

Os. 05, Asiantuntijapalvelut
Elina Paukku

Asiakasnro 1920450
6.11.2007

Hakunilan koulu
Hiirakkotie 9
01200 Vantaa

HAKUNILAN 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.....	7
	VIITTEET	8
	LIITTEET	8

Os. 05, Asiantuntijapalvelut
Elina Paukku

Asiakasnro 1920450
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 Hakunilan koulun mahdollista tulevaa rakennushanketta varten rakennusalueella sijaitsevien pilareitten betonin lujuus. Kenttätutkimuksessa rakennusalueelle 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

Hakunilan koulu on 70-luvun puolivälissä rakennettu 1 – 2 kerroksinen tasakattoinen, betonirunkoinen rakennus. Kellarikerros on osittain rakennettu maan sisään.

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 26. ja 29.10.2007 Ari Kuusisto Aaro Kohonen Oy:stä. Näytteet oli tarkoitus porata jo 17.10.2007, mutta laiterikon vuoksi porauspäivä jouduttiin uusimaan. Kohteesta oli käytettävissä pohjapiirustusten lisäksi muutamia raudoituspäiirustuksia.

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 kimmovasaroitiin.

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. Osa pilareista sijaitsi rakenteessa seinärakenteiden sisällä siten, että pilarista oli näkyvissä vain pieni kulma. Mikäli esim. kellarikerroksessa tietystä pilarista oli näkyvissä vain kulma-alue, kohdistettiin tutkimus vastaavaan pilariin ensimmäisessä kerroksessa tai päinvastoin.

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

Kimmovasaroinnilla etsittiin karkealla tarkkuudella "vahvempia ja heikompia" pilareita. Vasarointi pyrittiin tekemään mahdollisimman keskeistä 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 kellarin- ja ensimmäisessä kerroksessa sikäli, kuin poraaminen oli mahdollista em. pilareista.

Kimmovasaroinnin ja poraamismahdollisuuden perusteella koulun ensimmäisestä kerroksesta valittiin poranäytteet otettaviksi pilareista P1, P5, P6, P8 ja P10. Kellarikerroksesta valittiin P12, P15 ja P20. Näytteenotossa tapahtuneen virheen vuoksi betoninäytteet porattiin kuitenkin pilareista P5, P6, P8 ja P10 sekä P12, P15, P20 ja P21. Näyte P15 on virheellisesti kirjattu näytteeksi P16, mutta poraus on suoritettu pilarista P15. Pilari P1 on erheellisesti vaihtunut pilariin P21 myös porauksen osalta.

Pilarikohtaiset kimmovasarointitulokset on esitetty liitteessä 2.

4.3 Näytteet

Puristuslujuuden määrittämistä varten pilareista porattiin näytteitä yhteensä kahdeksan kappaletta. Kaikki näytteet porattiin timanttiporalla joko \varnothing 50 mm:n tai 60 mm:n poralie-

riönä. 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 30,0...45,5 MN/m² (N/mm²) tiheyden vaihdellessa välillä 2200...2300 kg/m³. Poranäytteiden maksimiraekoko oli 8...16 mm. Tuloksissa näyte P16 on porattu pilarista P15.

→ *Tiheyden perusteella betoninäytteet ovat keskenään melko homogeenisia ja suhteessa puristuslujuustuloksiin loogisia. 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 /2/. Koska näytteitä porattiin sekä kellarikerroksesta että ensimmäisestä kerroksesta, on vertailulujuus laskettu kerroksittain yhtenä arvostelueränä normien luvun 6.3.3 mukaan. Laskelmat on tehty Aaro Kohonen Oy:ssä.

Ensimmäisen kerroksen osalta suoritettiin seuraava vertailulujuuslaskelma (V1):

Näyte:	Puristuslujuus (N/mm²):	Tiheys (kg/m³):
P5	43,5	2200
P6	45,5	2210
P8	42,5	2210
P10	41,5	2230

- näytteiden lukumäärä n = 4

Os. 05, Asiantuntijapalvelut
Elina PaukkuAsiakasno 1920450
6.11.2007

- puristuslujuuksien keskiarvo $k_a = 43,3 \text{ MN/m}^2$
- keskihajonta $s = 1,71 \text{ MN/m}^2 \rightarrow 2,0 \text{ MN/m}^2$, sillä $n < 25$

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

missä n = näytteiden lukumäärä, f_{ci} = yksittäinen puristuslujuustulos (MN/m^2) ja f_{cm} = arvosteluerän puristuslujuuksien keskiarvo, k_a (MN/m^2).

