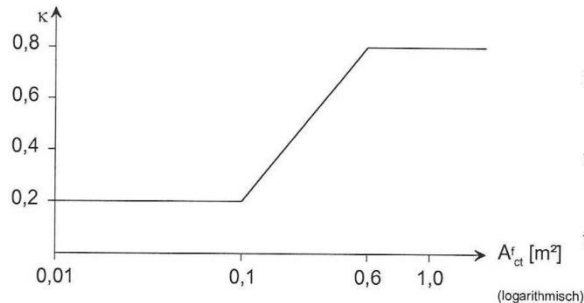
Laut Zulassung kann der Wert der Zugzonenfläche A_{ct}^f vereinfacht mit **0,8·A** angesetzt werden

$$\text{Risslänge } l_R = 4,50 \text{ m}$$

$$\text{Statische Höhe } h' = 0,140 \text{ m}$$

$$A_{ct}^f = 0,8 \cdot l_R \cdot h = 0,50 \text{ m}^2 \leq 0,6 \text{ m}^2 \quad \text{Nachweis erforderlich}$$

Ermittlung des Abminderungsfaktors



$$\kappa = 0,2$$

für $A^f_{ct} \leq 0,1 \text{ m}^2$

$$\kappa = 0,2 + 0,6 \frac{\ln(A^f_{ct} / 0,1 \text{ m}^2)}{\ln(6)}$$

für $0,1 \text{ m}^2 > A^f_{ct} > 0,6 \text{ m}^2$

$$\kappa = 0,8$$

für $A^f_{ct} \geq 0,6 \text{ m}^2$

0,7416

Ermittlung des Bemessungsmomentes

Hebelarm: z **4,17 cm**

Bemessungslast: N_{sd} $N_{w,i}$ 1,35 **20,3 kN**

Bemessungsmoment: M_{Ed} N_{sd} z **0,85 kNm**

Ermittlung der erforderlichen äquivalenten Nachrisszugfestigkeit

$$f_{cd} = f_{ck} \cdot c \cdot \frac{1}{c} \cdot \text{sys} \cdot 1 \cdot \frac{h}{2,25} \quad \begin{array}{l} 1 \text{ für } h' < 0,15\text{m} \\ \text{für } 0,15 \leq h' \leq 0,60\text{m} \\ 0,8 \text{ für } h' > 0,60\text{m} \end{array}$$

$$k_x = 2,5 \cdot \sqrt[6]{\frac{M_{sd}}{76 \cdot f_{cd} \cdot h^2}} \cdot x \cdot k_x \cdot h \quad \text{erf. } f_{eq,ctd,II} = 0,76 \cdot \frac{x}{h} \cdot \frac{1}{x} \cdot f_{cd}$$

$$\text{erf. } f_{eq,ctk,II} = \text{erf. } f_{eq,ct,d,II} \cdot \frac{f_{ct}}{f_{sys}} \cdot \frac{f}{c} \quad h = \frac{h_{oben} + h_{unten}}{2}$$

$f_{ck} = 25,00 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$c = 1,00$	$k_x = 0,0055$
$f_{cd} = 21,25 \text{ N/mm}^2$	$f_{yd} = 500 \text{ N/mm}^2$	$c = 0,85$	$c^f = 0,85$
$f_{ct}^f = 1$	$\text{erf. } f_{eq,ctd,II} = 0,121 \text{ N/mm}^2$	$\text{sys} = 1,0000$	$\Delta h_{oben} = 1,0 \text{ cm}$
$x = 0,07744 \text{ cm}$	$\text{erf. } f_{eq,ctk,II} = 0,143 \text{ N/mm}^2$	$s = 1,00$	$\Delta h_{unten} = 2,0 \text{ cm}$
			$h' = 14,0 \text{ cm}$

Überprüfung nach Zulassung Bodenplatte

Erforderliche äquivalente Betonzugspannung im Bereich II: **erf. $f_{eq,ctk,II} = 0,14 \text{ N/mm}^2$**

Gewählte äquivalente Betonzugspannung im Bereich II: **gew. $f_{eq,ctk,II} = 0,60 \text{ N/mm}^2$**

daraus folgt: **0,14 N/mm² 0,60 N/mm² Nachweis erfüllt**

Querkraftnachweis

Querkraftwiderstand

Bei ausschließlicher Verwendung von Stahlfasern sind die Bemessungswiderstände in folgender

