



Kaupungintalon laajennus, perustusten vahvistusten tarveselvitys

Asiakas: Turun kaupunki, Tilakeskus

Projekti: Kaupungintalohanke, perustusten vahvistusten tarveselvitys

Projekti numero: 101013734

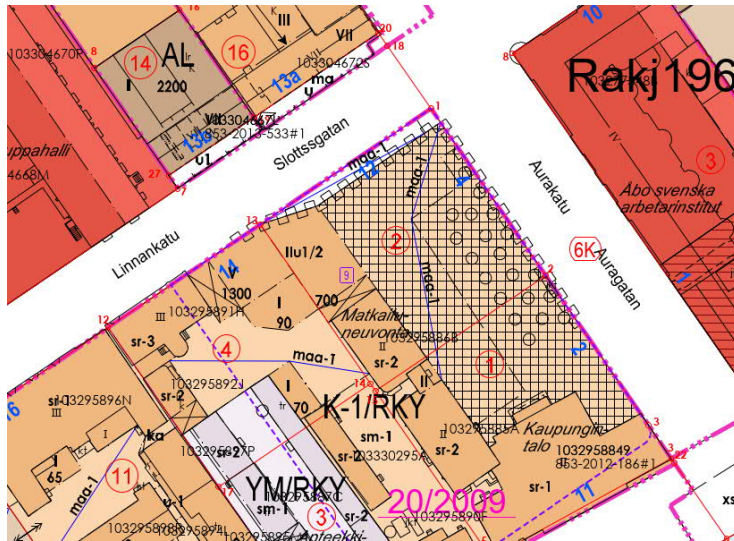
Sisällys

1	Johdanto	3
2	Lähtötiedot	4
3	Maaperäolosuhteet	5
3.1	Maaperä	5
3.2	Pohja- ja orsivesi	5
4	Perustamistapa- ja nykytilanselvitys	7
4.1	Kaupungintalo (Aurakatu 2)	7
4.1.1	Yleistä	7
4.1.2	Rakennuksen perustukset ja painumahistoria	7
4.1.3	Suosittelut jatkotoimenpiteet nykytilanteessa	8
4.2	Kaupungintalon piharakennukset (Aurakatu 2-4)	9
4.2.1	Yleistä	9
4.2.2	Rakennuksen perustukset ja painumahistoria	9
4.2.3	Suosittelut jatkotoimenpiteet nykytilanteessa	10
4.3	Linnankatu 14, Konsulintalo	11
4.3.1	Yleistä	11
4.3.2	Rakennuksen perustukset ja painumahistoria	11
4.3.3	Suosittelut jatkotoimenpiteet nykytilanteessa	12
4.3.4	Linnankatu 14 sijaitseva 'Sylvi Salosen' rakennus	12
4.4	Linnankatu 15, Kauppahalli	13
4.4.1	Yleistä	13
4.4.2	Rakennuksen perustukset ja painumahistoria	13
4.4.3	Suosittelut jatkotoimenpiteet nykytilanteessa	16
4.5	Yksityisten omistamat rakennukset	16
4.5.1	Aurakatu 1	16
4.5.2	Linnankatu 13	17
4.5.3	Aurakatu 3 ja Linnankatu 11	17
4.5.4	Linnankatu 16	18
4.5.5	Kevyehköt rakennukset lähialueella	18
4.6	Kaupungin rakennusten perustusten vahvistustarve nykytilanteessa	19
5	Kaupungintalon laajennushanke ja maanalainen pysäköinti	20
5.1	Kaupungintalon laajennus	20
5.2	Maanalainen pysäköinti	20
6	Hankkeen pohjarakentamisesta aiheutuvat riskit	21
6.1	Kaivannon ja muun pohjarakentamisen vaikutukset ympäristöön	21
6.1.1	Riskialue 1	21

6.1.2	Riskialue 2	22
6.2	Kaupungintalon laajennuksen rakentamisen vaikutukset	22
6.2.1	Kaupungintalon laajennus ilman kellaritilaa	23
6.3	Kaupungintalon laajennuksen ja pysäköinnin vaikutukset, pysäköinnin laajuus	123
6.4	Kaupungintalon laajennuksen ja pysäköinnin vaikutukset, pysäköinnin laajuus	225
7	Perustusten vahvistussuunnitelmat	26
7.1	Yleistä	26
7.2	Kaupungintalo	27
7.2.1	Toteuttamistapa	27
7.2.2	Kustannusarvio ja arvioitu rakennusurakan kesto	27
7.2.3	Riskit ja jatkotoimenpiteet	28
7.3	Kaupungintalon piharakennukset (Aurakatu 2-4)	28
7.3.1	Toteuttamistapa	28
7.3.2	Kustannusarvio ja arvioitu rakennusurakan kesto	29
7.3.3	Riskit ja jatkotoimenpiteet	29
7.4	Linnankatu 14	29
7.4.1	Toteuttamistapa	29
7.4.2	Kustannusarvio ja arvioitu rakennusurakan kesto	30
7.4.3	Riskit ja jatkotoimenpiteet	30
7.5	Perustusten vahvistusten aikataulu Kaupungintalon laajennushankkeessa	31
8	Yhteenveto ja jatkotoimenpiteet	32
8.1	Kaupungintalo ja sen piharakennukset	32
8.2	Linnankatu 14, Konsulintalo	32
8.3	Kauppahalli	32
8.4	Kaupungintalon laajennushanke ja maanalainen pysäköinti	33
8.5	Tutkimus- ja seurantasuunnitelma	33
9	LIITTEET	34

1 Johdanto

Turun kaupungilla on käynnissä Kaupungintalon laajennushanke, jossa suunnitellaan uudisrakennusta Linnankadulle sekä hankkeen vaatimia pysäköintiratkaisuja. Tällä hetkellä käynnissä on hankesuunnitelmavaihe. Pysäköinnille on asemakaavassa varattu maan alta tilaa Linnankadun varresta ja Kaupungintalon edessä olevan nykyisen parkkialueen kohdalta. Uudisrakennukselle ja maanalaiselle pysäköinnille kaavassa varatut sijainnit on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Asemakaavassa uudisrakennukselle ja maanalaiselle pysäköinnille varatut alueet.

Tämän selvitystyön tarkoituksena on käytävissä olleiden lähtötietojen perusteella arvioida pohjarakentamisesta aiheutuvia riskejä, joita Kaupungintalon laajennuksen ja maanalaisen pysäköinnin rakentaminen aiheuttaa läheisille rakennuksille ja ympäristölle.

Rakennushankkeen lähialueen rakennusten perustamistapoja on työssä selvitetty arkistoselvityksenä. Uudisrakennushankkeen läheiset kaupungin rakennukset on perustettu joko maanvaraisesti suoraan saven varaan tai puisia koheesiopaaluja käyttäen. Kyseiset rakennukset ovat jatkuvassa painumaliikkeessä. Rakennusten osalta perustusten vahvistustarpeen selvitys on uudisrakennushankkeen vaikutusten lisäksi tullut ajankohtaiseksi myös, koska osaan rakennuksista on suunnitteilla peruskorjaustoimenpiteitä.

Työssä on määritetty erikseen riskialueet eri maanalaisen rakentamisen mahdollisille laajuuksille. Riskialueen sisällä olevien kaupungin hallinnoimien rakennusten osalta on arvioitu perustusten nykyistä tilaa käytävissä olleiden lähtötietojen perusteella. Tämän perusteella on annettu suositukset jatkotoimenpiteiksi perustusten vahvistusten osalta nykyisessä tilanteessa ja eri laajennushankkeen kaivantolaajuuksilla.

Alustavat hankesuunnitelmaa palvelevat perustusten vahvistussuunnitelmat kustannusarvioineen on laadittu kaupungin rakennuksille, jotka on vahvistettava, mikäli laajennushanke toteutuu.

2 Lähtötiedot

Laadittu selvitys perustuu Turun kaupungilta saatuihin dokumentteihin, aikaisempiin lausuntoihin, pohjatutkimuksiin ja mittauksiin sekä Turun kaupungin rakennusvalvonnan, kaupunginarkiston sekä Turun tilapalvelukeskuksen arkistosta tämän työn yhteydessä arkistoseelvitystyönä selvitettyihin tietoihin. Arkistoseelvitystä on tehty pääosin kuvan 2. mukaiselta alueelta. Käytettävissä olleita lähtötietoja on tarkemmin eritelty kunkin rakennuksen osalta kohdassa 4.



Kuva 2. Arkistoseelvityksen rajaus sinisellä.

3 Maaperäolosuhteet

3.1 Maaperä

Alueelta on kaupungin pohjatutkimusrekistereissä muutamia pohjatutkimuksia ja tämän lisäksi maaperätietoa on saatu arkistoselvityksen yhteydessä sekä aikaisemmista lausunnoista ja selvityksistä.

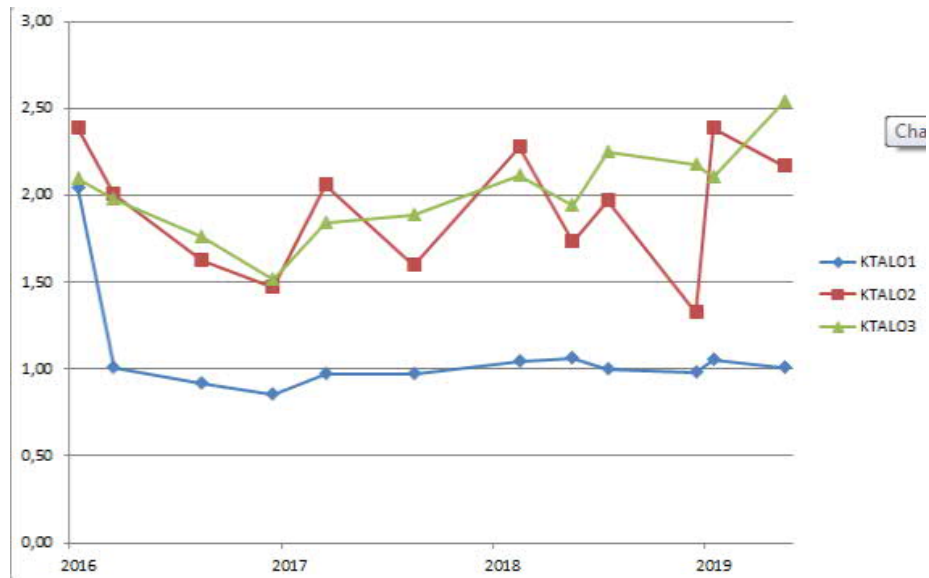
Tarkastelualue sijaitsee rakennetulla alueella, joten maanpinnassa on noin 1...2 m syvyyteen asti pääsääntöisesti rakenne- ja täyttökerroksia. Vallitseva maanpinnan taso alueella on noin +4,0...+5,0. Täyttökerrosten alapuolella on koko alueella syvät ja pehmeät savi- ja silttikerrokset. Paksuimmillaan savikerrokset ovat Linnakadun kohdalla ulottuen syvimmillään jopa 55–60 m syvyyteen maanpinnasta. Savikerrokset ohenevat Aurajokeen ja kaakkoon päin siten, että Kaupungintalon Aurakadun puoleisella sivulla savikerrokset ulottuvat 35–45 m syvyyteen maanpinnasta. Savikerrosten alapuolella on alueella havaittu olevan kitkamaata, oletettavasti moreenia, 2...6 m paksuinen kerros ennen kalliota. Kalliopinnan tarkasta tasosta tai ehjyydestä ei ole alueella tietoa.

Alueelta tulee jatkosuunnittelussa tehdä pohjatutkimuksia uudisrakennushanketta ja perustusten vahvistussuunnittelua varten savikerrosten paksuuden- ja ominaisuuksien sekä kalliopinnan tason varmistamiseksi.

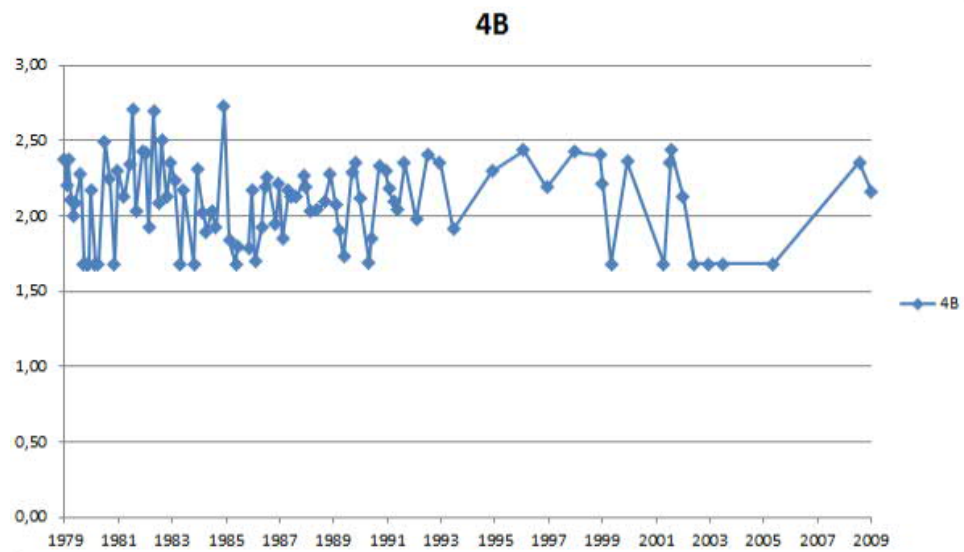
3.2 Pohja- ja orsivesi

Alueella on ollut säännöllistä dokumentoitua pohja- ja orsivesiseurantaa kaupungin toimesta Aurakadun ja Linnankadun välisessä kulmassa. Tällä hetkellä kulmauksessa on kolme erillistä veden pinnan havaintoputkea KTALO1, KTALO2 ja KTALO3, joissa vedenpinta on vaihdellut +0,85...+2,5 välillä (kuva 4). KTALO2 ja KTALO3 putkien pohjat ovat noin 3 m syvyydessä ja putken KTALO1 pohja on noin 6,5 m syvyydessä, minkä vuoksi voidaan olettaa KTALO2 ja KTALO3 putkien havaintojen kuvaavan paremmin vallitsevaa orsiveden pinnan tasoa, joka on kyseisellä perusteella viime vuosina (2016...2019) vaihdellut tasojen +1,5...+2,5 välillä. KTALO1 putki on todennäköisesti asennettu orsivesipatjan alapuolelle, minkä vuoksi se ei kuvanne orsiveden pinnan tasoa. Samalla kohdalla on aikaisemmin vuosien 1979...2009 välillä tehty seurantaa orsivesiputkesta 4B, jossa vedenpinta on vaihdellut +1,7...+2,7 välillä (kuva 5). Em. mittausten perusteella orsivedenpinnassa ei ole havaittavissa selkeää alenemaa seurantahistorian aikana.

