

Os. 05, Asiantuntijapalvelut
Elina Paukku

Asiakasnro 1920440
6.11.2007

Martinlaakson koulu
Martinlaaksonpolku 4
01620 Vantaa

MARTINLAAKSON KOULUN BETONIPILAREIDEN LUJUUSTUTKIMUS



TUTKIMUSRAPORTTI
6.11.2007

SISÄLLYSLUETTELO

2	TEHTÄVÄ	3
3	KOHDE	3
4	KENTTÄTUTKIMUKSET	3
4.1	Yleistä	3
4.2	Visuaalinen katselmus ja kimmovasarointi	4
4.3	Näytteet.....	4
5	LABORATORIOTUTKIMUKSET	5
5.1	Betonin puristuslujuus	5
6	BETONIN VERTAILULUJUUS	5
7	YHTEENVETO.....	6
	VIITTEET	7
	LIITTEET	7

Os. 05, Asiantuntijapalvelut
Elina Paukku

Asiakasnro 1920440
6.11.2007

1 TILAAJA JA KONSULTTI, YHTEYSTIEDOT

Tilaaaja: **Vantaan kaupunki, Tilakeskus, talonsuunnittelu**
Jouni Räsänen GSM 040 – 836 7993
e-mail: jouni.rasanen@vantaa.fi
Kielotie 13
01300 Vantaa

Konsultti: **Aaro Kohonen Oy, Espoon toimisto**
Koronakatu 2
02210 Espoo

Elina Paukku puh. 09 – 88 79 438
GSM 0400 – 58 77 97
fax. 09 – 803 7715
e-mail: elina.paukku@ako.fi

2 TEHTÄVÄ

Tehtävänä oli selvittää Martinlaakson koulun mahdollista tulevaa laajennusta varten laajennusalueella sijaitsevien pilareitten betonin lujuus. Kenttätutkimuksessa laajennusalueelle jäävät pilarit katsastettiin visuaalisesti karkealla tarkkuudella, pilareita kimmo-vasaroiitiin sekä otettiin poranäytteitä. Laboratoriotutkimuksessa poranäytteistä määritettiin betonin puristuslujuus. Puristuslujuustuloksista laskettiin vertailulujuus betonin lujuusluokan määrittämiseksi.

3 KOHDE

Martinlaakson koulu on 70-luvun alussa rakennettu 1 – 3 kerroksinen tasakattoinen, betonirunkoinen rakennus. Ainakin osittain rakenteet on perustettu ryömintätilaisten pilarianturoitten varaan.

4 KENTTÄTUTKIMUKSET

4.1 Yleistä

Pilareitten visuaalisen katselmuksen ja kimmo-vasaroinnin 16.10.2007 suoritti dipl.ins. Elina Paukku Aaro Kohonen Oy:stä. Poranäytteet pilareista porasi 16.10.2007 Ari Kuu-sisto Aaro Kohonen Oy:stä. Kohteesta oli käytettävissä pohjapiirustusten lisäksi muutamia raudituspiirustuksia.

Sopivat porauskohdat tutkittavista pilareista etsittiin raudoituksen peitepaksuusmittarin avulla, jotta teräksiä ei katkastaisi. Poranäytteet numeroitiin ja pakattiin välittömästi ilmatiiviisti teipillä suljettuihin muovipusseihin. Näytteenottokohdat paikattiin välittömästi korjausbetonilla kuivasullontamenetelmää käyttäen.

Tutkimus- ja näytteenottokohdat on esitetty pohjapiirustuksissa liitteessä 1.

4.2 Visuaalinen katselmus ja kimmovasarointi

Käytettävissä oleviin pohjapiirustuksiin oli tilaaja ennalta määrittänyt tutkimusalueen. Näiltä alueilta katsastettiin visuaalisesti "karkealla" tarkkuudella kaikki pilarit, jotka myös kimmovasarointiin.

Osa tutkimusalueelle jäävistä pilareista sijaitsi tiloissa, joissa pilarin edessä oli joko kaappi- tai hyllyrakennelmia tai muuta suurempaa tavaraa varastoituna siten, ettei pilarin tutkimus saatika näytteenottoporaus olisi ollut mahdollista.