V _{Rd,B} [kN/m]		f _{eq,ctk,II}				
h		0,4	0,6	0,8	1	1,2
0,20		39,2	58,8	78,4	98,0	117,6
0,25		47,3	70,9	94,5	118,1	141,8
0,30		54,6	81,9	109,2	136,5	163,8

Tabelle angegeben:

rechnerisch ergibt sich die Formel zur Berechnung des o.g. Querkraftwiderstandes zu:

$$V_{Rd,B} = \frac{0,12 (1,6 d) f_{eq,ctk,II} f_{yd} b_w 0,8 h 1,2}{0,37 f_{yd} 0,9} = 0,3459 1,6 d f_{eq,ctk,II} h = \mathbf{47,82 \text{ kN/m}}$$

Querkraft

Abweichend von DIN 1045-1 wird hier nicht die gesamte entlastende Sohlspannung in Ansatz gebracht, sondern aufgrund des Spannungstrapezes wird dieser Wert auf 80% des ermittelten Maximalwertes reduziert.

$$V_{Sd,i} = \frac{1}{2} N_{Sd,i} 2 h' d_{w,i} g 0,8 \text{ vorh}_i = \mathbf{4,09 \text{ kN/m}}$$

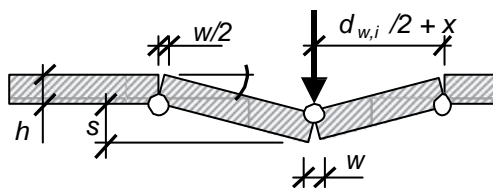
Überprüfung:

$$V_{Sd,i} < V_{Rd}, \text{ **Nachweis erfüllt**}$$

Nachweis der Rissbreite im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Um eine ausreichende Verankerungsmöglichkeit für die Stahlfaser sicherzustellen, wird die maximale Rissbreite im Grenzzustand der Tragfähigkeit auf einen Wert von 0,05 x Faserlänge l_f begrenzt.

Der Zusammenhang zwischen der zulässigen Rissöffnung w und der dazugehörigen maximal zulässigen Differentialsetzung s im System wird folgendermaßen beschrieben:



mit: $h = 16 \text{ mm}$
 $w = 0,05 l_f = 2,5 \text{ mm}$
 $l_f = 0 \text{ mm}$
 $= \arcsin \frac{w}{2 h} = 0,07820 \text{ (rad)}$
 $d_{w,i} = 175,0 \text{ mm}$
 $\text{vorh } x_i = 400,0 \text{ mm}$

$$s = \frac{w/2}{\cos h} \Rightarrow s = \frac{w/2 \cdot d_{w,i}/2}{\cos h \cdot \text{vorh } x_i} = \mathbf{38,203 \text{ mm}}$$

Durch diese Setzung ergibt sich demzufolge das erf. Bettungsmodul durch den Zusammenhang

$$\min k_s = \text{vorh.} / s = 0,001 \text{ N/mm}^3 \leq \text{vorh } k_s = 0,100 \text{ N/mm}^3 \quad \text{**Nachweis erfüllt**}$$



Punktlasten

Eingangswerte:

Bodenplattendicke $d = 16 \text{ cm}$ Stütze: (innen) Breite $b_i = 80 \text{ cm}$ (ausen) Breite $b_a = 0 \text{ cm}$ Länge $a_i = 80 \text{ cm}$ Länge $a_a = 0 \text{ cm}$ vorhandenes Bettungsmodul $k = 100,0 \text{ MN/m}^3$ zulässige Bodenpressung $z_{ul} = 250 \text{ kN/m}^2$ Gewählter Beton: **C25/30** $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ Ausfallschicht unten: **20 mm**Ausfallschicht oben: **10 mm**gewählte Faserbetonklasse Bereich II: **0,60 N/mm²**

Biegebemessung:

	Plattenmitte	Plattenrand	Plattenecke
Einzellast $N_{Ek} =$	45,00 kN	0,00 kN	0,00 kN
Einzellast $N_{Ed} =$	63,00 kN	0,00 kN	0,00 kN
Lastaufstandsfläche $A =$	0,6400 m ²	0,0000 m ²	0,0000 m ²
$r_1 = \sqrt{(A/p)} =$	0,4514 m	0,0000 m	0,0000 m
$r = I_k = (EI/k)^{(1/4)} =$	0,5679 m	0,5679 m	0,5679 m
Hebelarme =	$1/14 \cdot (1 - r_1/r) =$ 0,0147 m	$(r - r_1)/(6 \cdot r + 0,6 \cdot r_1) =$ 0,0000 m	$(r - r_1)/(2,5 \cdot r + 0,9 \cdot r_1) =$ 0,0000 m
Bemessungsmomente $m_{Ed} =$	0,92 kNm/m	0,00 kNm/m	0,00 kNm/m
$\alpha_{sys} =$	0,996	0,996	0,996
$\alpha_c^f =$	0,85	0,85	0,85
$f =$	1,25	1,25	1,25
Widerstandsmomente $m_{Rd} =$	3,85 kNm/m	3,85 kNm/m	3,85 kNm/m
	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt

Durchstanznachweis:

	Plattenmitte	Plattenrand	Plattenecke
kritische Fläche $A_{crit} =$	1,589 m ²	0,045 m ²	0,011 m ²
Einzellast $V_{Ed} =$	0,00 kN	0,00 kN	0,00 kN
$=$	1,050	1,400	1,500
Umfang des Rundschnitts $u =$	4,71 m	0,75 m	0,38 m
Bemessungswert $v_{Ed} =$	0,00 kN/m	0,00 kN/m	0,00 kN/m
Grenztragfähig $v_{Rd} =$	10,16 kN/m	63,42 kN/m	126,84 kN/m
	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt

Zusammenfassung

Die Bodenplatte kann als tragende Fundamentbodenplatte mit ArcelorMittal Stahldrahtfasern nach DIN EN 14889-1 ausgeführt werden. Folgende Parameter sind einzuhalten, bzw. werden für die Ausführung vorausgesetzt:

Fundamentplatte:

Plattendicke d	=	16 cm
Plattengröße	≤	12 m x 10 m
Plattenüberstand ü	=	0 cm

Beton:

Betongüte	=	C25/30
Faserbetonklasse	=	F0,8/0,6

Untergrund:

zul. Bodenpressung σ_{Boden}	=	250 kN/m ²
notwendiger Bettungsmodul k	≥	0,100 N/mm ³



ArcelorMittal

Stahldrahtfasern:

Fasertyp:	Hersteller:	Länge:	
	mechanische	Verankerung:	HE 1/50
	ArcelorMittal	50 mm	Endhaken

Zulagebewehrung:

	oben	unten	
Aussenwand:	0,00	0,00	
Innenwand:	0,00	0,00	[cm ² /m]

Ggf. vorhandene obere Bewehrung ist durchgehend von Aussen- zu Innenwand einzulegen.

Die in der Bemessung angesetzten Wandlasten, Bodenpressungen und Bauteilmaße wurden dem Verfasser dieses Nachweises angegeben und werden als zutreffend vorausgesetzt. Die Werte sowie hier ggf. getroffenen Annahmen sind vor Bauausführung bauseits verantwortlich zu überprüfen.

An einspringenden Ecken und Öffnungen von mehr als 5 x Plattendicke ist eine Zusatzbewehrung von mindestens 2 x 12 mm BSt 500/550 oben und unten einzubauen. Unter der Platte ist eine mindestens 0,3 mm dicke PE Folie anzuordnen, die im Bereich von Wänden auf 2 m Breite doppellagig zu verlegen ist.

Für die angegebene Faserbetonklasse sind bei einer geeigneten Betonrezeptur erfahrungsgemäß 35 kg/m³

ArcelorMittal Stahlfasern vom Typ HE 1/50 erforderlich. Im Rahmen der Eignungsprüfungen können ggf. auch mit abweichenden Fasergehalten die angegebenen Faserbetonklassen erreicht werden.

Die Angabe einer Faserdosierung entbindet nicht von den erforderlichen Prüfungen.

Die Ausführungs- und Randbedingungen der Zulassung Z-71.3-36 sind zu beachten.

Der vollständige Zulassungstext steht kostenfrei zur Verfügung unter: www.vdsev.de

Diese Bemessung ist in jedem Fall dem zuständigen Statiker, bzw. Prüfstatiker vorzulegen und durch diesen zu prüfen.