Samassa sijainnissa olleessa noin 55 m syvässä havaintoputkessa 160A pohjavedenpinta on vaihdellut +0,1...+1,2 vuosina 1999...2016. Putken 160A nykyisestä kunnosta ei ole tietoa.



Kuva 4. Vedenpinnan tason havainnot putkissa KTALO1, KTALO2 ja KTALO3 vuosien 2016...2019 aikana.



Kuva 5. Vedenpinnan tason havainnot putkessa 4 B vuosien 1979...2009 aikana.

Lisäksi Eerikinkadulla Kauppahallin koillispuolella on ollut selkeästi dokumentoitua seuranta kaupunin toimesta vuosien 1999...2017 välillä. Putkien nykyisestä tilasta ei ole tietoa. Lyhyissä, selkeästi orsivettä mittaavissa, putkissa 161H ja 162B orsivedenpinta on vaihdellut vuosien 1999...2015 välillä tasolla +2,3...+2,8. Syvässä havaintoputkessa 160A pohjavedenpinta on vaihdellut vuosien 1999...2016 välillä tasolla +0,1...+1,4 välillä.

4 Perustamistapa- ja nykytilanselvitys

4.1 Kaupungintalo (Aurakatu 2)

4.1.1 Yleistä

Kaupungintalon päärakennus on rakennettu vuonna 1815. Rakennuksen Aurakadun puolella on tiiliholvattu kellari. Rakennuksen kohdalla savikerros ulottunee noin 35...45 m syvyyteen maanpinnasta. Saven alapuolella olevan moreenin paksuudesta ennen kallionpintaa ei ole tarkkaa tietoa. Maanpinnassa on 1...2 metrin paksuinen täyttömaakerros.

Rakennukseen on saatujen lähtötietojen perusteella tehty 3 koekuoppaa vuosina 1967, 1976 ja 1980. Kaikkia koekuoppadokumentaatiota ei ole löytynyt. 1980-luvulta on löytynyt selvityksiä perustusten kunnosta. Lisäksi vuonna 2002 on laadittu Viatekin toimesta selvitys perustusten kunnosta. Rakennuksen painumasta on seurantatietoa 1976 vuodesta alkaen. Vuonna 2019 rakennukseen on lisäksi asennettu siirtymäseurannat, joiden mittaustuloksia ei vielä ole käytössä.

Rakennuksen kellarissa on toiminnassa orsiveden syöttöjärjestelmä kellariin kaivetun imeytyskuopan kautta. Syöttöjärjestelmän rakentamisajankohta ja toimintaperiaate eivät kaikilta osin ole selvillä.



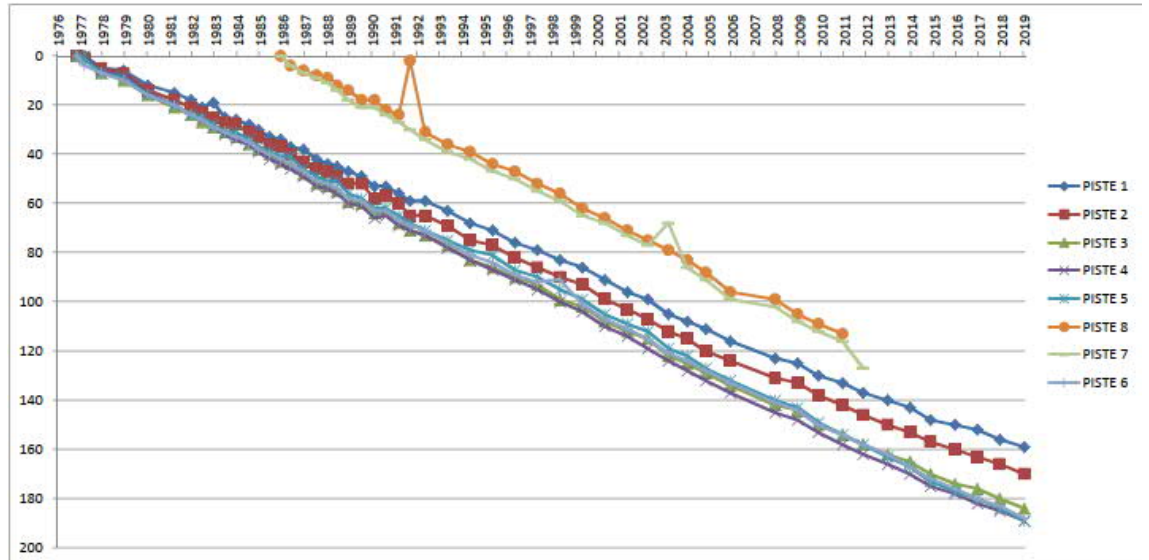
Kuva 6. Orsiveden imeytyskuoppa.

Rakennuksen sisätiloissa on havaittavissa joitakin näkyviä halkeamia. Sisäänkäynnit ovat painuneet lähelle maanpintaa. Myöhemmin rakennetussa Kaupungintalon ja siipirakennuksen yhdyskäytävän kohdassa on havaittavissa selkeitä halkeamia ja painumaeroja latioissa.

4.1.2 Rakennuksen perustukset ja painumahistoria

Rakennus on aikaisempien selvitysten ja koekuoppatutkimusten mukaan perustettu kylmäkivimuuriperustuksella suoraan saven varaan. Ainakin kellarin väliseinien alapuolella on lisäksi hirsiarinaa, joka on havaittu vuonna 1980 rakennuksen kellarista tehdyn koekuoppatutkimuksen perusteella. Hirsiarinan on tällöin raportoitu olleen yläosastaan lahonneen.

Rakennuksessa on havaittu tapahtuneen kokonaispainumaa 43 vuoden aikana 162...194 mm eli keskimäärin noin 3,8...4,5 mm vuodessa. Kuvassa 7 on esitetty rakennuksen painumat. Rakennuksen painuma on toistaiseksi ollut suhteellisen tasaista. (Painumaseurantapisteet 1 ja 2 ovat painuneet 20...30 mm vähemmän kuin muut 1976 vuodesta olleet seurantapisteet.)



Kuva 7. Rakennuksen painumaseurannat painumaseurantapisteittäin 1976-2019

Rakennus on jatkuvassa painumaliikkeessä, jota vielä toistaiseksi voidaan pitää normaalina saven varaan perustetulle rakennukselle. Mikäli hirsiarinoiden lahoaminen on jatkunut ja jatkuu edelleen voi tämä tulla näkyviin väliseinissä halkeamina. Hirsiarinan nykyinen korkeusasema ei ole tarkkaan tiedossa, mutta oletettavasti se sijaitsee noin tasolla +1,6...+1,7 m. Lähin orsiveden seurantapiste sijaitsee tällä hetkellä Aurakadun ja Linnankadun kulmassa. Orsivesi on havaintoputkissa vaihdellut esimerkiksi 2016-2019 välisenä aikana +1,3...+2,5 välillä. Oletettavasti näin ollen myös kaupungintalon hirsiarinat ovat ajoittain orsiveden pinnan alapuolella. Kellarissa olevan orsiveden syötön voidaan olettaa jonkin verran hidastaneen hirsiarinan lahoamista.

4.1.3 Suositellut jatkotoimenpiteet nykytilanteessa

Hirsiarinan kunto ja laajuus tulisi selvittää koekuopin. Lisäksi tulisi selvittää kellarin orsivedensyöttöjärjestelmän tilanne. Hirsiarinoiden lahoaminen saattaa aiheuttaa paikallista painumaa ja halkeilua väliseiniin. Mikäli hirsiarinat pysyvät kunnossa, rakennuksen painuma jatkuu todennäköisesti tulevaisuudessakin nykyisellä nopeudella, mikäli ulkoiset olosuhteet eivät muutu. Ulkoisena olosuhdemuutoksena voidaan pitää esimerkiksi kaivannon rakentamista lähialueelle tai orsi- ja pohjavedenpinnan laskua. Hirsiarinoiden suojele ei lopeta rakennuksen painumista. Ajan saatossa rakennuksen kokonaispainuma todennäköisesti kasvaakin niin suureksi, että se tulee haittamaan merkittävästi rakennuksen käyttöä.

Rakennukseen on asennettu siirtymäseurannat Aurajoen suuntaan. Siirtymiä suositellaan seurattavan aktiivisesti ja niiden perusteella harkittava tarkistettavaksi rakennuksen ja alueen kokonaisstabiilitetti Aurajoen suuntaan. Joessa tapahtuva ja

tapahtunut eroosio on voinut huonontaa jokirannan kokonaisstabiiliteettia, mistä seurauksena voi olla myös mahdollista vaakaliikettä.

Rakennuksen painumaseurantaa suositellaan jatkettavaksi ja lisäksi yhdyskäytävään on suositeltavaa asennuttaa painumaseurannat. Rakennuksessa oleviin halkeamiin suositellaan asennettavaksi kipsisilloja.

Kaupungintalon laajennushankkeesta riippumatta perustusten vahvistamistoimenpiteitä on suositeltavaa ryhtyä suunnittelemaan. Perustusten vahvistus paaluttamalla on suositeltavaa, esimerkiksi seuraavan laajemman peruskorjauksen yhteydessä.

Koska piharakennukset ja varsinainen kaupungintalon päärakennus ovat kiinni toisissaan, on rakennusten perustukset suositeltavaa vahvistaa yhdyskäytävä mukaan lukien likimain samanaikaisesti eli muutaman vuoden sisällä toisistaan.

4.2 Kaupungintalon piharakennukset (Aurakatu 2-4)

4.2.1 Yleistä

Aurakatu 2-4 sijaitseviin Kaupungintalon piharakennuksiin on saatujen lähtötietojen perusteella tehty 2 koekuoppaa vuonna 1996. Koekuoppakortteja ei ole löytynyt. Rakennusten painumasta on ollut käytössä seurantatietoa 1996 vuodesta alkaen. Rakennuksessa 2 on pieni holvattu kellaritila. Rakennuksen lattiassa on havaittavissa selkeitä painumia monin paikoin. Lisäksi on havaittavissa pienehköjä halkeamia seinissä.

Aikaisempien selvitysten ja saatujen pohjatutkimusten perusteella rakennuksen kohdalla savikerros ulottuu noin 40...50 m syvyyteen maanpinnasta. Saven alapuolella olevan moreenin paksuudesta ennen kallionpintaa ei ole tarkkaa tietoa. Maanpinnassa on 1...2 metri paksuinen täyttömaakerros.

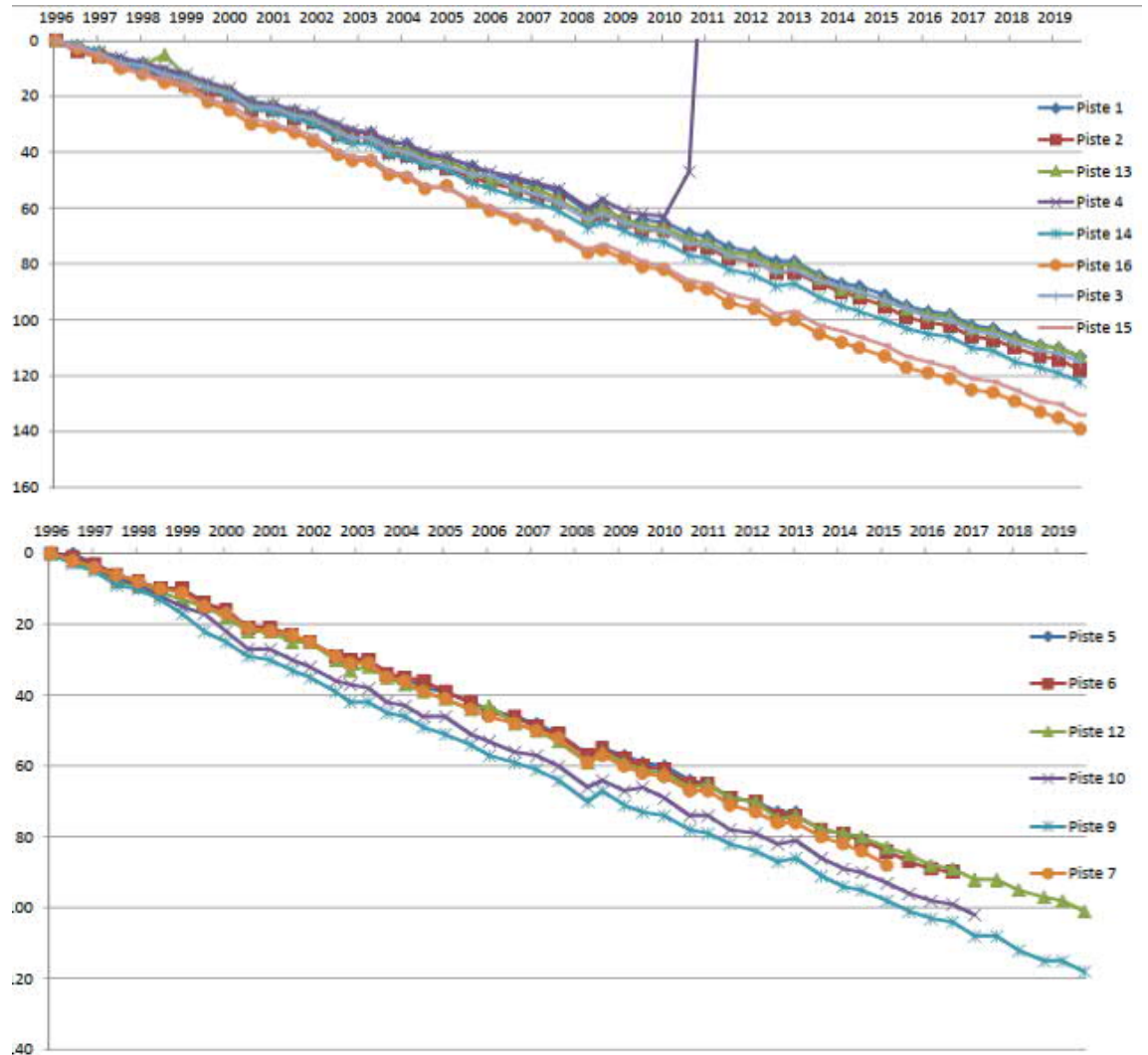
Rakennuksesta on tehty perustusten vahvistamisen suunnitelma vuonna 2015, jonka statuksesta ei ole varmaa tietoa. Suunnitelma ei kokonaisuudessaan ole tässä selvitystyössä ollut käytössä.