Yleisesti ottaen käyttöympäristöönsä ja -olosuhteisiinsa nähden pilarit vaikuttivat silmämääräisesti havaiten normaalikuntoisilta, erityisiä suuria halkeamia tms. ei havaittu.

Kimmovasaroinnilla etsittiin karkealla tarkkuudella "vahvempia ja heikompia" pilareita. Vasarointi pyrittiin tekemään mahdollisimman keskeltä pilaria sen poikkileikkauksen suunnassa. Vasarointi tehtiin kuivaan pintaan. Yhteen pilariin tehtiin vähintään yksi kymmenen iskun sarja. Iskutarjan tuloksista laskettiin pilarikohtainen keskiarvo siten, että sarjan kaikki tulokset laskettiin mukaan, sillä nyt ei haettu varsinaista lujuustulosta (toisin kuin esim. Tiehallinnon laatimassa "Kimmovasaran käyttäjän ohjeessa"). Mikäli pilariin tehtiin kaksi iskutarjaa, on lopulliseen pilarikohtaiseen tulokseen laskettu keskiarvo kahden iskutarjan keskiarvosta. Poranäytteiden ottokohdat haluttiin kohdistaa näihin keskiarvotulokseltaan "heikoimpiin" pilareihin rakennuksen pohja- ja ensimmäisessä kerroksessa.

Kimmovasaroinnin ja poraamismahdollisuuden perusteella koulun ensimmäisestä kerroksesta valittiin poranäytteet otettaviksi pilareista P6, P8, P11, P13 ja P15. Kellarikerroksesta valittiin P1, P4 ja P5.

Pilarikohtaiset kimmovasarointitulokset on esitetty liitteessä 2.

4.3 Näytteet

Puristuslujuuden määrittämistä varten pilareista porattiin näytteitä yhteensä kahdeksan kappaletta. Kaikki näytteet porattiin timanttikoralla joko \varnothing 50 mm:n tai 60 mm:n poralieriönä. Porausterän kokoa jouduttiin muuttamaan välillä rakenteessa olevan raudoituksen vuoksi, jotta terä saatiin sopimaan raudoituksen väliin niitä katkaisematta. Näytteet numeroitiin pilareiden mukaan ja niistä mitattiin maksimiraekoko. Näytteiden otto suoritettiin standardin SFS – EN 12504-1 /1/ mukaisesti.

Porausnäyteluettelo on esitetty liitteessä 3.

5 LABORATORIOTUTKIMUKSET

5.1 Betonin puristuslujuus

Betonin puristuslujuusmääritykset tehtiin Contesta Oy:ssä Vantaalla. Puristuslujuuden testaus suoritettiin standardin SFS – EN 12504-1 /1/ mukaisesti yhteensä kahdeksalle koekappaleelle. Tulokset on muunnettu vastaamaan 150 mm normikuution tuloksia By50, Betoninormit 2004, kohdan 6.3.3.2 mukaisesti.

Betonin puristuslujuus vaihteli välillä 32,5...47,5 MN/m² (N/mm²) tiheyden vaihdella välillä 2240...2330 kg/m³. Poranäytteiden maksimiraekoko oli 14...18 mm.

→ *Tiheyden perusteella betoninäytteet ovat keskenään melko homogeenisia ja suhteessa puristuslujuustuloksiin loogisia. Vain yhdessä näytteessä on todennäköisesti ollut runkoainesta suhteellisesti enemmän (näyte P8). Suhteessa maksimiraekokoon ovat käytetyt poranteräkoot olleet oikeat saavutettuihin lujuusarvoihin nähden (~ 3 x max.# = terän Ø mm).*

Betonin puristuslujuustulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 4.