Bemerkungen:

keine besonderen Bemerkungen

LIITE 6 ArcelorMittalin mitoituslaskelmat pari -ja rivitalosta

LIITE 6. ArcelorMittalın teräskuitulaskenta pari- ja rivitalosta



ArcelorMittal

Design of industrial slabs on grade with steel fibre reinforced concrete**Date:**

07.02.2011

Project:FIN-005_11
Row house**Phase / Description:**slab on grade
Row house 1: TAB-Floor 6x9,5 m
(2x) Row house 2: TAB-Floor
11x15 m (4x)**Customer:**Rudus Oy Finland
Mr Petri Manninen
Email: petri.manninen@rudus.fi**Designed by:**ArcelorMittal Bissen & Bettenbourg
S.A. Patrick Creutz
L-7703 Bissen
P.O. Box 10 12 20
Telephone: +352/835772-1
Fax: +352/835772-209
Email: fibressupport@arcelormittal.com
Webpage: <http://www.arcelormittal.com/steelfibres>

Position : 1
 Description : Row house 1

INPUT DATA

Floor data:

Slab thickness	h =	90	mm
Concrete class			C25/30
Type of slab	TAB-Floor (slab without saw cuts)		
Location of slab			Internal surface
Distance between day joints		6,00 x 9,00	m
Load transfer in the joints			Yes

Steel fibres:

Type of fibre	Hooked-end fibre
Fibre designation	HE 1/50
Dosage rate	= 30,00 kg/m ³

Soil data:

Sub grade	Gravel with 1 x polythene sheet
Friction parameter	$\mu = 0,70$ -

Temperature effects:

Temperature coefficient	$\alpha_T = 0,00001$	-
Temperature difference	$\Delta T = 5,00$	°C

LOADING OVERVIEW

Uniformly distributed load (UDL):

Type	UDL
Action mode	Variable
Type of loading	One uniform distributed load
Distance	$2 \cdot c = 4,00$ m
UDL characteristic	QUDL = 3,40 kN/m ²
UDL design	PE,d,R,i = 5,10 kN/m ²

Type	UDL2
Action mode	Variable
Type of loading	Two loaded surfaces with gangway
Distance	a = 3,00 m
Distance	b = 4,00 m
UDL characteristic	QUDL = 3,40 kN/m ²
UDL design	PE,d,R,i = 5,10 kN/m ²

DESIGN PARAMETER

Concrete:

Dead load of slab	g =	2,25	kN/m ²
Poisson factor	v =	0,20	-
Characteristic compressive strength	fck =	25,00	N/mm ²
Characteristic compressive strength (cube)	fck,cube =	30,00	N/mm ²
Mean compressive strength	fcm =	33,00	N/mm ²
Mean axial tensile strength	fctm =	2,56	N/mm ²
Characteristic axial tensile strength	fctk(0,05) =	2,33	N/mm ²
Characteristic flexural tensile strength	fctk,fl =	4,66	N/mm ²
Tangent modulus of elasticity	Ec0m =	30471,6	N/mm ²
Secant modulus of elasticity	Ecm =	31475,8	N/mm ²
Long term modulus of elasticity	Ecm(t) =	8743,28	N/mm ²

Steel fibres:

Re,3 value	Re,3 =	50,00	%
Load transfer at the edge	=	40,00	%
Load transfer in the corner	=	80,00	%

Soil data:

Sub grade modulus according Westergaard	k =	0,180	N/mm ³
Radius of relative stiffness	l =	324	mm
Radius of relative stiffness (long term)	l Ecmt =	236	mm

Partial safety factors:

Ultimate limit state:

Permanent load	γ =	1,20	-
Variable load	γ =	1,50	-
Dynamic load	γ =	1,60	-
Safety factor concrete	γc =	1,50	-

Service limit state:

Permanent load	γ =	1,00	-
Variable load	γ =	1,00	-
Dynamic load	γ =	1,00	-
Safety factor concrete	γc =	1,00	-

Admissible bending moments:

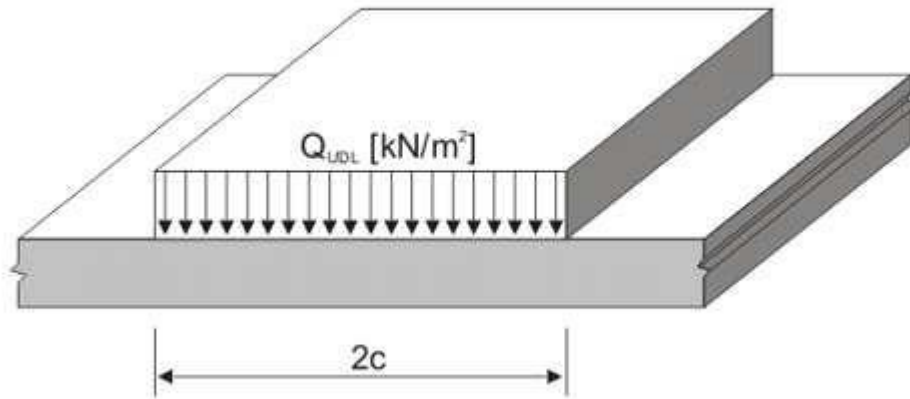
Ultimate limit state (ULS):

Lower face	M _p (ULS) =	2,10	kNm/m
Upper face	M _n (ULS) =	4,19	kNm/m

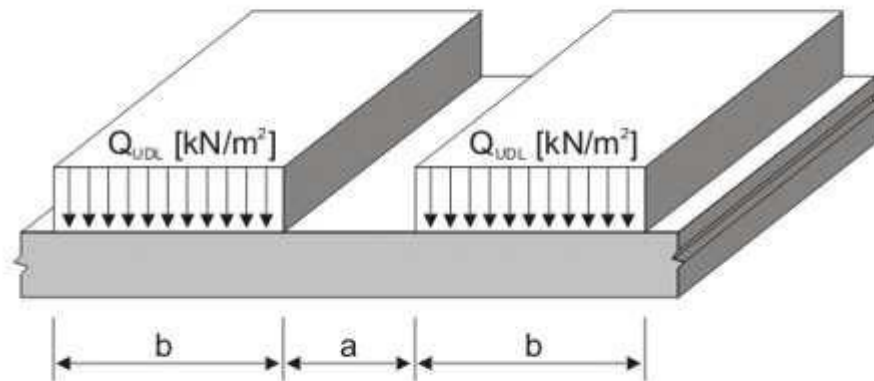
Service limit state (SLS):

Lower face	M _n (SLS) =	3,14	kNm/m
Upper face	M _n (SLS) =	6,29	kNm/m

Verification uniform distributed loads (UDL):



Type	UDL
Action mode	Variable
Type of loading	One uniform distributed load
Distance	$2 * c = 4,00$ m
UDL characteristic	$Q_{UDL} = 3,40$ kN/m ²
UDL design	$PE, d, R, i = 5,10$ kN/m ²



Type	UDL2
Action mode	Variable
Type of loading	Two loaded surfaces with gangway
Distance	$a = 3,00$ m
Distance	$b = 4,00$ m
UDL characteristic	$Q_{UDL} = 3,40$ kN/m ²
UDL design	$PE, d, R, i = 5,10$ kN/m ²

Type	λ	$B\lambda a$	$B\lambda b$	$B\lambda c$	ME, dp ME, dn [kNm/m]	ME, sp ME, sn [kNm/m]
UDL	2,2025			-0,0116	0,00	0,00
UDL2	2,2025	-0,0059	0,0000		0,00	0,00

Verification at ULS:

$Mudl,u = 0,00 \text{ kNm/m} = 0,00 \text{ kNm/m} = ME,d,UDL$

Maximum ratio $qr,i/Ps,i$ for verification at SLS

$ME,s,UDL/Mudl,s = 0,00 \text{ kNm/m} / 0,00 \text{ kNm/m} = \text{Non Numérique -}$

Verification at SLS:

Environment of slab		Dry air
Creep factor	$\phi = 2,60$	-
Life time of building element	Years = 15,00	-
Poisson factor	$\nu = 0,20$	-
Temperature coefficient	$\alpha T = 0,00001$	-
Temperature difference	$\Delta T = 5,00$	°C
Distance between joints	$L = 6,00$	m
Maximum ratio from all load cases at SLS	= 0,00	-

Linear stress due to friction

Applied tensile stress	$\sigma_{FR} = 0,08$	N/mm ²
Relation tensile stress	= 0,02	-

Flexion due to temperature and shrinkage:

Temperature gradient	$\Delta T \text{ max} = 0,06$	K/mm
Critical length	$L \text{ crit} = 1943$	mm
Bending moment due to temperature difference	$M \Delta T = 0,47$	kNm/m
Flexural tensile stress	$\sigma_{M,\Delta T} = 0,35$	N/mm ²
Coefficient	$\kappa_s = 1,441238e-006$	
Bending moment due to shrinkage and temperature	$M_{s,\Delta T} = 1,70$	kNm/m
Flexural tensile stress due to shrinkage and temperature	$\sigma_{Ms,\Delta T} = 1,26$	N/mm ²
Relation flexural tensile stress	= 0,27	-

Verification $0,00 + 0,02 + 0,27 = 0,29 < 1,0$

Verification at SLS is ok!

Position : 2
 Description : Row house 2

INPUT DATA

Floor data:

Slab thickness	h = 90 mm
Concrete class	C25/30
Type of slab	TAB-Floor (slab without saw cuts)
Location of slab	Internal surface
Distance between day joints	11,00 x 15,00 m
Load transfer in the joints	Yes

Steel fibres:

Type of fibre	Hooked-end fibre
Fibre designation	HE 1/50
Dosage rate	= 30,00 kg/m ³

Soil data:

Sub grade	Gravel with 1 x polythene sheet
Friction parameter	$\mu = 0,70$ -

Temperature effects:

Temperature coefficient	$\alpha_T = 0,00001$ -
Temperature difference	$\Delta T = 5,00$ °C

LOADING OVERVIEW

Uniformly distributed load (UDL):

Type	UDL
Action mode	Variable
Type of loading	One uniform distributed load
Distance	$2 \cdot c = 4,00$ m
UDL characteristic	QUDL = 3,50 kN/m ²
UDL design	PE,d,R,i = 5,25 kN/m ²

Type	UDL2
Action mode	Variable
Type of loading	Two loaded surfaces with gangway
Distance	a = 3,00 m
Distance	b = 4,00 m
UDL characteristic	QUDL = 3,50 kN/m ²
UDL design	PE,d,R,i = 5,25 kN/m ²

DESIGN PARAMETER

Concrete:

Dead load of slab	g =	2,25	kN/m ²
Poisson factor	v =	0,20	-
Characteristic compressive strength	fck =	25,00	N/mm ²
Characteristic compressive strength (cube)	fck,cube =	30,00	N/mm ²
Mean compressive strength	fcm =	33,00	N/mm ²
Mean axial tensile strength	fctm =	2,56	N/mm ²
Characteristic axial tensile strength	fctk(0,05) =	2,33	N/mm ²
Characteristic flexural tensile strength	fctk,fl =	4,66	N/mm ²
Tangent modulus of elasticity	Ec0m =	30471,6	N/mm ²
Secant modulus of elasticity	Ecm =	31475,8	N/mm ²
Long term modulus of elasticity	Ecm(t) =	8743,28	N/mm ²

Steel fibres:

Re,3 value	Re,3 =	50,00	%
Load transfer at the edge	=	40,00	%
Load transfer in the corner	=	80,00	%

Soil data:

Sub grade modulus according Westergaard	k =	0,180	N/mm ³
Radius of relative stiffness	l =	324	mm
Radius of relative stiffness (long term)	l Ecmt =	236	mm

Partial safety factors:

Ultimate limit state:

Permanent load	γ =	1,20	-
Variable load	γ =	1,50	-
Dynamic load	γ =	1,60	-
Safety factor concrete	γc =	1,50	-

Service limit state:

Permanent load	γ =	1,00	-
Variable load	γ =	1,00	-
Dynamic load	γ =	1,00	-
Safety factor concrete	γc =	1,00	-

Admissible bending moments:

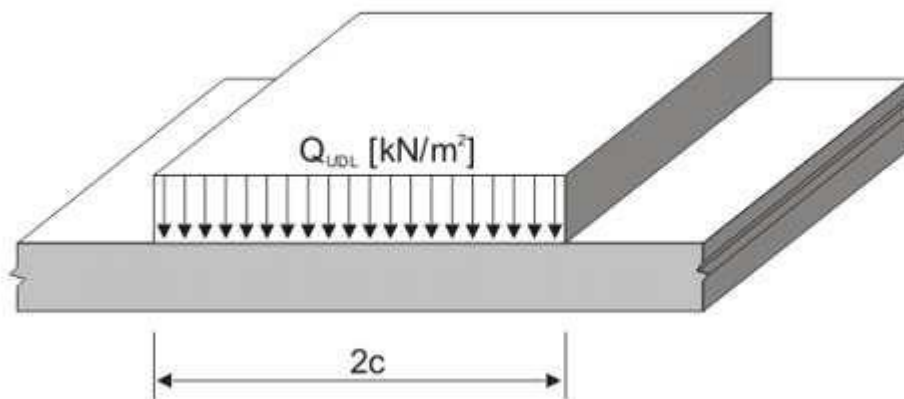
Ultimate limit state (ULS):