4.2.2 Rakennuksen perustukset ja painumahistoria

Rakennus on perustettu kaksi kerroksista hirsiarinaa käyttäen suoraan saven varaan. Hirsiarina päälle on ladottu kylmäkivimuuriperustus. Vuonna 1996 tehtyjen koekuoppatutkimuksissa on havaittu hirsiarinassa voimakasta lahottajatoimintaa bakteeritoiminnasta johtuen.

Hirsiarinan yläpinta on ulkoseinien alla oletettavasti noin tasolla +2,7...+2,8 eli Aurakadun ja Linnankadun kulmassa sijaitsevan orsivesiputkista havaittujen orsivesipintojen yläpuolella. Orsivesi on havaintoputkissa vaihdellut esimerkiksi 2016...2019 välisenä aikana +1,3...+2,5 välillä.

Kokonaispainumaa on havaittu Linnankadun puoleisessa rakennuksessa tapahtuneen 23 vuoden aikana 113...139 mm eli keskimäärin noin 4,9...6,1 mm vuodessa. Aurajoen puoleisessa rakennuksessa vastaavasti painumaa on tapahtunut 23 vuoden aikana 101...118 mm eli keskimäärin 4,5...5,2 mm vuodessa. Painumat on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Rakennusten painumaseurannat painumaseurantapisteittäin 1996 – 2019. Ylempänä rakennus 1 ja alempana rakennus 2.

Rakennusten painuma on toistaiseksi ollut suhteellisen tasaista. Rakennukset ovat jatkuvassa painumaliikkeessä. Painumanopeudesta on nähtävissä hirsiarinan lahon vaikutusta, mutta painumamittaustuloksissa ei toistaiseksi ole nähtävissä paikallista suurempaa ja epätasaista painumaa.

4.2.3 Suositellut jatkotoimenpiteet nykytilanteessa

Rakennusten painuminen jatkuu todennäköisesti kyseisenkaltaisella nopeudella siihen asti, kunnes hirsiarinat alkavat lahon myötä enenevässä määrin pettää, jolloin suuremmat ja epätasaiset painumat ja tätä kautta ylärakenteiden kiihtyvä vaurioituminen ovat todennäköisiä.

Hirsiarinarakenteen suojaus lahoamiselta ei enää tule korjaustoimenpiteenä kyseeseen. Suojaustoimenpiteet eivät lopeta rakennuksen painumaa, vaan ainoastaan hidastavat arinarakenteiden lahoamista, jolloin rakennuksen painuminen nykyisen kaltaisesti jatkuisi toimenpiteistä huolimatta ja ajan myötä painumat tulevat rakennuksen käyttöä haittaavaksi.

Koska piharakennukset ja varsinainen kaupungintalon päärakennus ovat kiinni toisissaan, on rakennusten perustukset suositeltavaa vahvistaa yhdyskäytävä mukaan lukien likimain samanaikaisesti eli muutaman vuoden sisällä toisistaan. Rakennusten painumaseurantaa suositellaan jatkettavaksi. Rakennuksessa oleviin halkeamiin suositellaan asennettavaksi kipsisiltoja.

Kaupungintalon laajennushankkeesta riippumatta perustusten vahvistamistoimenpiteitä on suositeltavaa ryhtyä suunnittelemaan mahdollisimman pian. Perustusten vahvistaminen suositellaan tehtäväksi paalutuksen avulla.

4.3 Linnankatu 14, Konsulintalo

4.3.1 Yleistä

Rakennus on rakennettu 1885. Rakennus on 3-kerroksinen kellarillinen kivirakennus. Aikaisempien selvitysten ja saatujen pohjatutkimusten perusteella rakennuksen kohdalla savikerros ulottuu noin 55...60 m syvyyteen maanpinnasta. Saven alapuolella olevan moreenin paksuudesta ennen kallionpintaa ei ole tarkkaa tietoa. Maanpinnassa on 1...2 metri paksuinen täyttömaakerros.

Rakennukseen on tehty 2 koekuoppaa vuonna 1996. Koekuoppakortteja ei ole löytynyt. Rakennuksen painumasta on seurantatietoa vuodesta 1996 asti.

Rakennuksen kellarin lattiassa on havaittavissa halkeamia ja 'kuplimista' eli lattian nousemista keskeltä, kun perustukset ovat painuneet. Rakennuksen sisäänkäynnit ovat nykyisin aivan kadun tasossa.



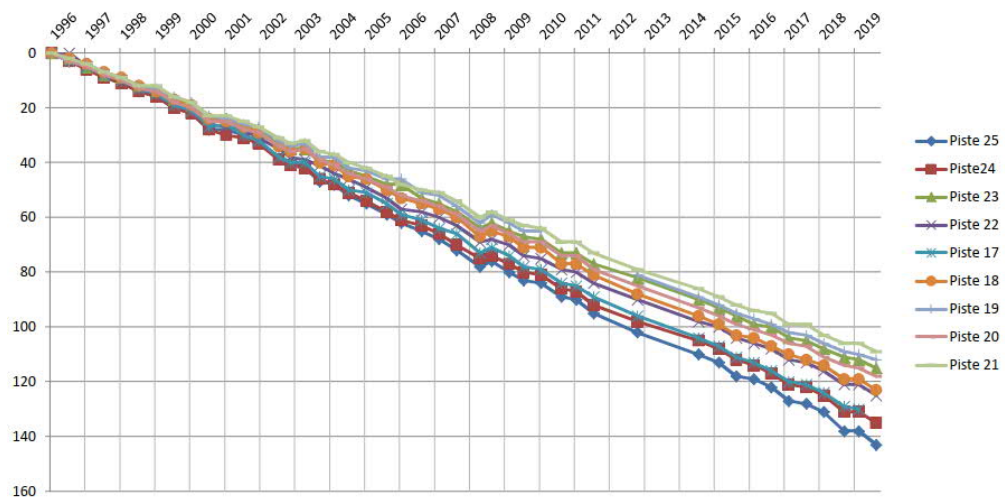
Kuva 9. Rakennuksen sisäänkäynti Linnankadun puolella on aivan kadun tasossa.

4.3.2 Rakennuksen perustukset ja painumahistoria

Koekuoppatutkimusten perusteella rakennus on perustettu puisien koheesiopaalujen varaan. Paalujen päällä on havaittu kylmäkivimuuriperustus, joiden päälle kantavat seinärakenteet on perustettu. Paalujen yläpäiden ympärillä on havaittu kaksikerroksinen hirsiarina.

Vuonna 1996 tehtyjen koekuoppatutkimusten perusteella puuaineksissa havaittiin voimakasta lahottajatoimintaa. Puupaalujen yläpään ja hirsiarinan yläpäiden korkeusasemasta ei ole tarkkaa tietoa, mutta oletettavasti ne ovat noin tasolla +1,9..+2,0 ja oletettavasti näin ollen ainakin ajoittain orsiveden pinnan alapuolella.

Rakennuksen painuma on ollut 23 vuoden (1996...2019) aikana 109...143 mm. Keskimäärin rakennus on painunut vuodessa 4,3...6,2 mm. Painuma on ollut toistaiseksi suhteellisen tasaista. Painumanopeus viittaa siihen, että painumasta osa lahoamisen aiheuttamaa painumaa. Rakennuksen Aurakadun puoleinen pääty vaikuttaa olevan painunut hieman enemmän 23 vuoden aikana. Painumaseurantapisteiden 21 ja 25 välinen painumaero on em. aikana ollut 34 mm.



Kuva 10. Rakennuksen painumaseurannat painumaseurantapisteittäin 1996–2019

4.3.3 Suositellut jatkotoimenpiteet nykytilanteessa

Puupaalujen pysyessä nykyisessä kunnossaan rakennuksen painuma jatkuu tulevaisuudessakin nykyisellä nopeudella. Vääjäämättä painumanopeus tulee kuitenkin kiihtymään ja muodostumaan epätasaisemmaksi paalujen ja arinoiden lahon edetessä. Tätä kautta ylärakenteiden vaurioituminen on todennäköistä. Ajan saatossa painuma kasvaa vääjäämättä niin suureksi, että se tulee haittamaan enenevässä määrin rakennuksen käyttöä. Rakennuksen sisäänkäynnit ovat jo nyt aivan katutasossa.

Korjaustoimenpiteenä ei enää tule kyseeseen hirsiarinarakenteiden suojaus lahoamiselta ja perustusten lujitus betonilla tai muut vastaavat kevyemmät ratkaisut. Perustusten vahvistaminen paalutuksen avulla on suositeltavaa. Kaupungintalon laajennushankkeesta riippumatta perustusten vahvistamistoimenpiteitä on suositeltavaa ryhtyä suunnittelemaan mahdollisimman pian. Rakennuksen painumaseurantaa suositellaan jatkettavaksi. Rakennuksessa oleviin halkeamiin suositellaan asennettavaksi kipsisiltoja.

4.3.4 Linnankatu 14 sijaitseva 'Sylvi Salosen' rakennus

Linnankatu 14 sisäpihalla sijaitsee myös pienempi 2-kerroksinen kivirakennus, jossa on yksityistä liiketoimintaa. Rakennus on yksityisessä omistuksessa. Rakennuksen perustamistavasta tai painumahistoriasta ei ole tietoa. Rakennus ei ole kiinteässä yhteydessä Linnankatu 14 päärakennukseen.



Kuva 11. Linnankatu 14 pihalla sijaitseva pienempi rakennus.

4.4 Linnankatu 15, Kauppahalli

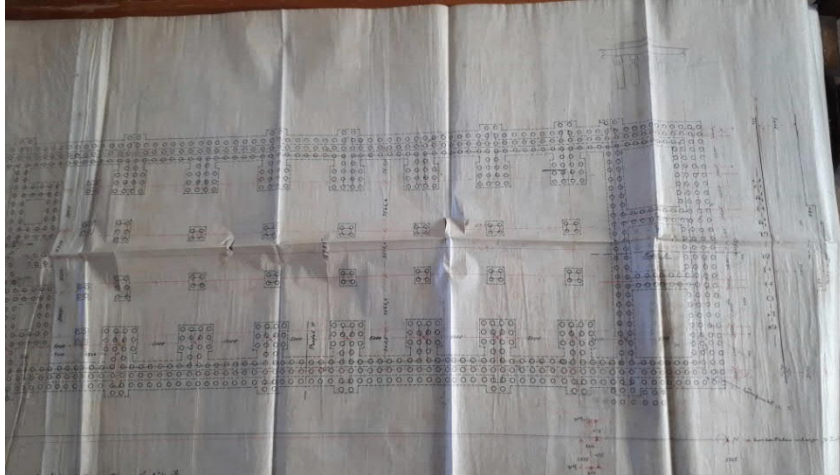
4.4.1 Yleistä

Kauppahallin päärakennus on rakennettu 1896. Rakennuksen Linnankadun puoleisessa päässä on kellaritiloja. Pihalla oleva kellarillinen huoltorakennus on rakennettu 1970-luvun loppupuolella. Lähtötietoselvitysten mukaan rakennukseen on tehty kaksi koekuoppaa vuonna 1996 sekä yksi koekuoppaa vuonna 1976. Kaikkia koekuoppadokumentaatioita ei ole löytynyt. Rakennuksen painumasta on ollut saatavana seurantatietoa vuodesta 2003 asti.

Aikaisempien selvitysten ja saatujen pohjatutkimusten perusteella rakennuksen kohdalla savikerros ulottuu noin 45...60 m syvyyteen maanpinnasta. Savikerros syvenee Eerikinkadun puolelta Linnankadulle päin. Saven alapuolisen moreenin paksuudesta ennen kallionpintaa ei ole tarkkaa tietoa. Maanpinnassa on oletettavasti noin 1...2 metri paksuinen täyttömaakerros.

4.4.2 Rakennuksen perustukset ja painumahistoria

Arkistosta löytyneiden suunnitelmien ja koekuoppatutkimusten perusteella rakennus on perustettu puisia koheesiopaaluja käyttäen. Paalujen päälle on ladottu kylmäkivimuuri, jonka päälle on rakennettu seinärakenteet. Paalujen yläpäiden ympärillä on havaittu hirsiarinaa. Kuvassa 12 on arkistoselvityksessä löydetty ote puupaalukartasta vuodelta 1896.