6 BETONIN VERTAILULUJUUS

Betonin lujuusluokan määrittämiseksi laskettiin puristuslujuustuloksista vertailulujuus Betoninormin By 50 mukaan /3/. Koska näytteitä porattiin sekä pohjakerroksesta että ensimmäisestä kerroksesta, on vertailulujuus laskettu kerroksittain yhtenä arvostelueränä normien luvun 6.3.3 mukaan. Laskelmat on tehty Aaro Kohonen Oy:ssä.

Pohjakerroksen osalta suoritettiin seuraava vertailulujuuslaskelma (V1):

Näyte:	Puristuslujuus (N/mm ²):	Tiheys (kg/m ³):
P1	36,0	2240
P4	32,5	2240
P5	33,5	2250

- näytteiden lukumäärä n = 3
- puristuslujuuksien keskiarvo $k_a = 34,0 \text{ MN/m}^2$
- keskihajonta $s = 1,8 \text{ MN/m}^2 \rightarrow 2,0 \text{ MN/m}^2$, sillä $n < 25$

$$s = \sqrt{[\sum (f_{ci} - f_{cm})^2 / (n - 1)]} \quad (1),$$

missä n = näytteiden lukumäärä, f_{ci} = yksittäinen puristuslujuustulos (MN/m²) ja f_{cm} = arvosteluerän puristuslujuuksien keskiarvo, k_a (MN/m²).

Lasketaan vertailulujuudet K_k :

$$K_k = f_{cm} - f_k = 34,0 - 6 = 28,0 \text{ MN/m}^2 \rightarrow K_k = 28 \text{ MN/m}^2 \quad (2),$$

Os. 05, Asiantuntijapalvelut
Elina PaukkuAsiakasno 1920440
6.11.2007

$$K_k = f_{cmin} + 4 = 32,5 + 4 = 36,5 \text{ MN/m}^2 \rightarrow K_k = 37 \text{ MN/m}^2 \quad (3),$$

missä f_k = koekappaleiden lukumäärästä riippuva kerroin ja f_{cmin} on pienin koetulos.

→ Näistä arvoista valitaan pienempi eli vertailulujuus $K_k = 28 \text{ MN/m}^2$.

Lasketaan keskihajonnan ja keskiarvon suhde:

$$s/ka = 2,0 / 34,0 = 0,06 < 0,15 \rightarrow 80 \% \text{ nimellislujudesta (2-lk. rakenne)}$$

$$\Rightarrow \text{Betonin lujuusluokka (2-lk. rakenne)} = 28 / 0,80 = 35,0 \text{ MN/m}^2 \Rightarrow \text{K35}$$

Ensimmäisen kerroksen osalta suoritettiin seuraava vertailulujuuslaskelma (V2):

Näyte:	Puristuslujuus (N/mm ²):	Tiheys (kg/m ³):
P6	46,5	2300
P8	47,5	2260
P11	36,0	2330
P13	36,0	2240
P15	37,5	2320

- näytteiden lukumäärä $n = 5$
- puristuslujuuksien keskiarvo $ka = 40,7 \text{ MN/m}^2$
- keskihajonta lasketaan yhtälöstä (1) $s = 5,8 \text{ MN/m}^2$

Lasketaan vertailulujuudet K_k :

$$K_k = f_{cm} - f_k = 40,7 - 6 = 34,7 \text{ MN/m}^2 \rightarrow K_k = 35 \text{ MN/m}^2$$
$$K_k = f_{cmin} + 4 = 36,0 + 4 = 40,0 \text{ MN/m}^2 \rightarrow K_k = 40 \text{ MN/m}^2$$

→ Näistä arvoista valitaan pienempi eli vertailulujuus $K_k = 35 \text{ MN/m}^2$.

Lasketaan keskihajonnan ja keskiarvon suhde:

$$s/ka = 5,8 / 40,7 = 0,143 < 0,15 \rightarrow 80 \% \text{ nimellislujudesta (2-lk. rakenne)}$$

$$\Rightarrow \text{Betonin lujuusluokka (2-lk. rakenne)} = 35 / 0,80 = 43,75 \text{ MN/m}^2 \Rightarrow \text{K44}$$

7 YHTEENVETO

Martinlaakson koulun mahdollista tulevaa laajennushanketta varten määritettiin tulevalta laajennusalueelta betonipilareitten lujuus. Pilarit kimmovasaroitiin, jotta voitiin haarukoita karkealla tasolla "vahvemmat" ja "heikommat" pilarit. Tämän perusteella, sekä pilareitten luoksepäästävyuden perusteella valittiin ne ("heikommat") pilarit, joista poranäytteet otettiin. Näytteitä porattiin yhteensä kahdeksan kappaletta, kolme pohjakerroksesta ja viisi ensimmäisestä kerroksesta.