Lower face	M_p (ULS) =	2,10	kNm/m
Upper face	M_n (ULS) =	4,19	kNm/m

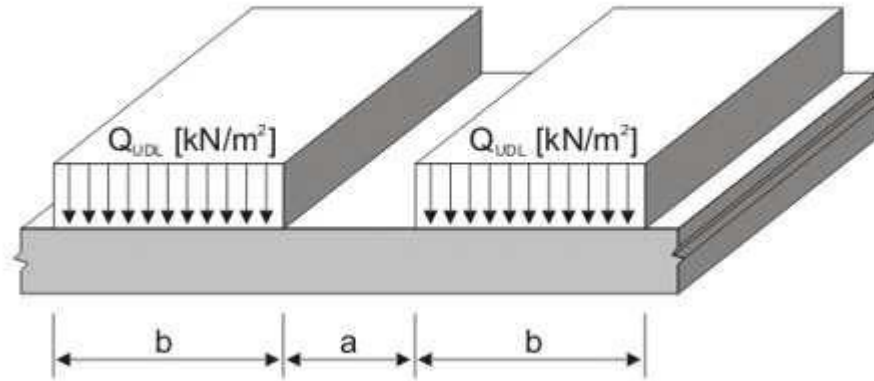
Service limit state (SLS):

Lower face	M_n (SLS) =	3,14	kNm/m
Upper face	M_n (SLS) =	6,29	kNm/m

Verification uniform distributed loads (UDL):



Type	UDL
Action mode	Variable
Type of loading	One uniform distributed load
Distance	$2 \cdot c = 4,00$ m
UDL characteristic	$Q_{UDL} = 3,50$ kN/m ²
UDL design	$PE,d,R,i = 5,25$ kN/m ²



Type	UDL2
Action mode	Variable
Type of loading	Two loaded surfaces with gangway
Distance	a = 3,00 m
Distance	b = 4,00 m
UDL characteristic	Q _{UDL} = 3,50 kN/m ²
UDL design	PE,d,R,i = 5,25 kN/m ²

Type	λ	$B\lambda a$	$B\lambda b$	$B\lambda c$	ME, dp ME, dn [kNm/m]	ME, sp ME, sn [kNm/m]
UDL	2,2025 [m-1]	-	-	-0,0116 [-]	0,00	0,00
UDL2	2,2025	-0,0059	0,0000	-	0,00	0,00

Verification at ULS:

$Mud_{l,u} = 0,00 \text{ kNm/m} = 0,00 \text{ kNm/m} = ME_{d,UDL}$

Maximum ratio $q_{r,i}/P_{s,i}$ for verification at SLS

$ME_{s,UDL}/Mud_{l,s} = 0,00 \text{ kNm/m} / 0,00 \text{ kNm/m} = \text{Non Numérique -}$

Comments :

Industrial floors are non-structural elements which are not submitted to the efforts coming from the building structure.

The design is based on a purely elastic behavior of the soil supporting the slab. Plastic and/or differential settlements of the soil are not taken into consideration and can lead to cracking.

Some restraint stresses are not or only partially taken into account and can lead to cracking as well. To minimize the risk of cracking, the slab has to be executed independent from the building structure and without being tied to other adjacent elements.

All input data (loadings, soil conditions, ...) have been transmitted by the customer to the user of this software. In case of missing or incomplete data sets, the user will assume its own data. The user assumes that the data received from its customer are correct and that the customer will check all the data used in the design note upon receipt and before the execution of the work. Each modification of the project susceptible to modify the design must be notified to the designer without any delay.

This design note is only valid when using the ArcelorMittal steel fibres mentioned in the document. When using other types or similar fibres types not produced by ArcelorMittal all responsibility expires with regard to this design note.