Lasketaan vertailulujuudet K_k :

$$K_k = f_{cm} - f_k = 43,3 - 6 = 37,3 \text{ MN/m}^2 \rightarrow K_k = 37 \text{ MN/m}^2 \quad (2),$$

$$K_k = f_{cmin} + 4 = 41,5 + 4 = 45,5 \text{ MN/m}^2 \rightarrow K_k = 46 \text{ MN/m}^2 \quad (3),$$

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

→ Näistä arvoista valitaan pienempi eli vertailulujuus $K_k = 37 \text{ MN/m}^2$.

Lasketaan keskihajonnan ja keskiarvon suhde:

$$s/k_a = 2,0 / 43,3 = 0,05 < 0,15 \rightarrow 80 \% \text{ nimellisuudesta (2-lk. rakenne)}$$

$$\Rightarrow \text{Betonin lujuusluokka (2-lk. rakenne)} = 37 / 0,80 = 46,25 \text{ MN/m}^2 \Rightarrow \text{K46}$$

Kellarikerroksen osalta suoritettiin seuraava vertailulujuuslaskelma (V2):

Näyte:	Puristuslujuus (N/mm^2):	Tiheys (kg/m^3):
P12	40,0	2300
P16 (P15)	30,0	2220
P20	37,0	2210
P21	34,0	2260

- näytteiden lukumäärä $n = 4$
- puristuslujuuksien keskiarvo $k_a = 35,3 \text{ MN/m}^2$
- keskihajonta lasketaan yhtälöstä (1) $s = 4,3 \text{ MN/m}^2$

Lasketaan vertailulujuudet K_k :

$$K_k = f_{cm} - f_k = 35,3 - 6 = 29,3 \text{ MN/m}^2 \rightarrow K_k = 29 \text{ MN/m}^2$$

$$K_k = f_{cmin} + 4 = 30,0 + 4 = 34,0 \text{ MN/m}^2 \rightarrow K_k = 34 \text{ MN/m}^2$$

→ Näistä arvoista valitaan pienempi eli vertailulujuus $K_k = 29 \text{ MN/m}^2$.

Lasketaan keskihajonnan ja keskiarvon suhde:

$$s/k_a = 4,3 / 35,3 = 0,12 < 0,15 \rightarrow 80 \% \text{ nimellisuudesta (2-lk. rakenne)}$$

$$\Rightarrow \text{Betonin lujuusluokka (2-lk. rakenne)} = 29 / 0,80 = 36,25 \text{ MN/m}^2 \Rightarrow \text{K36}$$

Os. 05, Asiantuntijapalvelut
Elina Paukku

Asiakasno 1920450
6.11.2007

7 YHTEENVETO

Hakunilan koulun mahdollista tulevaa rakennushanketta varten määritettiin tulevalta rakennusalueelta betonipilareitten lujuus. Pilarit kimmovasaroitiin, jotta voitiin haarukoida karkealla tasolla "vahvemmat" ja "heikommat" pilarit. Tämän perusteella, sekä pilareitten luoksepäästävyuden perusteella valittiin ne ("heikommat") pilarit, joista poranäytteet otettiin. Näytteitä porattiin yhteensä kahdeksan kappaletta, neljä pohjakerroksesta ja neljä ensimmäisestä kerroksesta.

Poranäytteistä määritettiin laboratoriossa puristuslujuus, jonka perusteella laskettiin vertailulujuudet ja määritettiin pilareitten betonin lujuusluokka kerroksittain. Tulosten mukaan kellarikerroksen pilareitten betonin lujuusluokaksi (2-lk. rakenne) saatiin K36 ja ensimmäisen kerroksen pilareitten betonin lujuusluokaksi (2-lk. rakenne) K46.

ESPOOSSA 6.11.2007

AARO KOHONEN OY
Asiantuntijapalvelut

Elina Paukku
Tutkija, DI

Raportin hyväksyjä:

AARO KOHONEN OY
Asiantuntijapalvelut

Aki Meuronen
Projektipäällikkö, tekn.lis.

Os. 05, Asiantuntijapalvelut
Elina Paukku

Asiakasnro 1920450
6.11.2007

VIITTEET

- 1 Standardi SFS – EN 12504-1. Betonin testaus rakenteista. Osa1: Poratut koekappaleet. Näytteetnotto, 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.)