Os. 05, Asiantuntijapalvelut
Elina Paukku

Asiakasno 1920440
6.11.2007

Poranäytteistä määritettiin laboratoriossa puristuslujuus, jonka perusteella laskettiin vertailulujuudet ja määritettiin pilareitten betonin lujuusluokka kerroksittain. Tulosten mukaan pohjakerroksen pilareitten betonin lujuusluokaksi (2-lk. rakenne) saatiin K35 ja ensimmäisen kerroksen pilareitten betonin lujuusluokaksi (2-lk. rakenne) K44.

ESPOOSSA 6.11.2007

AARO KOHONEN OY
Asiantuntijapalvelut



Elina Paukku
Tutkija, DI

Raportin hyväksyjä:

AARO KOHONEN OY
Asiantuntijapalvelut



Aki Meuronen
Projektipäällikkö, tekn.lis.

VIITTEET

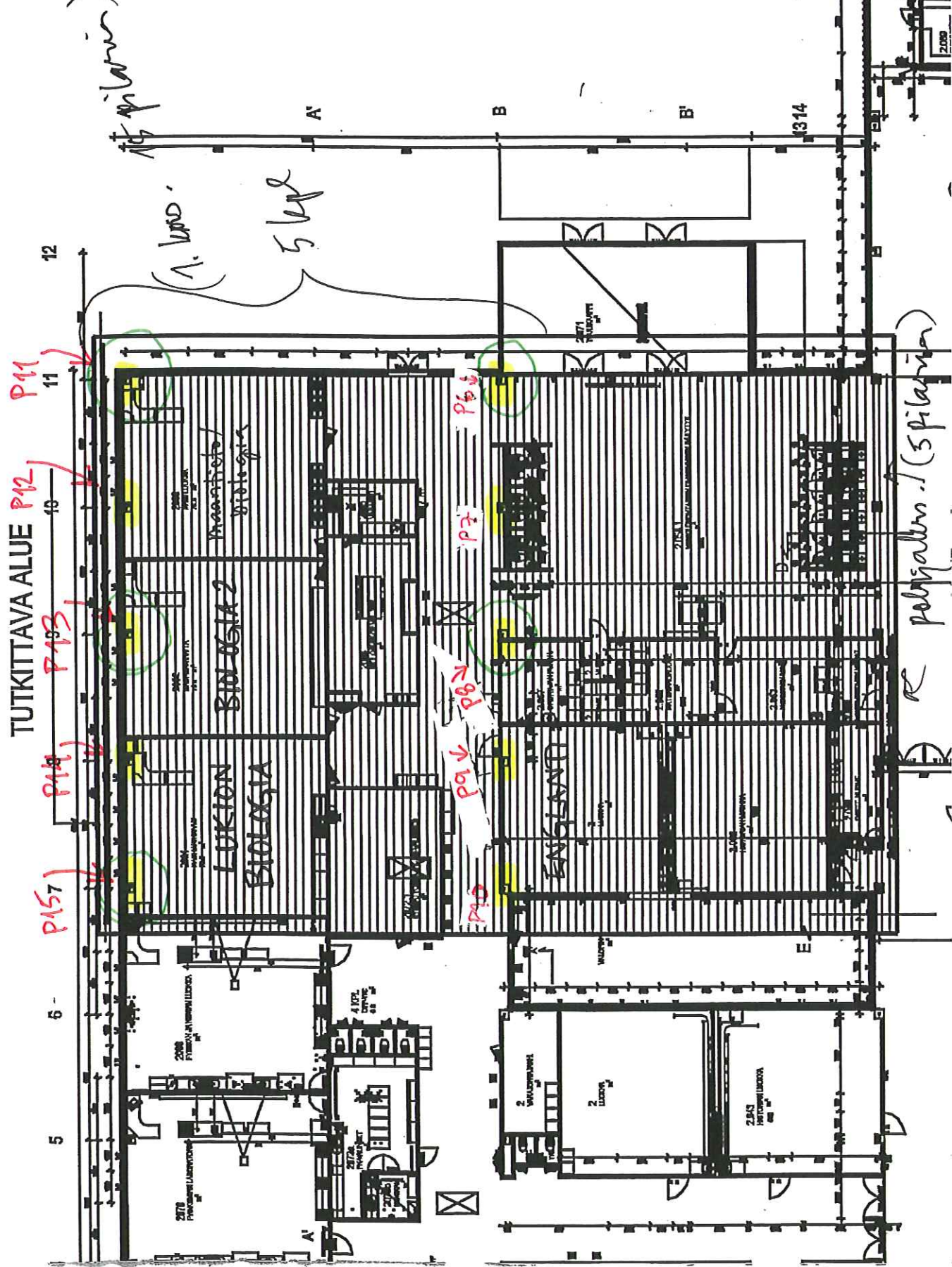
- 1 Standardi SFS – EN 12504-1. Betonin testaus rakenteista. Osa1: Poratut koekappaleet. Näytteetotto, tutkiminen ja puristuslujuuden testaus. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry., 2000-08-21.
- 2 By50 – Betoninormit 2004. Suomen Betoniyhdistys ry, 2005.