For point loads the design is based on the yield line theory of Meyerhof. Uniform distributed loads and line loads are based on an elastic design. The formulas have been taken from the Technical Report 34 (Third edition, 2003) of the Concrete Society (UK). Deviating to that document, tensile and flexural tensile strength are calculated according to Swiss standard SIA 162. Temperature and shrinkage effects are calculated according to Dutch CUR 36.

Liite 7. Vertailuissa käytetty Exel -taulukko

Talotyyppi		Harkkotalo 290 m2	Rivitalo 624 m2	Paritaloyhtiö 1300 m2
Teräskuitubetoni				
Nimike	Yks.			
Laatan koko	m ²	200,00	614,00	625,00
Laatan paksuus	mm	160,00	80,00	80,00
Laatan lopullinen paksuus	mm	160,00	90,00	90,00
Betonimenekki m3	m ³	32,0	55,3	56,3
Teräskuitua / m3	kg/m ³	35,00	30,00	30,00
Kuitua yhteensä kg	kg	1120,00	1657,80	1687,50
Hinta	€/kg	2,50	2,50	2,50
Yhteensä	€	2800,00	4144,50	4218,75
Lisäbetoni	m ³	0,0	6,1	6,3
Betoni K30 16 S3 ovh sis alv	€/m ³	0,0	149,80	149,80
Lisäbetonin kustannus	€	0,0	919,77	936,25
Yhteensä	€	2800,0	5064,3	5155,0
Normaali raudoitus				
Nimike	Yks,			
Raudoitusverkko				
2/1 x 6-150 B500 / m2	kg/m ²	6,04	3,02	3,02
Laskennallinen menekki	kg	1208,00	1854,28	1887,50
Kokonaishukka				
ML2+ML3+ML4		1,16	1,16	1,16
Kokonaismenekki	kg	1401,28	2150,96	2189,50
Hinta sis alv	€/kg	1,29	1,29	1,29
Raudat yhteensä	€	1807,65	2774,74	2824,46
Aloittavat työt	tth/1000 kg	1,50	1,50	2,50
T3 h / 1000kg	tth/1000 kg	7,50	7,50	7,50
TL 3 Lisäaikakerroin		1,20	1,30	1,30
Kokonaistyöaika	h	15,13	25,17	28,46
Työn hinta	€/h alv 0 %	43,00	43,00	43,00
Alv		23 %	23 %	23 %
Työn hinta sis alv	€/h	52,89	52,89	52,89
Työ yhteensä	€	800,43	1331,04	1505,43
Kaikki yhteensä	€	2608,08	4105,79	4329,89
Hintaero				
Teräskuitu - Normaali	€	191,92	958,48	825,11
Työaikasäästö	h	15,1	25,2	28,5

Kohteen tiedot

Arvo	€	575221	1129354	1951948
Laskennalliset työtunnit	h	5118	7915	16229
Vertailutunnit		5103	7890	16201
Miestyövuodet á 1752	kpl	2,9	4,5	9,3
Työaikasäästö	%	0,30	0,32	0,18
Nopeutuvan aikataulun arvo				
Pääoma	€	575221	1129354	1951948
Korko vapautuvalle pääomalle	%	5,00	5,00	5,00
Resurssien vapautuminen	pv	2/3	2/3	3/8
Investointi = hintaero		191,92	958,48	825,11
Vapautuvan pääoman arvo		51,12	107,95	102,77
Pääomahyöty - investointi		-140,80	-850,54	-722,34

Liite 8 Jatkuvan tuotannon esimerkki Yritys X Oy 35 taloa vuodessa

Yritys X Oy, jatkuva asuntorakentaminen - räätälöity massatuotanto 35 kpl asuntoja vuodessa

Talotyyppi		Harkkotalo 290 m2
Nopeutuvan aikataulun arvo		
Pääoma	€	575221
Korko vapautuvalle pääomalle	%	5,00
Kohteitten lukumäärä / vuosi		35
Suunnittelun nopeutuminen		
	minimi pv	7
	maksimi pv	14
Investointi = hintaero		192
Vapautuvan pääoman arvo		
	minimi €	552
	maksimi €	1103
Hyöty yksittäisessä kohteessa		
	minimi €	360
	maksimi €	911
Kokonaishyöty tuotannossa		
	minimi €	12588
	maksimi €	31893