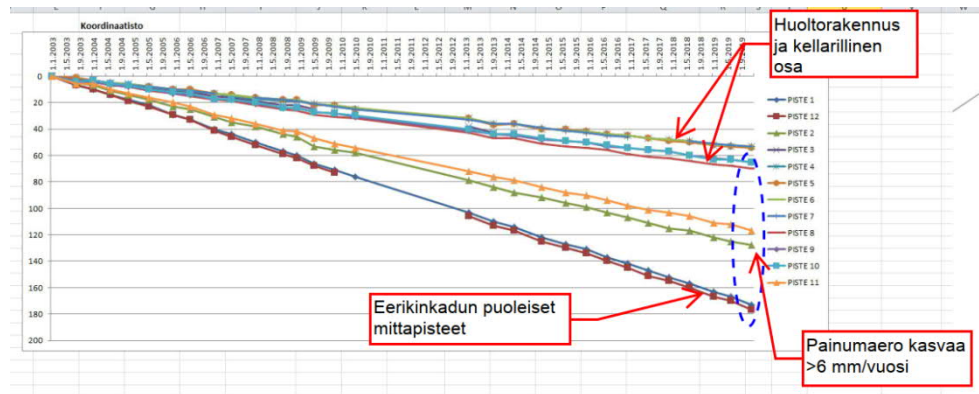


Kuva 12. Kauppahallin puupaalukartta vuodelta 1896.

Vuoden 1996 koekuoppatutkimusten havaintojen mukaan paaluissa oli voimakasta lahottajatoimintaa ja paalut olivat yläpäästään pehmenneet. Vuoden 1996 koekuoppien sijainnista ei ole tietoa. Vuoden 1976 kellarillisen osan koekuoppatutkimuksessa puurakenteiden on todettu olevan kovia ja yläpäiden olevan orsiveden pinnan alapuolella. Samalla on havaittu, että hirsiarina ja puupaaluperustus on ympäröity karkealla maalla ja kivillä, minkä vuoksi mikäli orsiveden pinta laskee puupaalujen yläpinnan alapuolelle, alkavat ne siltä osin lahota. Puupaalujen yläpäät ovat kellarillisessa osassa rakennusta noin tasolla +1,6...+1,7 ja kellarittomassa osassa rakennusta vastaavasti +2,8...+3,1.

Kauppahallin sisäpihalla aikoinaan olleessa orsivesiputkessa orsivedenpinnan taso on 1980- luvulla vaihdellut +2,0...+3,0 m välillä. Kauppahallin länsipuolella Eerikinkadulla aikoinaan olleessa orsivesiputkessa pinta on vaihdellut tasojen +2,5...+2,8 välillä (1999–2015). Linnankadun puolella orsiveden mittaustietoa on Aurakadun ja Linnankadun kulmassa sijaitsevista orsivesiputkista. Orsivesi on havaintoputkissa vaihdellut 2016...2019 välisenä aikana +1,3...+2,5 välillä. Näin ollen kauppahallin puupaalujen yläpäät lienevät nykyisin orsiveden pinnan alapuolella etenkin kellarittomassa osassa rakennusta ja mahdollisesti ajoittain myös kellarillisessa osassa rakennusta.

Kauppahallin päärakennus on 16 vuoden seurantahistorian aikana painunut 65...177 mm. Eniten on painunut Eerikinkadun puoleinen osa rakennuksesta 117...177 mm, mikä on keskimäärin noin 7,3...11,0 mm vuodessa. Linnankadun kellarillinen puoli rakennuksesta on painunut 65...70 mm, mikä on keskimäärin noin 4,1...4,4 mm vuodessa. Painuma on ollut toistaiseksi tasaista ajan suhteen. Painumaeroa rakennuksen eri osien välillä on 16 vuoden aikana tullut 112 mm. Painumaeroa on tullut yli 6 mm vuosi. Painumaero kasvaa vähintäänkin nykyisellä tahdillaan tulevaisuudessa.



Kuva 13. Kauppahallin painumat 2003...2019.

Rakennuksen epätasainen painuminen on selkeästi nähtävissä rakennuksen sisällä halkeamina hieman huoltorakennuksesta Aurakadulle päin. Arkistotietojen perusteella rakennuksen epätasaista liikettä on tutkittu ainakin jo 1960 -luvulla.

Huoltorakennus on arkistosuunnitelmien perusteella perustettu koheesiopuupaaluilla, joiden yläpään on liitetty 3 metrin mittainen betonipaalu, minkä vuoksi puupaaluperustusten voidaan olettaa olevan orsiveden pinnan alapuolella. Huoltorakennus on painunut 16 vuodessa 53...54 mm eli noin 3,3 mm vuodessa.

Kauppahallin päarakennuksen kellarillisen osan ja huoltorakennuksen osalta havaitut painumat ovat vielä normaaleja saveen varaan perustetuille puupaalutetuille rakennuksille. Kauppahallin kellarittoman osan painumanopeus taas viittaa siihen, että puupaalut ovat menettäneet jo selvästi kantavuuttansa.



Kuva 13. Ulkoseinässä näkyvää halkeamaa.

4.4.3 Suositeltavat jatkotoimenpiteet nykytilanteessa

Rakennuksen painumakäyttäytyminen jatkuu vähintään nykyisellä nopeudella tulevaisuudessa. Painumanopeus todennäköisesti kiihtyy sekä painumien käyttäytyminen muuttuu epätasaisemmaksi puupaalujen lahoamisen jatkuessa. Painumaero eri rakennusten osien välillä kasvaa edelleen ajan myötä, mikä tulee tulevaisuudessa heijastumaan yhä enenevässä määrin myös yläpuolisiin rakenteisiin sekä rakennuksen käyttöä haittaavaksi.

Kaupungintalon laajennushankkeesta riippumatta Kauppahallin perustusten vahvistamistoimenpiteitä paaluttamalla on erittäin suositeltavaa ryhtyä suunnittelemaan mahdollisimman pian. Rakennuksen painumaseurantaa suositellaan jatkettavaksi. Rakennuksessa oleviin halkeamiin suositellaan asennettavaksi kipsisiltoja.

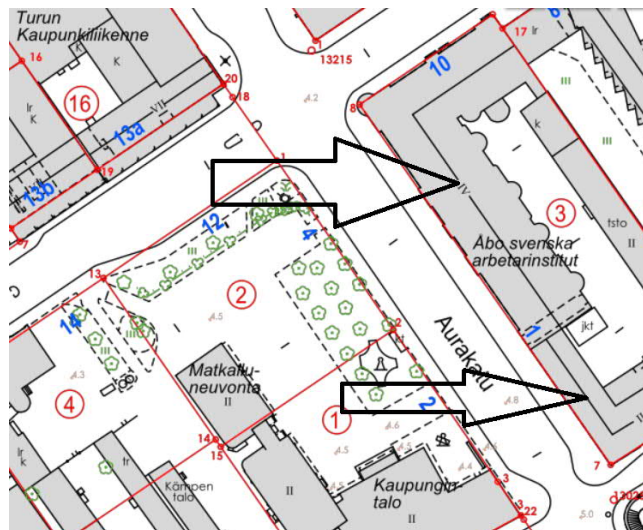
4.5 Yksityisten omistamat rakennukset

Työn yhteydessä selvitettiin arkistonselvityksin rakennusvalvonnan ja kaupunginarkiston arkistoista alla olevien yksityisten rakennusten perustamistapoja. Kaikkien rakennusten perustamistavoista ei löytynyt arkistosta tietoa.

4.5.1 Aurakatu 1

Rakennusvalvonnan ja kaupunginarkiston suunnitelmissa on viitteitä siitä, että Aurakadun ja Linnankadun kulmaan sijoittuva korkeampi kerrostalorakennus on perustettu puisille koheesiopuupaaluille. Rakennuksessa on kellari. Rakennuksen perustuksia ei ole tiettävästi vahvistettu.

Lähempänä Aurajokea oleva matalampi Bassintalo on arkistosta löytyneiden selvitysten perusteella perustettu maanvaraisesti suoraan saven varaan tehdyn kylmäkivimuurin varaan. Bassintalon itäpäädyssä (Läntinen rantakatu 9) on havaittu olevan huonokuntoinen hirsiarina ja kellari. Hirsiarinan on arkistosta löytyneen selvityksen perusteella arvioitu olevan melko huonossa kunnossa, mutta painuman on todettu olleen tasaista. Rakennuksen perustuksia ei tiettävästi ole vahvistettu.



Kuva 14. Aurakatu 1:ssä sijaitsevat rakennukset

4.5.2 Linnankatu 13

Osoitteessa Linnankatu 13 a ja b sijaitsevista kerrostalojen perustustavoista ei rakennusvalvonnan tai kaupunginarkistosta ole löytynyt varmaa tietoa. Epävirallisen tiedon mukaan Linnankatu 13 a sijaitseva läntisempi kerrostalo on mahdollisesti paalutettu kallioon asti teräspaaluilla. Viereisessä Aurakadun suuntaisessa rakennuksessa (Aurakatu 6) on tehty perustusten vahvistus paaluttamalla.

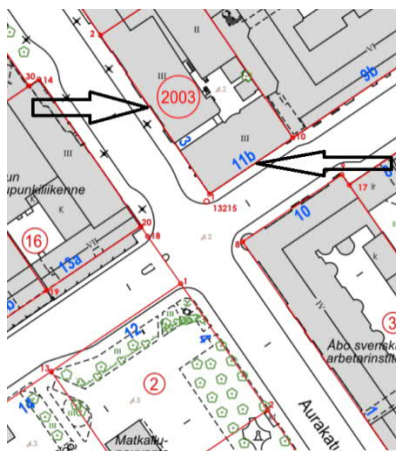


Kuva 15. Linnankatu 13 sijaitsevat rakennukset.

4.5.3 Aurakatu 3 ja Linnankatu 11

Rakennusvalvonnan ja kaupunginarkistosta löytyneiden selvitysten mukaan Aurakadun ja Linnankadun kulmaan sijoittuvat rakennukset on tiettävästi perustettu puisille koheesiopuupaaluille. Rakennuksissa on kellari.

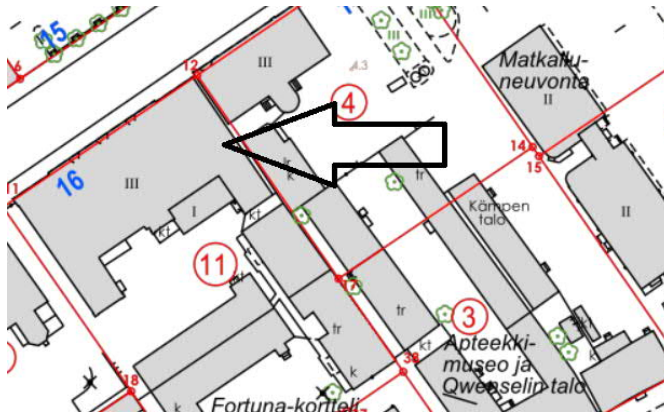
Aurakatu 3:n osalta on havaittu arina- ja puupaalurakenteissa lahoamista. Lisäksi arkistossa olevista lausunnoista ilmenee, että perustusten vahvistamista kylmäkivimuuriperustuksia injektoimalla ja lahonneita puupaaluja sekä hirsiarinoita poistamalla ja kuormia keventämällä on suunniteltu. Toteuttamisesta ei ole varmaa tietoa. Kummankaan rakennuksen perustuksia ei ole tiettävästi vahvistettu kovaan pohjaan paaluttamalla.



Kuva 16. Aurakatu 3 ja Linnankatu 11b rakennukset

4.5.4 Linnankatu 16

Kansallisen kirjakaupan rakennus on arkistosta löytyneiden koekuoppatietojen perusteella perustettu koheesiopuupaaluilla. Vuonna 1976 tehtyjen kahden koekuoppatutkimusten havaintojen mukaan puupaalut ovat olleet tällöin kovia ja paalujen yläpään ympärillä veden kyllästämaa hiekkaa. Puupaalujen yläpuolelle on tehty betonista ja luonnonkivistä perusmuuri. Osassa rakennusta on perusmuurin alla havaittu myös hirsiarina. Paalujen yläpään ja hirsiarinan korkeustaso on oletettavasti noin tasolla +1,3...+1,5. Rakennuksessa on nähtävillä halkeamia. Rakennuksen perustuksia ei ole tiittävästi vahvistettu kovaan pohjaan paaluttamalla.



Kuva 17. Linnankatu 16.

4.5.5 Kevyehköt rakennukset lähialueella

Rakennushankkeen vaikutuspiiriin sijoittuu lisäksi kuvassa 18 ympyröidyt kevytrakenteiset talousrakennustyyppiset rakennukset. Puu- tai hirsirunkoiset kevyehköt rakennukset on tiittävästi perustettu kivilatomuksella suoraan saven varaan.



Kuva 18. Rakennushankkeen vaikutusalueella olevat kevytrakenteiset rakennukset ympyröitynä vasemmalla

4.6 Kaupungin rakennusten perustusten vahvistustarve nykytilanteessa

Kaupungintalon laajennushankkeesta riippumatta on edellisissä kohdissa perustellun mukaisesti suositeltavaa aloittaa perustusten vahvistusten suunnitteleminen Kauppahallin, Linnankatu 14 ja Kaupungintalon ja sen piharakennusten osalta.