LIITTEET

- 1 Tutkimus- ja näytteenottokohtat pohjapiirroksissa (2 s.)
- 2 Kimmovasaratulokset (1 s.)
- 3 Porausnäyteluettelo (1 s.)
- 4 Betonin puristuslujuustulokset (1 s.)

LIITE 1
Tutkimus- ja näytteenottokohdat

LITE 1. (1/2)
1. KRS



15 pilarin
16 pilarin

TUTKITTAVA ALUE P12

P11

P12

P13

P14

P157

6

5

12

11

10

15

16

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

1314

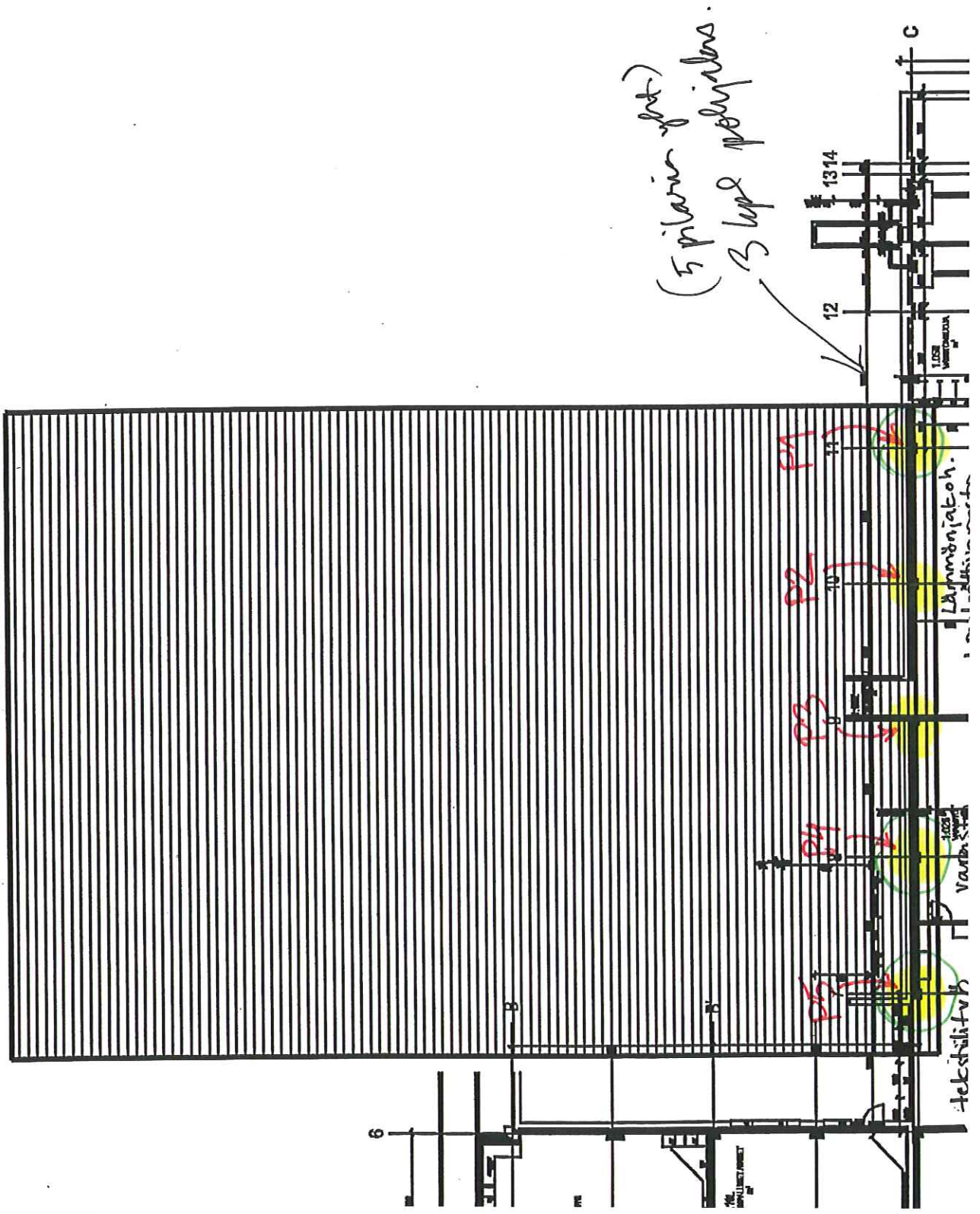
1314

1314

1314

1314

1314



(5 pilarein yllä)
3 kapp. pilareita.

Hekshilifv

1000 varten

Lämmönjako

Lämpökeskus

1314

12

11

10

P1

P2

P3

P4

P5

6

B

B

C

LIITE 2 Näyteluettelo

NÄYTELUETTELO

Näyte nro	koko	raekoko max	sijainti
P1	50 x 120 mm	16 mm	pohjakerros, lämmönjakohuone
P4	50 x 73 mm	16 mm	pohjakerros, tekstiilityön varasto
P5	60 x 120 mm	14 mm	pohjakerros, tekstiilityöluokka
P6	60 x 150 mm	16 mm	1. kerros, aula, ulkoseinää vasten
P8	60 x 125 mm	16 mm	1. kerros, käytävä
P11	60 x 105 mm	16 mm	1. kerros, biologia-maantietoluokka
P13	60 x 135 mm	18 mm	1. kerros, biologia 2 -luokka
P15	60 x 95 mm	18 mm	1. kerros, lukion biologialuokka