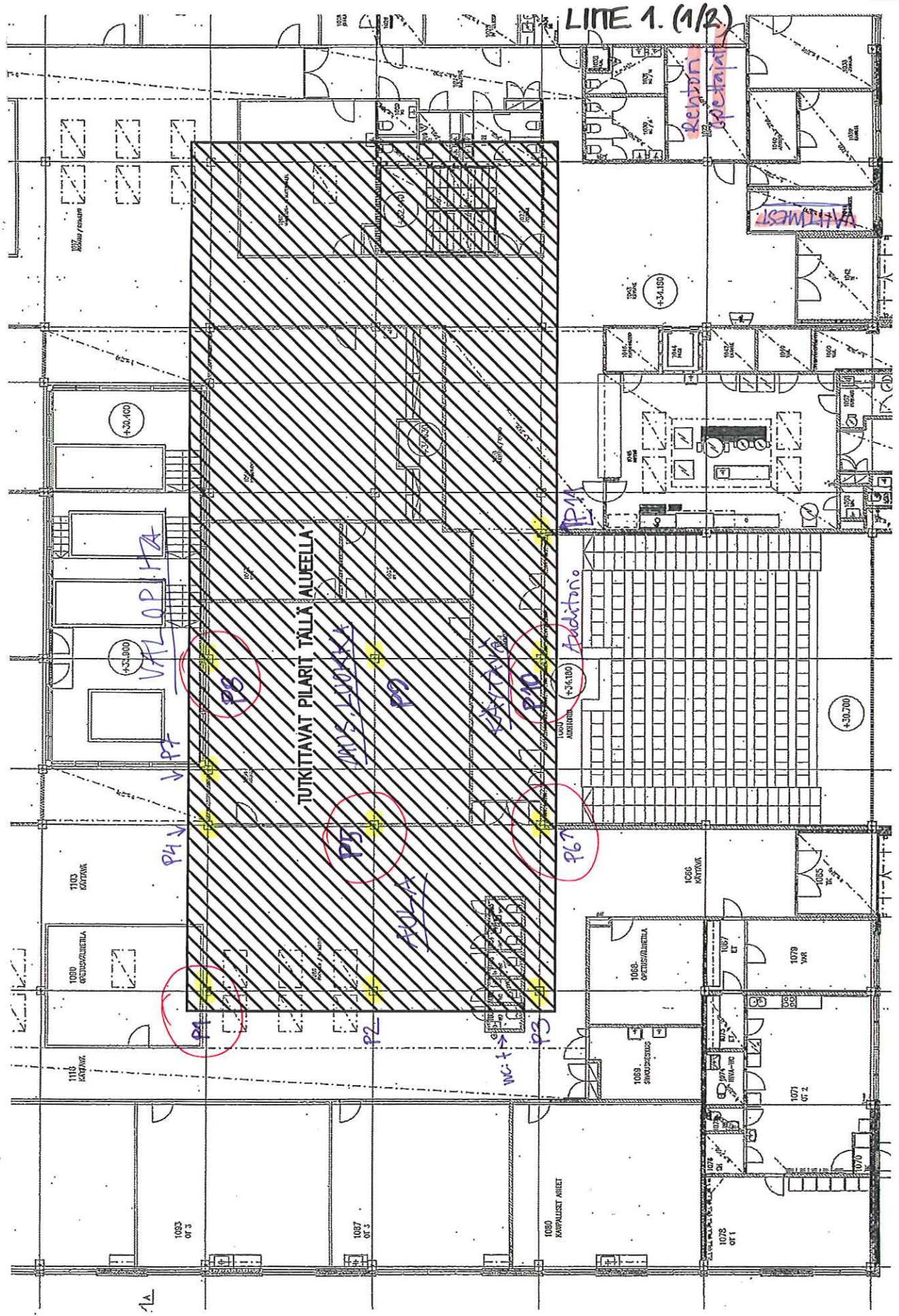
LIITE 1
Tutkimus- ja näytteenottokohdat

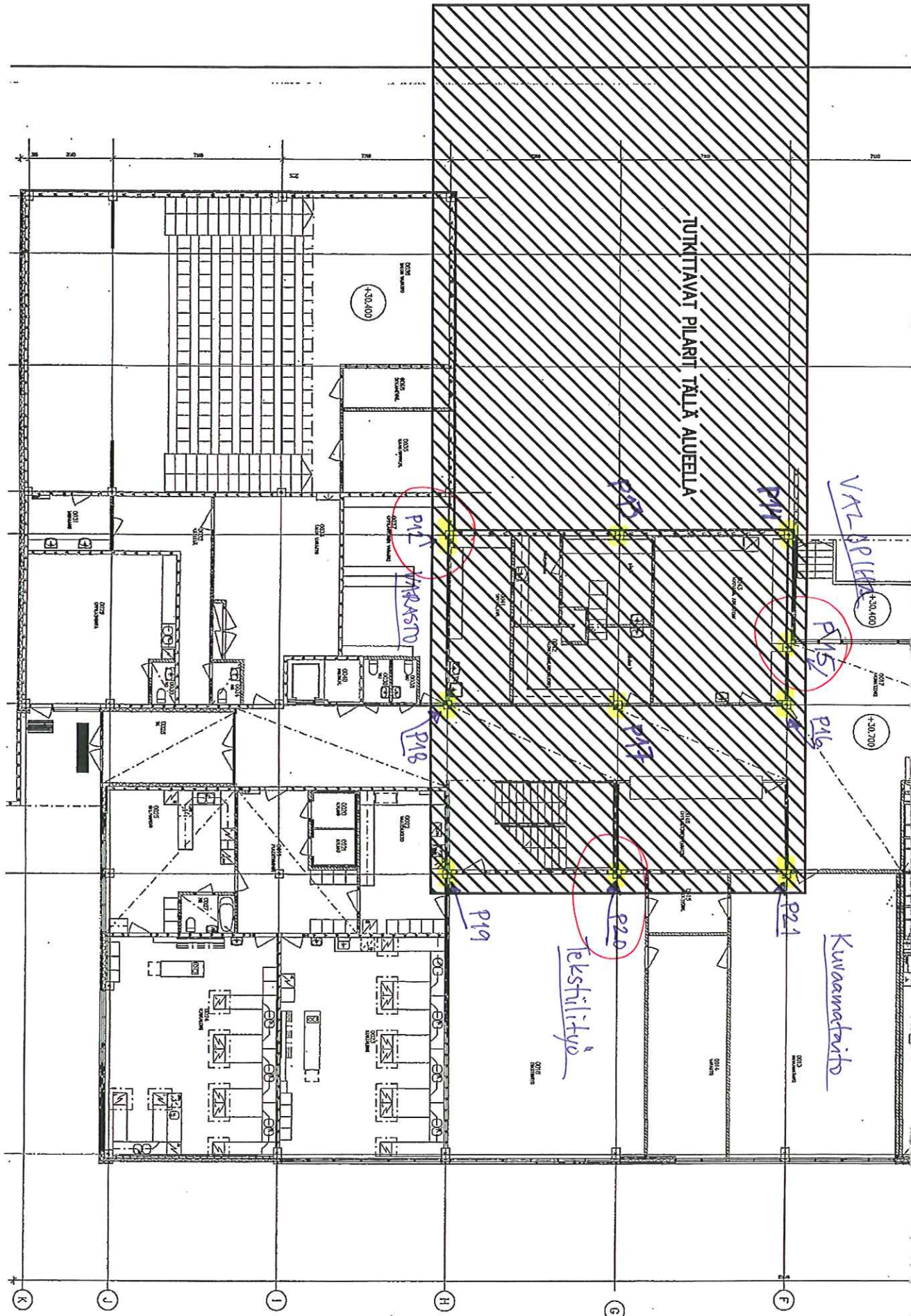
Hakunilan koulu
1. KRS

Parkki-
paikka
Hirakkeide

sis. käynti

LINE 1. (1/2)





Hakunilan koulu
KELARIKRS.

LIITE 2 Näyteluettelo

NÄYTELUETTELO

Näyte nro	koko	raekoko max	sijainti
P5	50 x 100 mm	12 mm	1. kerros, aula
P6	50 x 125 mm	10 mm	1. kerros, aulan ja käytävän nurkka
P8	50 x 145 mm	8 mm	1. kerros, musiikkiluokan ulkoseinä
P10	60 x 105 mm	14 mm	1. kerros, käytävä auditorion kohdalla
P12	50 x 90 mm	14 mm	kellarikerros, varastotila
P16	60 x 75 mm	16 mm	kellarikerros, käytävä
P20	50 x 145 mm	10 mm	kellarikerros, tekstiilityön luokka
P21	50 x 120 mm	12 mm	kellarikerros, kuvaamataidon luokka