Kiireellisyysjärjestykseksi ilman kaupungintalon laajennushanketta on tässä tapauksessa seuraava:

1. Kauppahalli
 - Perustamisvahvistustarve on painumanopeuden ja painumaeron vuoksi ehdottomasti kiireisin.
 - Perustustenvahvistuksen suunnittelu suositellaan käynnistettäväksi heti.
 - Perustusten vahvistus suositeltavaa aloittaa Eerikinkadun kellarittomasta osasta mahdollisimman pian, esimerkiksi 1...3 vuoden sisällä.
 - Tämän jälkeen kellarillisen osan perustusten vahvistus 1...2 vuoden sisällä sen jälkeen, kun kellariton osa on vahvistettu.
2. Linnankatu 14
 - Perustustenvahvistuksen suunnittelu suositellaan käynnistettäväksi viimeistään vuonna 2021.
 - Perustukset on suositeltavaa vahvistaa viimeistään noin viiden vuoden sisällä tai seuraava peruskorjauksen yhteydessä, jotta vältytään painumanopeuden kiihtymisen aiheuttamilta suuremmilta vaurioilta. Perustusten vahvistuksen kustannukset ja riskit nousevat todennäköisesti ajan myötä.
3. a. Kaupungintalon piharakennukset
 - Perustustenvahvistuksen suunnittelu suositellaan käynnistettäväksi viimeistään vuonna 2022.
 - Perustukset on suositeltavaa vahvistaa viimeistään 5–8 vuoden sisällä tai seuraava peruskorjauksen yhteydessä, jotta vältytään painumanopeuden kiihtymisen aiheuttamilta suuremmilta vaurioilta. Perustusten vahvistuksen kustannukset ja riskit nousevat todennäköisesti ajan myötä.
4. Kaupungintalo
 - Perustustenvahvistuksen suunnittelu suositellaan käynnistettäväksi viimeistään vuonna 2023.
 - Perustukset suositeltavaa vahvistaa kahden vuoden sisällä piharakennusten vahvistamisen jälkeen

Perustusten vahvistusten suunnittelu on syytä aloittaa 18 kk ennen kaavailtua toteutusajankohtaa riittävän suunnittelu- ja urakkakilpailuajan varmistamiseksi.

5 Kaupungintalon laajennushanke ja maanalainen pysäköinti

5.1 Kaupungintalon laajennus

Lisärakennukselle on varattu asemakaavassa sijainti Linnankadulle kuvan 1 mukaiseen kohtaan. Rakennukseen on tarkoitus rakentaa yksi kellarikerros. Tilan ahtauden ja pohjaolosuhteiden vuoksi on ilmeistä, että rakennuskaivanto tulee toteuttaa tuetussa kaivannossa. Pohjaolosuhteiden vuoksi uudisrakennukset tulee perustaa tukipaaluilla. Oleellimmat Kaupungintalon pohjarakentamisen aiheuttamat riskit lähiympäristöön liittyvät rakennuskaivantoon ja paalutukseen.



Kuva 19. Kaupungintalon laajennuksen mahdollinen rakennuspaikka

5.2 Maanalainen pysäköinti

Suunnitellulle maanalaiselle pysäköinnille on varattu asemakaavassa kuvan 1 mukainen alue. Toistaiseksi ei ole tarkkaan tiedossa, millä laajuudella pysäköinti toteutetaan. Pysäköinti olisi kuitenkin yhtenäinen maanalainen tila Kaupungintalon laajennuksen kellaritilan kanssa. Maanalainen pysäköinti toteutettaisiin yksikerroksisena. Osin pysäköinnin on kaavailtu sijoittuvan Kaupungintalon laajennuksen alle ja osin Linnankatu 14 sisäpihalle sekä Kaupungintalon edessä olevan nykyisen parkkipaikan kohdalle. Maanalaisen pysäköinnin laajuuden osalta on tässä työssä tarkisteltu kahta eri laajuusvaihtoehtoa. Laajuusvaihtoehdossa 1 käytetään koko kaavan sallima tila hyödyksi. Laajuusvaihtoehdossa 2 maanalaisen pysäköinnin laajuutta on supistettu mahdollisella painumariskialueella olevien rakennusten riskien minimoimiseksi. Maanalaisen pysäköinnin vaatima työnaikainen kaivussyvyys nykyisestä maanpinnasta on arvioitu olevan noin 6 m. Kaivanto on toteutettava tilan ahtauden ja pohjaolosuhteiden vuoksi tuettuna kaivantona.

Etenkin Kaupungintalon edessä olevan nykyisen parkkipaikan kohdalla tila kaivannolle on erittäin ahdas, koska maanalaisen pysäköinnin rakentamisessa on annettu lähtökohdaksi, että Aurakadun varressa olevat vanhat puut säilyvät vahingoittumattomana rakentamisen johdosta. Tämä tarkoittaa, että kaivantotoimenpiteet eivät saisi ulottua 2,5 m lähemmäksi puista juuret huomioiden.

Pitkien kaivantoponttiseinien asennus taas törmäilee puiden oksiin myös kauempana puista.

6 Hankkeen pohjarakentamisesta aiheutuvat riskit

6.1 Kaivannon ja muun pohjarakentamisen vaikutukset ympäristöön

Kaivannon rakentamisesta syntyy kaivannon lähialueella maapohjaan muodonmuutosta, joka yleensä havaitaan maanpinnalla painumana. Kaivannon vaikutuksesta ympäristön pohja- ja orsivedentasot ja virtausolosuhteet voivat muuttua. Lisäksi kaivannon rakentamisesta aiheutuu ympäristöön tärinää. Tärinää ja maapohjan muodonmuutoksia syntyy myös Kaupungintalon laajennukse paalutuksesta, jota voidaan rajoittaa paalutyypin valinnalla.

Kaivannolle arvioidulla maapohjan muodonmuutosalueella on varauduttava, että kaivantotyöt aiheuttavat haitallisia painumia. Maapohjan muodonmuutokset ovat yleensä suoraan verrannollisia kaivannon etäisyyteen tarkastelukohteesta ja kaivannon syvyyteen. Muodonmuutosalueen laajuutta voidaan jonkin verran rajoittaa kaivannon suunnitteluratkaisuin, joiden lisäksi se riippuu olennaisesti myös rakennustyön laatusosta.

Kohteen pohjaolosuhteiden eli 45...60 m paksuisen savikerroksen vuoksi kaivannon tukirakenteiden ankkurointi ns. kovaan pohjaan, esimerkiksi kallioon, on haastavaa ja kallista. Tämän vuoksi kohteen kaivantotöihin voidaan ilman tarkempia kaivantosuunnitelmiakin olettaa sisältyvän normaalia enemmän ympäristön painumariskejä. Maapohjan muodonmuutosalue on arvioitu tässä yhteydessä kokemuseräisesti olettaen, että kaivannon tukirakenteiden vaakasiirtymät saadaan rajoitettua kaivantoratkaisuin kuitenkin siedettävälle ja yleisesti kaupunkialueella hyväksyttävälle tasolle.

Arvioidulla maapohjan muodonmuutosalueella tulee maanvaraisten rakenteiden pystykuormat lähtökohtaisesti siirtää kantavaan pohjaan. Toisin sanoen kaivannon muodonmuutosalueella olevien maanvaraisten rakennusten perustukset on vahvistettava. Myös muut muodonmuutosalueen maanvaraiset rakenteet tulee tässä yhteydessä huomioida, esimerkiksi kunnallistekniikka, kadut ja pihat.

Orsivedenpinnantason muutoksista aiheutuu riskiä puisille perustusrakenteille, yleensä puupaalujen yläpäille ja hirsiarinoille, näiden joutuessa hapellisiin olosuhteisiin, jotka edesauttavat lahottaja- ja bakteeritoimintaa. Kaivannon mahdollisesti aiheuttamat pohja- ja orsivedentason ja virtausolosuhteiden muutokset heijastuvat yleisesti selvästi muodonmuutosaluetta kauemmaksi.

Rakennustärinän selvästi haitallisen vaikutusalueen voidaan yleensä olettaa olevan samaa kokoluokkaa kuin maapohjan muodonmuutosalue, mutta tämä on täysin riippuvainen kohteen läheisyydessä olevien rakennusten ja rakenteiden tärinäherkkyydestä.

6.1.1 Riskialue 1

Tarkasteluissa riskialueeksi 1 on arvioitu maapohjan muodonmuutosalue. Kyseisen alueen sisällä oleville maanvaraisille rakennuksille aiheutuu rakennushankkeen johdosta merkittävä painumariski. Selkeästi kyseisen alueen sisäpuolella olevien

maanvaraisten rakennusten perustukset on syytä varautua vahvistamaan ennen pohjarakennustöiden tekemistä. Poikkeuksena mainittakoon kevyet puu- tai hirsirakenteiset rakennukset, joille mahdollisesti aiheutuvia painumia voidaan korjaillla muilla tavoin.

Riskialue on määritetty maanalaisen kaavan mukaisen rajauksen perusteella olettaen, että kaivannon työnaikaiset rakenteet sijoittuvan kaavarajauksen reunaan. Mikäli jatkosuunnittelussa kaivannon työalue laajentuu selvästi, on riskialueen 1 raja-alueilla olevien rakennusten painumariski syytä arvioida uudestaan. Kyseisen kaltainen tilanne voi tulla kyseeseen esimerkiksi, jos Linnankatu katkaistaan liikenteeltä ja kaivannon tukirakenteet tehdään selvästi kadun puolelle.

6.1.2 Riskialue 2

Tarkasteluissa riskialueeksi 2 on arvioitu maapohjan muodonmuutosaluetta (riskialue 1) selvästi laajempi alue. Kyseisen alueen sisäpuolella on arvioitu voivan syntyvä muutoksia orsi- ja pohjaveden pinnan tasoon ja virtausolosuhteisiin. Lisäksi alueella on arvioitu voivan syntyä vähäisiä painumia ja värinävaikutuksia. Kyseisen alueen sisäpuolelle tulee tehdä ympäristön tarkkailusuunnitelma, joka pitää sisällään painumamittauksia, orsi- ja pohjaveden mittauksia, värinämittauksia ja rakenteiden katselmuksia.

Riskialueen 2 sisäpuolella myös rakennuksista olevaa perustamistapa- ja perustusten kuntotietoa on syytä tarkentaa, kuten putkijohtojen perustamistapa- ja kuntotietoa.

Riskialueen 2 sisäpuolelle suunniteltavat orsivesi- ja painumaseurannat on suositeltavaa aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa nykytilanteen selvittämiseksi, jotta voidaan erottaa mahdolliset hankkeen aiheuttamat vaikutukset normaalista vaihtelusta sekä erottaa esimerkiksi Toriparkki-kaivannon vaikutukset tämän hankkeen mahdollisesti aiheuttamista vaikutuksista.

Riskialueella 2 on varauduttava tekemään rakennusten katselmoinnit dokumentointineen ennen rakennushankkeen alkua ja rakennustyön aikana aktiivista seurantaa mm. painumien, havaittujen halkeamien, orsiveden ja värinöiden osalta.

6.2 Kaupungintalon laajennuksen rakentamisen vaikutukset

Kuvassa 20 on esitetty arvioidut riskialueet vaihtoehdossa, jossa rakennetaan pelkkä Kaupungintalon laajennus ja siihen liittyvä kellarikerros. Kartta on esitetty laajempaan liitteessä. Kaupungintalon laajennuksen rakentamisen vuoksi on suositeltavaa vahvistaa perustukset Linnankatu 14 ja Kaupungintalon piharakennusten (Aurakatu 2-4) osalta. Varsinainen Kaupungintalon rakennus on kuitenkin suositeltavaa vahvistaa suunnilleen samaan aikaan painumaeron välttämiseksi, koska rakennus on kiinteästi yhteydessä piharakennuksiin.

Kauppahalli ja Linnankatu 14 sijaitseva yksityinen pienempi rakennus sekä Linnankatu 13 osoitteessa sijaitsevat kerrostalot ovat painumariskialueen reuna-alueilla. Näiltä osin Kaupungintalon laajennuksen kaivanto- ja pohjarakentamistyöt on arvioitu voitava suunnitella ja toteuttaa niin, ettei rakennuksia vaurioiteta. Tämä tulee huomioida hankkeen jatkosuunnittelussa.

Kuvassa liilalla värjätyn yksikerroksisen tallirakennuksen osalta painumariski on suuri, mutta mahdollisten painumavaurioiden korjaaminen on arvioitu olevan kustannustehokkaampaa kuin perustusten vahvistaminen.



Kuva 20. Kaupungintalon laajennuksen rakentamisen arvioidut riskialueet.

6.2.1 Kaupungintalon laajennus ilman kellaritilaa

Mikäli Kaupungintalon laajennus rakennetaan ilman kellaritilaa, laajennuksen vaatima kaivanto rajoittunee noin 2 m syvyyteen maanpinnasta. Uudisrakennus tulee kuitenkin perustaa paaluilla kovaan pohjaan. Rakennus tulee kiinni Linnankatu 14 rakennukseen ja Kaupungintalon piharakennukseen. Rakennusten perustukset on tarpeen vahvistaa. Ilman perustusten vahvistamista, paaluttamista kovaan pohjaan, toisissaan kiinni olevat rakennukset painuvat eri tahtiin, jolloin syntyy rakenteellisia vaurioita. Myös itse laajennusrakennukset paalutustyöt mahdollisesti myös rakentamisesta aiheutuvat värähtämiset aiheuttavat suurella todennäköisyydellä maapohjan muodonmuutosta eli käytännössä painumaa em. rakennusten alle laajennusrakennuksen puoleisilla sivuilla.