LIITE 3
Kimmoivasaramittaukset

KIMMOVASARAMITTAUKSET

PILARI	SIJAINTI	ISKUSARJA	KESKIARVO	HUOM.
P1	pohjakerros, lämmönjakuhuone	44, 46, 38, 47, 49, 48, 50, 46, 49, 48	46,5	
P2	pohjakerros, pulpettivarasto	54, 51, 54, 52, 54, 52, 52, 56, 53, 55	53,3	Epäluotettava tulos, edessä olevan pulpettikasan vuoksi kimmovasaran iskuasento oli vino
P3	pohjakerros, tekstiilityön varasto			Kaapit edessä, ei voinut tutkia
P4	pohjakerros, tekstiilityön varasto	26, 28, 30, 26, 28, 28, 38, 26, 38, 27	27,5	
P5	pohjakerros, tekstiilityöluokka	33, 32, 33, 33, 33, 32, 32, 31, 29, 35	32,3	
P6	1. kerros, aulan ulkoseinä	23, 30, 31, 30, 30, 30, 24, 30, 32, 34	31,4	
P7	1. kerros, käytävä, wc:n seinä	29, 32, 33, 29, 30, 31, 30, 36, 33, 30	31,3	
P8	1. kerros, käytävien risteyskohta	32, 31, 30, 30, 31, 32, 30, 32, 33, 32, 33, 38, 38, 33, 38, 42, 40, 42, 38, 37.	$(31,3 + 36,9)/2$ $=> 34,1$	
P9	1. kerros, englanninluokka	30, 33, 32, 30, 34, 32, 30, 34, 38, 32, 38, 36, 38, 38, 34, 37, 33, 38, 39, 37.	$(32,5 + 36,8)/2$ $=> 34,6$	
P10	1. kerros, englanninluokka	32, 34, 37, 37, 36, 32, 33, 33, 32, 36	34,2	
P11	1. kerros, biologian ja maantiedon luokka	32, 27, 26, 28, 26, 28, 30, 29, 28, 30	28,4	
P12	1. kerros, biologian ja maantiedon luokka	31, 36, 36, 32, 38, 36, 36, 32, 36, 34	34,7	
P13	1. kerros, biologia 2 -luokka	28, 30, 29, 26, 25, 27, 23, 29, 31, 28	26,4	
P14	1. kerros, lukion biologian luokka	32, 29, 27, 30, 32, 29, 31, 30, 27, 28	29,5	
P15	1. kerros, lukion biologian luokka	25, 26, 23, 29, 26, 30, 26, 28, 24, 30	26,7	

LIITE 4 Puristuslujuustulokset

Tuomo Rimpiläinen

26.10.2007

Ins.tsto Aaro Kohonen Oy
Ari Kuusisto
Koronakatu 2
02210 ESPOO

kpl jakelu
2 tilaaja

Rakennustyö:

Martinlaakson koulu, Vantaa

Rakenneosa:

Pilari, pohjak.

Tilaaajan toimesta irrotettujen koekappaleiden testaus standardin SFS - EN 12504-1. Poratut koekappaleet. Puristuslujuuden testaus. Lujuustulokset on muunnettu vastaamaan 150 mm normikuution tuloksia By50, Betoninormit 2004, kohdan 6.3.3.2 mukaisesti.

Tilaus: 25.10.2007.

Koekappaleet: 2 kpl lieriötä, Ø 50 * 50 mm ja 6 kpl lieriötä Ø 59 * 59 mm.

Koekappaleet tasoitettiin rikittämällä.

Koekappaleen pituus / halkaisija suhde: 1:1.

Tilaaajan ilmoittamat tiedot:			Koetulokset:				
Koekappaleen tunnus	Max. raekoko mm	Valmistuspäivä	Testauspäivä	Ikä d	Murtovoima kN	Puristuslujuus N/mm ²	Tiheys kg/m ³
P 1	16	-	26.10.2007	-	65,21	36,0	2240
P 4	16	-	26.10.2007	-	59,30	32,5	2240
P 5	14	-	26.10.2007	-	83,40	33,5	2250
P 6	16	-	26.10.2007	-	116,5	46,5	2300
P 8	16	-	26.10.2007	-	118,6	47,5	2260
P 11	16	-	26.10.2007	-	137,3	36,0	2330
P 13	18	-	26.10.2007	-	90,38	36,0	2240
P 15	18	-	26.10.2007	-	93,84	37,5	2320

Tilaaajan ilmoittamat lisätiedot:

CONTESTA OY

Hyväksytty koetuslaitos

Contesta Oy, Y-tunnus 1712699-6

Kilterinkuja 2, PL 23, 01601 Vantaa, puh. (09) 2525 2425, fax. (09) 2525 2426,
Skräbbölentie 16, 21600 Parainen, puh. 0207 430 620, fax. 0207 430 621

© Contesta Oy. Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen on sallittu vain Contesta Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella. Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testauksiin liittyvät mittausepävarmuudet ilmoitetaan pyydettyäessä.