LIITE 3
Kimmoasaramittaukset

KIMMOVASARAMITTAUKSET

PILARI	SIJAINTI	ISKUSARJA	KESKIVARVO	HUOM.
P1	1. kerros, aulan reuna	34, 40, 38, 38, 44, 42, 44, 44, 40, 40	40,4	
P2	1. kerros, aulan keskellä	47, 52, 52, 52, 55, 50, 49, 56, 48, 55	51,6	
P3	1. kerros, aula, wc:n takana	48, 45, 48, 47, 52, 46, 44, 43, 46, 45	46,4	
P4	1. kerros, aulan / musiikkiluokan nurkka	31, 30, 30, 30, 31, 40, 26, 28, 33, 33, 48, 44, 44, 43, 43, 40, 42, 40, 42, 44.	$(31,2 + 43,0)/2$ $=> 37,1$	
P5	1. kerros, aula / musiikkiluokka	40, 35, 34, 35, 38, 34, 33, 36, 36, 41	36,1	
P6	1. kerros, käytävien nurkka	42, 44, 44, 44, 44, 46, 44, 44, 44, 44, 40, 42, 40, 36, 38, 38, 34, 42, 39, 41.	$(44,0 + 38,4)/2$ $=> 41,2$	
P7	1. kerros, musiikki-luokka	38, 36, 36, 36, 40, 38, 37, 36, 38, 33	36,8	Piano edessä, ei pysty poraamista varten siirtämään
P8	1. kerros, musiikki-luokka ulkoseinässä	37, 44, 46, 45, 44, 36, 43, 26, 38, 40	39,9	
P9	1. kerros, musiikki-luokan keskellä	46, 29, 28, 36, 45, 44, 47, 51, 48, 47	42,1	
P10	1. kerros, käytävä (auditorion vast. seinä)	40, 40, 42, 40, 42, 43, 42, 44, 44, 46, 44, 44, 38, 48, 42, 45, 42, 43, 39, 42.	$(42,3 + 42,7)/2$ $=> 42,5$	
P11	kellarikerros, ilmastointi-konehuoneen nurkka	42, 40, 40, 44, 35, 36, 47, 44, 44, 51	42,3	Pilari sijaitsee niin seinärakenteiden keskellä, että poraaminen mahdotonta
P12	kellarikerros, varasto	44, 48, 44, 44, 44, 45, 44, 40, 42, 44	43,9	
P13	kellarikerros, oppilaiden oleskelu- tms. tila	39, 50, 48, 43, 43, 49, 43, 44, 43, 46	44,8	
P14	kellarikerros, opiskelu-tila pienryhmille tms.	53, 51, 47, 52, 43, 45, 42, 45, 47, 39	46,4	
P15	kellarikerros, opiskelu-tila pienryhmille tms.	29, 43, 44, 42, 40, 55, 40, 42, 26, 28, 42, 42, 43, 42, 43, 41, 45, 49, 35, 51.	$(38,9 + 43,3)/2$ $=> 41,1$	
P16	kellarikerros, aulan ja käytävän nurkka	44, 44, 52, 47, 55, 49, 48, 42, 52, 49	48,2	
P17	kellarikerros, käytävä	43, 41, 44, 43, 42, 43, 51, 46, 45, 41	43,9	
P18	kellarikerros, käytävä	42, 44, 44, 45, 43, 45, 42, 47, 48, 44	44,4	
P19	kellarikerros, portaikon / tekstiilityöluokan nurkka	49, 50, 41, 42, 42, 44, 44, 43, 43, 42	44,0	Pilari sijaitsee niin seinärakenteiden keskellä, että poraaminen mahdotonta
P20	kellarikerros, tekstiilityö-luokka	44, 43, 44, 43, 44, 43, 45, 46, 46, 44	44,2	
P21	kellarikerros, kuvaama- taidon luokka	45, 52, 50, 42, 44, 42, 41, 45, 42, 45	44,8	

LIITE 4

Puristuslujuustulokset

Tuomo Rimpiläinen

31.10.2007

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

kpl jakelu
2 tilaaja

Rakennustyö:
Työ 1920450
Hakunilan koulu, Vantaa

Rakenneosa:
Pilarit

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: 29.10.2007 / Ari Kuusisto.

Koekappaleet: 6 kpl lieriöitä, Ø 50 * 50 mm ja 2 kpl lieriöitä 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 5	12	-	31.10.2007	-	79,57	43,5	2200
P 6	10	-	31.10.2007	-	82,76	45,5	2210
P 8	8	-	31.10.2007	-	77,72	42,5	2210
P 10 ^{*)}	14	-	31.10.2007	-	103,7	41,5	2230
P 12	14	-	31.10.2007	-	73,21	40,0	2300
P 16 ^{*)}	16	-	31.10.2007	-	75,28	30,0	2220
P 20	10	-	31.10.2007	-	67,01	37,0	2210
P 21	12	-	31.10.2007	-	62,00	34,0	2260

Laboratorion ilmoittamat lisätiedot: ^{*)} = Ø 59 mm.

Tilaaajan ilmoittamat lisätiedot: P5, P6, P8 ja P10 = 1 krs. pilari, P12, P16, P20 ja P21 = kellari pilari.

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.