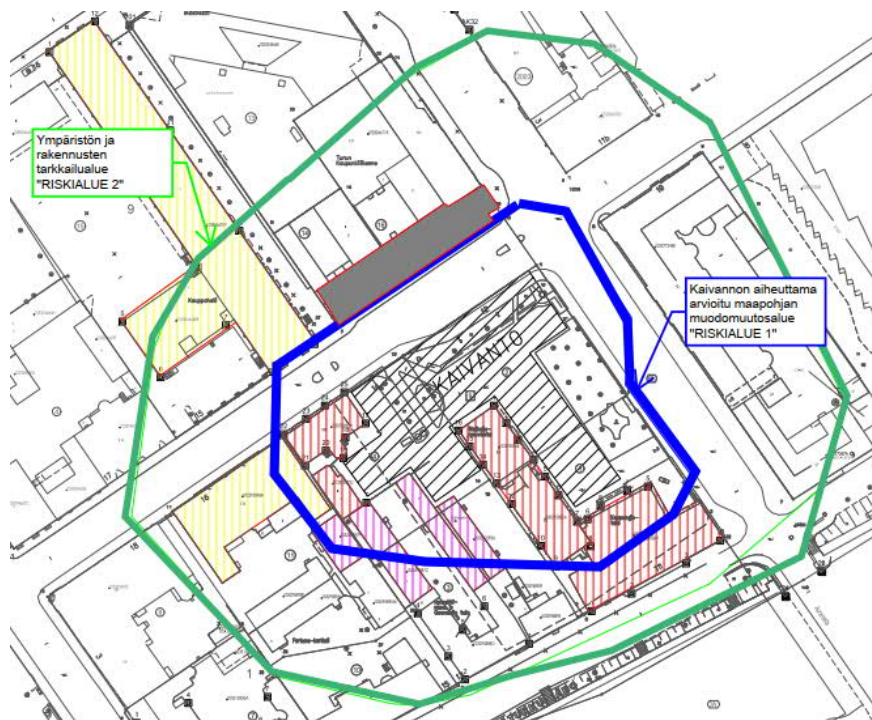
Kellaritilattoman Kaupungintalon laajennuksen rakentamisen vuoksi on suositeltavaa vahvistaa perustukset Linnankatu 14 ja Kaupungintalon piharakennusten (Aurakatu 2-4) osalta. Kyseisessä vaihtoehdossa painuma- ja ympäristöriskit kuitenkin rajoittuvat hyvin lähelle rakennushanketta ja rakennustoimenpiteiden voidaan olettaa olevan tältä osin normaalia ahtaassa kaupunkiympäristössä tapahtuvaa rakentamista riskeineen ja sitä kautta luotettavasti hallittavissa.

6.3 Kaupungintalon laajennuksen ja pysäköinnin vaikutukset, pysäköinnin laajuus 1

Kuvassa 21 on esitetty arvioidut riskialueet vaihtoehdossa, jossa rakennetaan Kaupungintalon laajennuksen lisäksi maanalainen pysäköinti kaavan sallimassa maksimilaajuudessaan. Kartta on esitetty laajempaan liitteeseen. Kyseisen vaihtoehdon toteutuessa on suositeltavaa vahvistaa perustukset Linnankatu 14, Kaupungintalon, Kaupungintalon piharakennusten (Aurakatu 2-4) ja Linnankatu 14 pienemmän rakennuksen (Sylvi Salonen) osalta. Tässä tapauksessa on huomionarvoista, että Linnankatu 14 piharakennus (Sylvi Salonen) on yksityisessä omistuksessa.

Kauppahalli, Linnankatu 16 sekä Linnankatu 13 osoitteessa sijaitsevat kerrostalot ovat painumariskialueen reuna-alueilla. Näiltä osin Kaupungintalon laajennuksen ja maanalaisen pysäköinnin kaivanto- ja pohjarakentamistyöt on arvioitu voitavan suunnitella ja toteuttaa niin, ettei rakennuksia vaurioiteta. Tämä tulee huomioida hankkeen jatkosuunnittelussa. Etenkin yksityisessä omistuksessa olevan Linnankatu 16 perustusten kunnan nykytilaa tulee jatkosuunnittelussa selvittää ja rakennuksen tilannetta seurata rakennustyön aikana ja ennen sitä aktiivisesti. Oletettavasti perustukset ovat huonossa kunnossa ja rakennuksessa on nykyisellään painumavaurioita. Kaivanto ja muut pohjarakentamistyöt tulee vaihtoehdon toteutuessa suunnitella ja toteuttaa erittäin asiantuntevasti ja huolellisesti, ettei aiheuteta rakennukselle lisävaurioita.

Kuvassa liilalla värjättyjen yksikerroksisten tallirakennusten, Kämpentalon ja Linnankatu 16 pihalla olevan rakennuksen osalta painumariski on suuri, mutta mahdollisten painumavaurioiden korjaaminen on arvioitu olevan kustannustehokkaampi tapa kuin rakennusten perustusten vahvistaminen.



Kuva 21. Kaupungintalon laajennus ja maanalainen pysäköinti, laajuus 1, rakentamisen arvioidut riskialueet.

6.4 Kaupungintalon laajennuksen ja pysäköinnin vaikutukset, pysäköinnin laajuus 2

Kuvassa 22 on esitetty arvioidut riskialueet vaihtoehdossa, jossa rakennetaan Kaupungintalon laajennuksen lisäksi maanalainen pysäköinti läheisten rakennusten perustusten vahvistustarpeen kannalta optimoidussa laajuudessa.

Kyseisen vaihtoehdon toteutuessa on suositeltavaa vahvistaa perustukset Linnankatu 14 ja Kaupungintalon piharakennusten (Aurakatu 2-4) osalta. Varsinainen Kaupungintalon rakennus on kuitenkin suositeltavaa vahvistaa suunnilleen samaan aikaan painumaeron välttämiseksi, koska rakennus on kiinteästi yhteydessä piharakennukseen.

Kauppahalli, Linnankatu 14 piharakennus sekä Linnankatu 13:ssa sijaitseva kerrostalo ovat painumariskialueen reuna-alueilla. Näiltä osin Kaupungintalon laajennuksen ja maanalaisen pysäköinnin kaivanto- ja pohjarakentamistyöt on arvioitu voitavan suunnitella ja toteuttaa niin, ettei rakennuksia vaurioiteta. Tähän tulee panostaa hankkeen jatkosuunnittelussa.

Kuvassa liilalla värjättyjen yksikerroksisten tallirakennusten ja Kämpentalon osalta painumariski on suuri, mutta mahdollisten painumavaurioiden korjaaminen on arvioitu olevan kustannustehokkaampi tapa kuin rakennusten perustusten vahvistaminen.



Kuva 22. Kaupungintalon laajennus ja maanalainen pysäköinti, laajuus 2, rakentamisen arvioidut riskialueet.

7 Perustusten vahvistussuunnitelmat

7.1 Yleistä

Kaupungintalon laajennushankkeen ja maanalaisen pysäköinnin toteutuessa on syytä vahvistaa perustukset Linnankatu 14 Konsulitalon, Kaupungintalon ja sen piharakennusten osalta ennen hankkeen pohjarakennustöiden aloittamista kohdassa 4 ja 6 perustellun mukaisesti. Myös Kauppahallin osalta perustusten vahvistuksentarve on ilmeinen ja kiireellinen, mutta se on tässä yhteydessä jätetty tarkemmin tarkastelematta, koska Kaupungintalon laajennushankkeen aiheuttamat riskit Kauppahallin perustuksille on arvioitu voitavan hallita Kaupungintalon laajennushankkeen pohjarakennustoimenpiteillä. Yksityisessä omistuksessa olevan Linnankatu 14 pienemmän rakennuksen (Sylvi Salonen) perustusten vahvistamista ei ole tutkittu tarkemmin. Näiltä osin on suositeltavaa rajata kaivanto mahdollisimman etäälle kyseisestä rakennuksesta.

Tässä yhteydessä on laadittu hankesuunnitelmaa palvelevat alustavat perustusten vahvistussuunnitelmat hankesuunnitelman kustannusarvion määrittämistä varten. Työtä varten ei ole tehty pohjatutkimuksia, koekuoppia tai mittauksia, vaan suunnittelu on tehty käytettävissä olleisiin lähtötietoihin nojautuen. Suunnitelmissa on määritetty alustava paalukartta, paalutyyppi ja pääasiallinen alustava kuormansiirtotyyppi, joilla rakennuksen kuormat siirretään uusille paaluille. Em. suunnitelmat on laadittu Linnankatu 14 sijaitsevan Consulitalon ja Kaupungintalon osalta. Kaupungintalon piharakennusten (Aurakatu 2-4) osalta on kustannusten ja vahvistamisurakan ajallisen keston arvioissa nojaututtu tilaajalta saatuun rakennuksista vuonna 2015 Swecon laatimaan perustusten vahvistussuunnitelmaan (R001), jota on tässä työssä täydennetty paalupituuksien osalta.

Kustannusten ja vahvistusurakan keston mallinnukset on tehty laadituista suunnitelmista laskettujen paalujen ja kuormansiirtojen perusteella. Muut rakennusosat on arvioitu rakennuksen huoneistoalaan perustuen DATU- tietokannan (Database on Turku Underpinning) avulla sekä kokemuseräisesti. Mallinnoissa on huomioitu kohteen vaikeusaste perustusten vahvistamisen kannalta, kaivut, rakenteiden purkamiset, työnaikaiset tukirakenteet, paalujen asennus, injektointit, kuormansiirtojen tekeminen, kuivatusten ja routasuojauksen rakentaminen sekä alapohjien ja muiden purettujen rakenteiden uusiminen. Keston mallinnus perustuu kokemuseräiseen tietoon työmaiden kestosta; kesto voidaan lyhentää jossain määrin konekantaa lisäämällä ja toteuttamalla työlohkoja rinnakkain. Kustannusten ja keston mallinnoiksiin ei sisälly mahdolliset arkeologiset tutkimukset.

Kustannusmalleissa (mallit 1 ja 2) on käytetty seuraavia parametrejä:

<http://lib.tkk.fi/Diss/2011/isbn9789526042763/isbn9789526042763.pdf>

- paalupituus
- paalujen lukumäärä
- paalutyyppi
- kuormansiirtorakenteen tyyppi
- huoneistoala.

Perustusten vahvistustyön keston mallissa on käytetty seuraavia parametrejä:

- paalupituus
- paalujen lukumäärä
- paalutyyppi
- kuormansiirtorakenteen tyyppi.

Hankkeen painumariskialueella oleville kevyehköille rakennuksille ei ole suunniteltu toimenpiteitä tai määritetty kustannuksia. Kyseiset puu- tai hirsirakenteiset rakennukset on arvioitu jonkin verran painumaa sietäviksi. Mahdolliset painumavauriot näiltä osin on arvioitu olevan korjattavissa melko maltillisin kustannuksin.

7.2 Kaupungintalo

7.2.1 Toteuttamistapa

Perustusten vahvistus on laaditussa alustavassa suunnitelmassa suunniteltu tehtäväksi porapaaluilla kuten jo aiemmin suunniteltu Aurakatu 2-4. Paalupituus on pitkä, jolloin porapaalu johtaa tehokkaimpaan suunnitteluratkaisuun. Lisäksi porapaalut läpäisevät varmasti tiiviin syvemmällä olevat mahdolliset välikerrokset. Porapaaluja asennetaan rakennuksen sisä- ja ulkopuolelle sekä kellariin. Porapaalut porataan vähintään 0,5 m ehjään kallioon. Paalumetrejä on arvioitu tarvittavan noin 9000 m. Pääasiallisena kuormansiirtotyyppinä on arvioitu voitavan käyttää kylmäkivimuuriperustuksen molemmiin puolin tehtäviä kuormansiirtopalkkeja, jotka sidotaan toisiinsa kylmäkivimuuriperustuksen läpi. Kylmäkivimuuriperustus injektoidaan. Paikallisesti on tarpeen käyttää myös muuta kuormansiirtotapaa. Kellarin kuormat siirretään paaluille joko seinärakenteiden alle lovettaen uuden kantavan pohjalaatan avulla tai erillisillä kuormansiirtopalkkeilla. Alapohja on perustusten vahvistuksen vuoksi uusittava lähes kokonaan 1. kerroksesta ja kokonaan kellarista. Alustava paalutuskartta ja kuormansiirron periaatteellinen tyyppipoikkileikkaus on esitetty liitteenä.

Perustusten vahvistamista tehtäessä rakennuksen ulkopuolella vaadittava kaivussyvyys ulottuu noin 2,5...3,0 m syvyyteen maanpinnasta riippuen nykyisten perustusten todellisesta syvyydestä. Kellarin paalutuksen osalta voi tarpeen olla varautua kaivamaan Aurakadun puolelta kellarin perustusten tasoon noin 3,0...3,5 m syvyyteen, etenkin mikäli kellarin porräs pitää säilyttää muuttumattomana.

Rakennuksen sisäpuolella ensimmäisessä kerroksessa kaivussyvyys ulottuu noin 3,0 m syvyyteen lattianpinnasta. Kellarissa kaivussyvyys ulottuu noin 1,0 m syvyyteen lattianpinnasta.

7.2.2 Kustannusarvio ja arvioitu rakennusurakan kesto

Perustusten vahvistuksesta aiheutuviksi kustannuksiksi olemme arvioineet 3,4...3,9 milj. €:

- kustannusmalli 1 ennustaa kustannuksiksi 3,4 milj. €, mallin selitysaste noin 25 % (tydyttävä).
- kustannusmalli 2 ennustaa kustannuksiksi 3,86 milj. €, mallin selitysaste noin 90 % (hyvä).

Lopulliset toteutuskustannukset riippuvat markkinatilanteesta ja toteutussuunnitelmien innovatiivisuudesta sekä joustavuudesta, jolloin urakoitsijalle voi tarjoutua mahdollisuuksia tuottaa olosuhteisiin soveltuvia vaihtoehtoisia toteutusratkaisuja.

Perustusten vahvistusten ajalliseksi kestoksi on arvioitu 360 työvuorota, keston mallin selityksaste noin 80 %.

7.2.3 Riskit ja jatkotoimenpiteet

Paalupituuden tarkentamiseksi tulee toteutussuunnittelussa tehdä pohjatutkimuksia rakennuksen alueelta porakonekairauksin, jotka tulee ulottaa ehjään kallioon asti. Lisäksi tarvitaan myös muita pohjatutkimuksia. Toteutussuunnittelussa on lisäksi syytä selvittää perustusten nykyinen kunto ja korkeustaso koekuoppatutkimuksin. Myös asbesti- ja kreosoottikartoituksia on suositeltavaa tehdä. Kreosoottia voi esiintyä etenkin vanhoissa kellareissa. Rakennuksen painuma- ja siirtymäseurantoja tulee jatkaa perustusten vahvistamiseen asti ja sen aikana; lisäksi näkyviin halkeamiin tulisi asentaa kipsisiltoja.

Paalupituudesta johtuen suuri osa perustusten vahvistuksen kustannuksista muodostuu tässä tapauksessa paalutuksesta. Toteutussuunnittelussa on tärkeää kuormansiirtoratkaisujen innovatiivinen rakennesuunnittelu, joilla paalujen lukumäärä saataisiin mahdollisimman pieneksi.

Kustannusarvion osalta kustannusriskin voivat muodostaa mahdolliset rakennuksen alla tai sisällä olevat historialliset, arkeologiset tai muista syistä suojeltavat rakenteet tai alueet tulee määrittää hyvissä ajoin, jotta ne voidaan huomioida perustusten vahvistusten toteutussuunnittelussa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi vanhojen portaiden, lattioiden, alapohjien säilyttäminen koskemattomina tai rajoitukset kaivusvyöhyteen. Mikäli esimerkiksi ensimmäisen kerroksen alapohjaa halutaan säilyttää mahdollisimman paljon, voidaan jatkosuunnittelussa tutkia perustusten vahvistamista rakennuksen alapuolelta. Tällöin kaivettaisiin rakennuksen alapohjan alle työtilaa, josta perustusten vahvistukset tehtäisiin. Kyseisen työtavan käyttämisen käytännön edellytyksenä on, että rakennuksen alapohja on toteutettu kantavana ja on nykyisellään riittävän hyvässä kunnossa. Työtapa saattaa olla kustannuksiltaan selvästi kalliimpi kuin rakennuksen sisäpuolelta tehtävä vahvistustyö. Työtavan teknisen toteuttamiskelpoisuuden arvioiminen vaatii koekuoppatutkimuksia.

Kaupungintalon perustusten vahvistus on suositeltavaa toteuttaa suunnilleen samanaikaisesti piharakennusten perustusten vahvistusten kanssa.

7.3 Kaupungintalon piharakennukset (Aurakatu 2-4)

7.3.1 Toteuttamistapa

Perustusten vahvistus on Swecon vuonna 2015 laatimassa suunnitelmassa suunniteltu tehtäväksi porapaaluilla. Suunnitelma on esitetty liitteenä. Porapaaluja asennetaan rakennuksen sisä- ja ulkopuolelle sekä rakennuksessa olevaan pieneen holvattuun kellaritilaan. Kuormat siirretään uusille paaluille kivimuuriperustuksen molemmiin puolin tehtävien teräsbetonipalkkien ja jännetankojen avulla sekä teräspalkkikuormansiirtoa käyttämällä. Kustannukset on arvioitu em. suunnitelman perusteella. Paalupituus on arvioitu tämän työn yhteydessä.

Laaditun suunnitelman mukaan rakennuksen ulkopuolella vaadittava kaivussyvyys ulottuu pääosin noin 1,5 m syvyyteen maanpinnasta. Rakennuksen sisäpuolella kaivussyvyys ulottuu pääosin noin 1,6 m syvyyteen nykyisestä lattianpinnasta. Kellarissa kaivussyvyys ulottuu noin 0,7 m syvyyteen lattianpinnasta.

7.3.2 Kustannusarvio ja arvioitu rakennusurakan kesto

Perustusten vahvistuksesta aiheutuviksi kustannuksiksi olemme arvioineet 2,6...3,1 milj. €:

- kustannusmalli 1 ennustaa kustannuksiksi 2,6 milj. €, mallin selitysaste noin 25 % (tydyttävä).
- kustannusmalli 2 ennustaa kustannuksiksi 3,06 milj. €, mallin selitysaste noin 90 % (hyvä).

Lopulliset toteutuskustannukset riippuvat markkinatilanteesta ja toteutussuunnitelmien innovatiivisuudesta sekä joustavuudesta, jolloin urakoitsijalle voi tarjoutua mahdollisuuksia tuottaa olosuhteisiin soveltuvia vaihtoehtoisia toteutusratkaisuja.

Perustusten vahvistusten ajalliseksi kestoksi on arvioitu 297 työvuorota, keston mallin selitysaste noin 80 %.

7.3.3 Riskit ja jatkotoimenpiteet

Jatkotoimenpiteenä tulisi selvittää vuonna 2015 laaditun suunnitelman ajantasaisuus ja sen kelpoisuus toteutussuunnitteluun sellaisenaan. Siihen liittyvät mahdollisten muiden dokumenttien, kuten geoteknisten suunnitelmien ja työselostuksen olemassa olo pitäisi myös selvittää. Lisäksi on mahdollista, että suunnitelmaa varten on tehty myös täydentäviä pohjatutkimuksia, koekuoppia, kartoituksia, mittauksia ja selvityksiä, joiden mahdolliset tiedot tulisi selvittää. Rakennusten painumaseurantoja tulee jatkaa perustusten vahvistamiseen asti ja sen aikana; lisäksi näkyviin halkeamiin tulisi asentaa kipsisiltoja.

Kaupungintalon perustusten vahvistus on suositeltavaa toteuttaa suunnilleen samanaikaisesti piharakennusten perustusten vahvistusten kanssa. Jatkosuunnittelussa kannattaa tutkia, onko mahdollista käyttää yhteisiä paaluja rakennusten perustusten vahvistamisessa ja Kaupungintalon laajennushankkeen mahdollisen maanalaisen pysäköinnin perustamisessa sekä kaivannon tuennassa.

7.4 Linnankatu 14

7.4.1 Toteuttamistapa

Perustusten vahvistus on laaditussa alustavassa suunnitelmassa suunniteltu tehtäväksi porapaaluilla johtuen viereisten maanvaraisten ja painuvien rakennusten läheisyydestä sekä mahdollisimman suuren paalukapasiteetin varmistamiseksi. Porapaalumetrejä on arvioitu tarvittavan noin 3500 m.

Porapaalut asennetaan rakennuksen kellarista. Sisäpihan puolella voi porrashuoneen säilyttämisen vuoksi olla tarpeen asentaa paaluja myös rakennuksen ulkopuolella. Rakennuksen kellarissa olevasta umpinaisesta vanhasta öljysäiliötilasta ja sen sisämitoista ei ole tarkkaa tietoa. Tässä yhteydessä on oletettu tilan olevan sellainen, johon purkuteknisin toin päästään paalutuskoneella operoimaan. Pääasiallisen kuormansiirtoratkaisuna toimii kellarin tehtävä uusi kantava alapohjalaatta, jota

lovetaan nykyisen kivimuuriperustukseen. Tämän lisäksi voi kuormansiirrossa olla tarpeen käyttää teräspalkkeja. Kylmäkivimuuriperustus injektoidaan. Alustava paalutuskartta ja kuormansiirron periaatteellinen tyyppipoikkileikkaus on esitetty liitteenä.

Perustusten vahvistusta varten tarvittava kaivussyvyys riippuu nykyisten perustusten todellisesta sijainnista. Kellarissa vaaditun kaivussyvyyden on arvioitu ulottuvan noin 1,0 m syvyyteen lattianpinnasta. Rakennuksen ulkopuolella sisäpihalla kaivussyvyyden on arvioitu ulottuvan noin 2,0...3,0 m syvyyteen maanpinnasta. Kivilatomuksen injektointi onnistuu teknisesti rakennuksen kellarista, mutta mikäli rakennusten vierustat on mahdollista kaivaa auki, voi tällä tavoin saada kustannus- ja aikatauluetua.

7.4.2 Kustannusarvio ja arvioitu rakennusurakan kesto

Perustusten vahvistuksesta aiheutuviksi kustannuksiksi olemme arvioineet 1,3...1,6 milj. €:

- kustannusmalli 1 ennustaa kustannuksiksi 1,3 milj. €, mallin selitysaste noin 25 % (tydyttävä).
- kustannusmalli 2 ennustaa kustannuksiksi 1,64 milj. €, mallin selitysaste noin 90 % (hyvä).

Lopulliset toteutuskustannukset riippuvat markkinatilanteesta ja toteutussuunnitelmien innovatiivisuudesta sekä joustavuudesta, jolloin urakoitsijalle voi tarjoutua mahdollisuuksia tuottaa olosuhteisiin soveltuvia vaihtoehtoisia toteutusratkaisuja.

Perustusten vahvistusten ajalliseksi kestoksi on arvioitu 138 työvuorua, keston mallin selitysaste noin 80 %.

7.4.3 Riskit ja jatkotoimenpiteet

Paalupituuden tarkentamiseksi tulee toteutussuunnittelussa tehdä pohjatutkimuksia rakennuksen alueelta porakonekairauksin, jotka tulee ulottaa ehjään kallioon asti. Lisäksi tarvitaan myös muita pohjatutkimuksia. Toteutussuunnittelussa on lisäksi syytä selvittää perustusten nykyinen kunto ja korkeustaso koekuoppatutkimuksin sekä vanhan öljysäilötilan tilanne. Myös asbesti- ja kreosotikartoituksia on suositeltavaa tehdä. Rakennuksen painuma- ja siirtymäseurantoja tulee jatkaa perustusten vahvistamiseen asti ja sen aikana; lisäksi näkyviin halkeamiin tulisi asentaa kipsisiltoja.

Läheisiin maanvaraisiin yksityisiin rakennuksiin, Linnankatu 16 ja Linnankatu 14 pienempään rakennukseen (Sylvi Salonen), on suositeltavaa neuvotella asennettavaksi painumaseuranta tai nykyinen painumaseuranta otettavaksi rakennuttajan seurantaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ennen perustusten vahvistuksen toteuttamista.

Paalupituudesta johtuen suuri osa perustusten vahvistuksen kustannuksista muodostuu tässä tapauksessa paalutuksesta. Toteutussuunnittelussa on tärkeää kuormansiirtoratkaisujen innovatiivinen rakennesuunnittelu, joilla paalujen lukumäärä saataisiin mahdollisimman pieneksi.

Kustannusarvion osalta kustannusriskin voivat muodostaa mahdolliset rakennuksen alla tai sisällä olevat historialliset, arkeologiset tai muista syistä suojeltavat rakenteet tai alueet tulee määrittää hyvissä ajoin, jotta ne voidaan huomioida perustusten vahvistusten toteutussuunnittelussa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi vanhojen

portaiden, lattioiden, alapohjien säilyttäminen koskemattomina tai rajoitukset kaivusvyöhyteen. Jatkosuunnittelussa kannatta tutkia, onko Kaupungintalon laajennuksen puoleisella sivulla mahdollista käyttää yhteisiä paaluja uudisrakennuksen kanssa.

7.5 Perustusten vahvistusten aikataulu Kaupungintalon laajennushankkeessa

Ennen laajennushanketta tehtävät rakennusten perustusten vahvistukset on suositeltavaa ajoittaa seuraavasti:

1. Linnankatu 14
 - aloitus viimeistään n. 6 kk ennen laajennuksen rakennustöitä
2. Kaupungintalon piharakennukset (Aurakatu 2-4)
 - aloitus viimeistään noin 12 kk ennen laajennuksen rakennustöitä
3. Kaupungintalo
 - aloitus viimeistään kaksi vuotta piharakennusten perustusten vahvistamisen jälkeen.
 - Mikäli maanalainen pysäköinti toteutetaan kohdassa 6.3. kaavailussa laajuudessaan Kaupungintalon suuntaan, on myös Kaupungintalon perustukset vahvistettava ennen maanalaisen pysäköinnin toteuttamista, jolloin aloitus viimeistään n. 13...18 kk ennen laajennuksen rakennustöitä.

Mikäli laajennushankkeen aikataulu mahdollistaa, on suositeltavaa vaiheistaa rakennusten perustusten vahvistamistoimenpiteet siten, ettei urakoita toteuteta aivan samanaikaisesti. Tällöin voidaan toteutusurakoista saada edullisempia ja useampia tarjouksia. Perustusten vahvistusten suunnittelu on syytä aloittaa 18 kk ennen kaavailtua toteutusajankohtaa riittävän suunnittelu- ja urakkakilpailuajan varmistamiseksi.

8 Yhteenveto ja jatkotoimenpiteet

8.1 Kaupungintalo ja sen piharakennukset

Kaupungintalon ja sen piharakennusten osalta on suositeltavaa aloittaa perustusten vahvistusten suunnittelu Kaupungintalon laajennushankkeesta riippumatta. Rakennusten painuma on vielä toistaiseksi tasaista, mutta ajan myötä painuma muodostuu rakennuksen käyttöä haittaavaksi ja painumanopeus oletettavasti myös kiihtyy etenkin piharakennusten osalta, joissa perustusten alla on huonokuntoista hirsjarinaa. Perustusten vahvistusta voidaan harkita tehtäviksi esim. seuraavan peruskorjauksen yhteydessä tai suotuisissa kustannusolosuhteissa. Toteutuksen liiallinen pitkittyminen voi kuitenkin lisätä perustusten vahvistusten kustannuksia ja työnaikaisia riskejä.

Mikäli Kaupungintalon laajennushanke toteutuu, ovat Kaupungintalon ja sen piharakennusten perustukset suositeltava vahvistaa ennen hankkeen pohjarakennustöitä. Hankkeessa tehtävästä kaivannosta aiheutuu rakennuksille merkittävä painuma- ja siirtymäriski. Maanalaista pysäköintiä rajaamalla Kaupungintalon varsinaisen päarakennuksen vahvistaminen voidaan periaatteessa tehdä myöhemmin Kaupungintalon laajennushankkeesta riippumatta. Tällöin kuitenkin olisi Kaupungintalo rakenteellisesti erotettava piharakennuksista painumaeron välttämiseksi. Jatkosuunnittelussa kannattaa tutkia mahdollisuutta yhdistää maanalaisten pysäköinnin ja Kaupungintalon laajennushankkeen paalutuksia Kaupungintalon piharakennusten perustusten vahvistamisen paalutusten kanssa.

Kaupungintalon päarakennuksen osalta perustusten vahvistusten kustannuksiksi on arvioitu 3,4...3,9 milj. euroa. Kaupungintalon piharakennusten osalta kustannuksiksi on arvioitu 2,6...3,1 milj. euroa.

8.2 Linnankatu 14, Konsulintalo

Linnankatu 14 osalta on suositeltavaa aloittaa perustusten vahvistusten suunnittelu Kaupungintalon laajennushankkeesta riippumatta. Rakennuksen painuma on ollut keskimäärin yli 6 mm vuodessa. Rakennuksen sisäänkäynnit Linnankadulla ovat painuneet katutasoon. Ajan myötä painumat muodostuvat enenevässä määrin rakennuksen käyttöä haittaavaksi. Painumanopeus kiihtyy tulevaisuudessa puupaalujen kasvavan lahon myötä. Perustusten vahvistusten kustannusten ja työnaikaisten riskien minimoimiseksi, perustukset olisi syytä vahvistaa melko pikaisesti.

Mikäli laajennushanke toteutuu, ovat Linnankatu 14 perustukset suositeltava vahvistaa ennen hankkeen pohjarakennustöitä. Hankkeessa tehtävästä kaivannosta aiheutuu rakennukselle merkittävä painuma- ja siirtymäriski. Jatkosuunnittelussa kannattaa tutkia mahdollisuutta yhdistää laajennushankkeen paalutuksia Linnankatu 14 paalutusten kanssa.

Perustusten vahvistuksesta aiheutuviksi kustannuksiksi olemme arvioineet 1,3...1,6 milj. euroa.

8.3 Kauppahalli

Kauppahallin osalta on suositeltavaa aloittaa perustusten vahvistusten suunnittelu Kaupungintalon laajennushankkeesta riippumatta. Painumien osalta tilanne vaikuttaa

rakennuksen kannalta kriittiseltä. Painumaero rakennuksen eri osien välillä on kasvanut viime vuosina yli 6 mm vuodessa, ja Eerikinkadun puoleinen pääty on painunut viime vuosina 11 mm vuodessa. Rakennuksessa on nähtävissä selkeää painumaerosta aiheutunutta vaurioitumista. Perustusten vahvistus on suositeltavaa tehdä pikaisesti aloittaen Eerikinkadun puoleisessa osassa. Kellarilliset osat voidaan vahvistaa tämän jälkeen esim. parin vuoden kuluessa ensimmäisestä vaiheesta.

Vaikka kauppahallin tilanne painumien kannalta on kriittinen, Kaupungintalon laajennuksen aiheuttamat riskit on kuitenkin arvioitu voitavan hallita laajennushankkeen pohjarakennustoimenpiteisiin panostamalla. Vahvistamista ennen uudisrakennushanketta ei ole nähty välttämättömäksi toimenpiteeksi, vaikkakin perustusten vahvistus on erittäin suositeltavaa toteuttaa pikaisesti.

8.4 Kaupungintalon laajennushanke ja maanalainen pysäköinti

Kaupungintalon laajennuksen rakennuskaivannon ja maanalaisen pysäköinnin laajuus- ja syvyys vaikuttavat oleellisesti lähialueen rakennuksille aiheutuvaan painumariskiin. Maanalaista pysäköintiä kannattaa harkita rajattavaksi niin, että pysytään mahdollisimman kaukana yksityisten omistamista Linnankatu 13 ja Linnankatu 16 rakennuksista ja Linnankatu 14 sijaitsevasta 'Sylvi Salosen' rakennuksesta. Linnankatu 13 osalta on perustamistapätietoa kuitenkin syytä selvittää vielä jatkossa.

Maanalaisen pysäköinnin tilantarvetta ja aluevarauksia suunniteltaessa on otettava huomioon, että kaivannon työnaikaiset tukirakenteet vaativat tilaa varsinaisen rakenteen ulkopuolelta. Hankkeen kaivanto- ja paalutustöiden suunnitteluun ja toteuttamiseen on panostettava, jotta riskialue ja aiheutuvat riskit rajautuvat mahdollisimman pieneksi.

Laajennushankkeen aikataulussa on huomioitava viereisten rakennusten perustusten vahvistamiseen ja niiden suunnitteluun ja urakkakilpailutukseen vaadittava aika.

8.5 Tutkimus- ja seurantasuunnitelma

Perustusten vahvistusten toteutussuunnittelua varten tulee tehdä lisäpohjatutkimuksia, koekuoppia ja mittauksia. Vahvistustoimenpiteitä mahdollisesti rajoittavat tai vaikeuttavat tekijät tulisi selvittää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tällaisia ovat esim. mahdolliset rakennuksen tai sen ympäristön suojattavat osat, rajoitukset kaivussyvyyteen tai vanhojen purettavien rakenteiden asbesti- tai kreosoottiipitoisuudet.

Lähiympäristön orsi- ja pohjavesiseurantaa olisi tihennettävä. Yksityisten omistamien rakennusten painumaseurantaa tulisi myös tehdä hyvissä ajoin ennen Kaupungintalon laajennushanketta ja ennen läheisten rakennusten perustusten vahvistusta.

Linnankatu 13 osalta sijaitsee melko lähellä tulevaa kaivantoa. Kyseisen rakennuksen perustamistapa ei ole varmasti selvillä. Perustamistapa tulee varmistaa jatkosuunnittelussa olemalla yhteydessä esimerkiksi isännöitsijään.

9 LIITTEET

LIITE 1: Kaupungin rekisterissä olevat pohjatutkimus- ja painumaseurantapisteet, kartta

LIITE 2: Painumaseurannat rakennuksittain

LIITE 3: Nykytilan perustusten vahvistustarve

LIITE 4: Riskialueiden laajuuskartat ja perustusten vahvistustarve eri vaihtoehdoissa

LIITE 5: Kaupungintalo, perustusten vahvistus, luonnos hankesuunnitelmaa varten, alustava paalukartta ja kuormansiirron periaate

LIITE 6: Kaupungintalon piharakennusten perustusten vahvistussuunnitelma (Sweco 2015)

LIITE 7: Linnankatu 14, perustusten vahvistus, luonnos hankesuunnitelmaa varten, alustava paalukartta ja kuormansiirron periaate

Turussa 20.5.2020

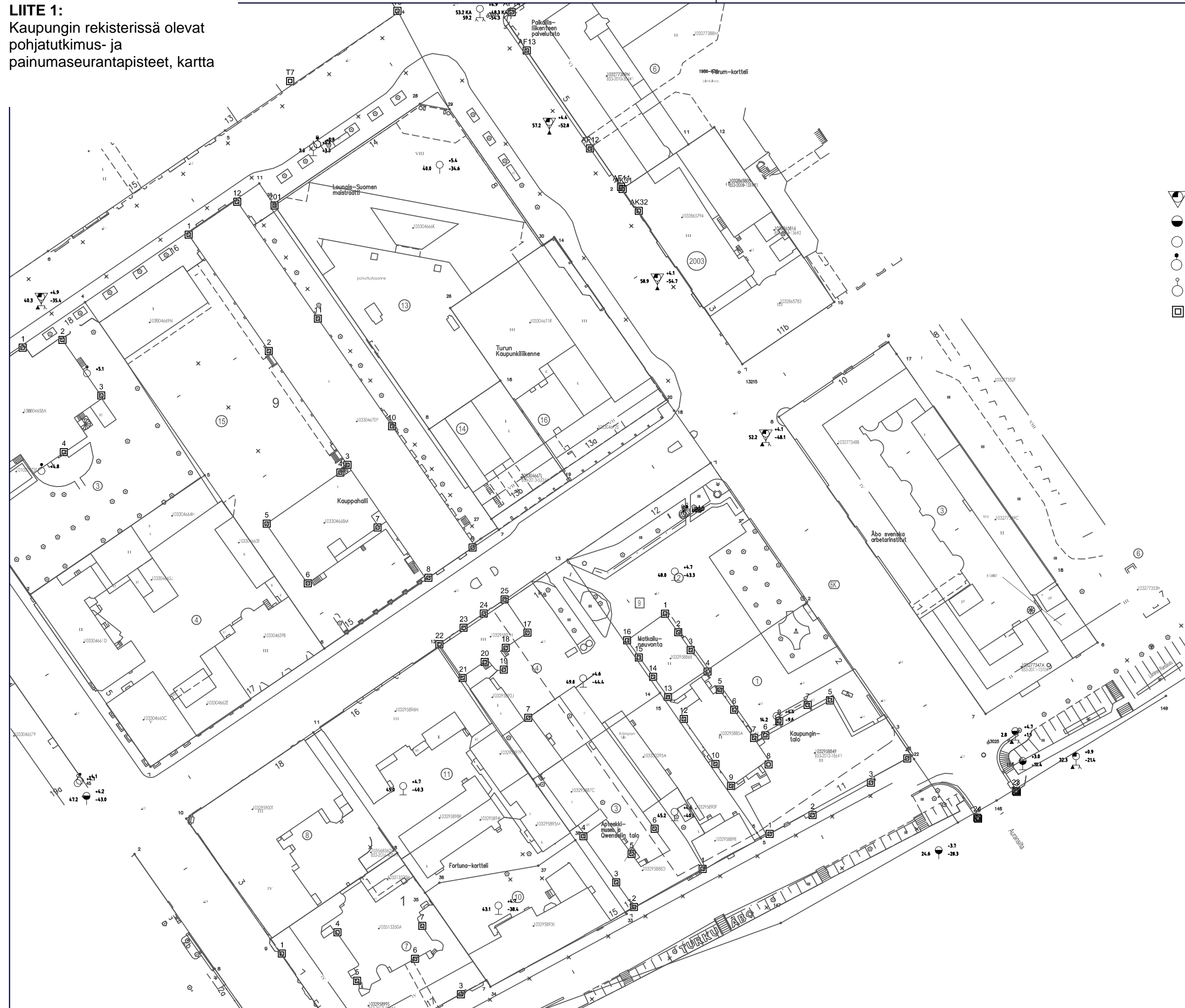
Jouko Lehtonen

Risto Ketonen

TkT

DI

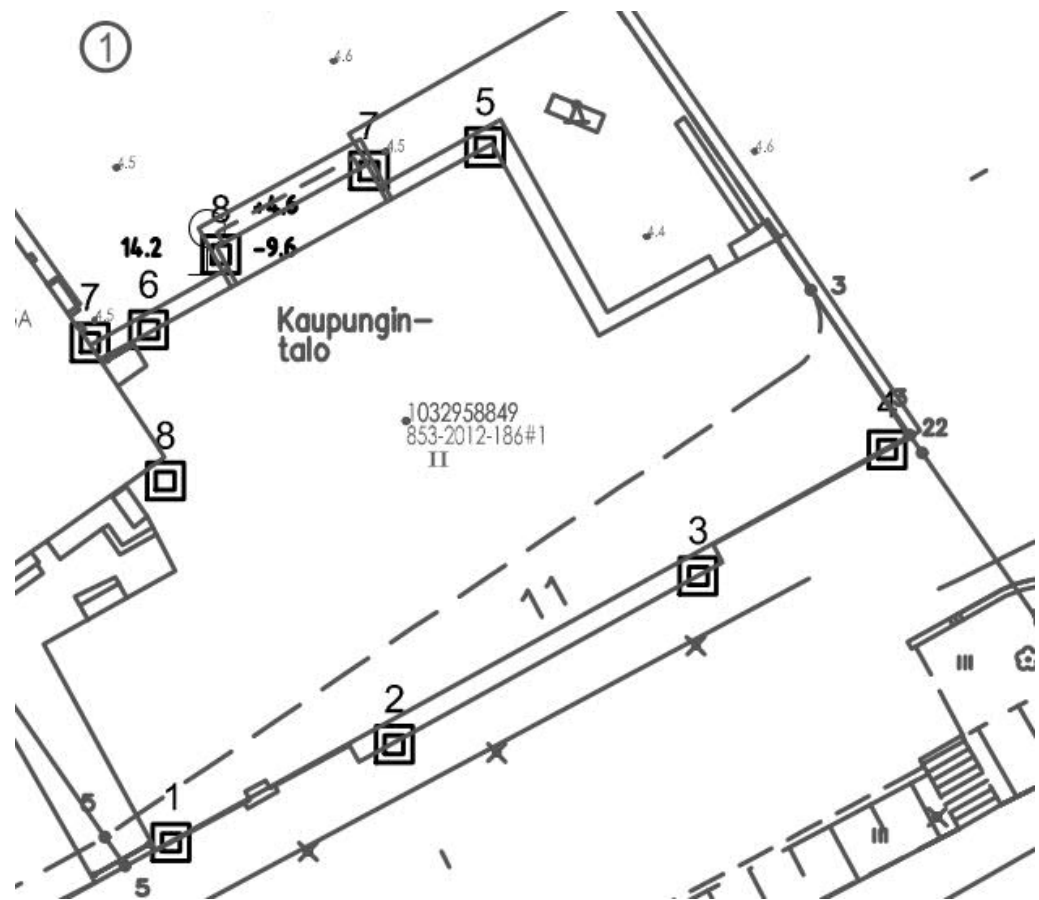
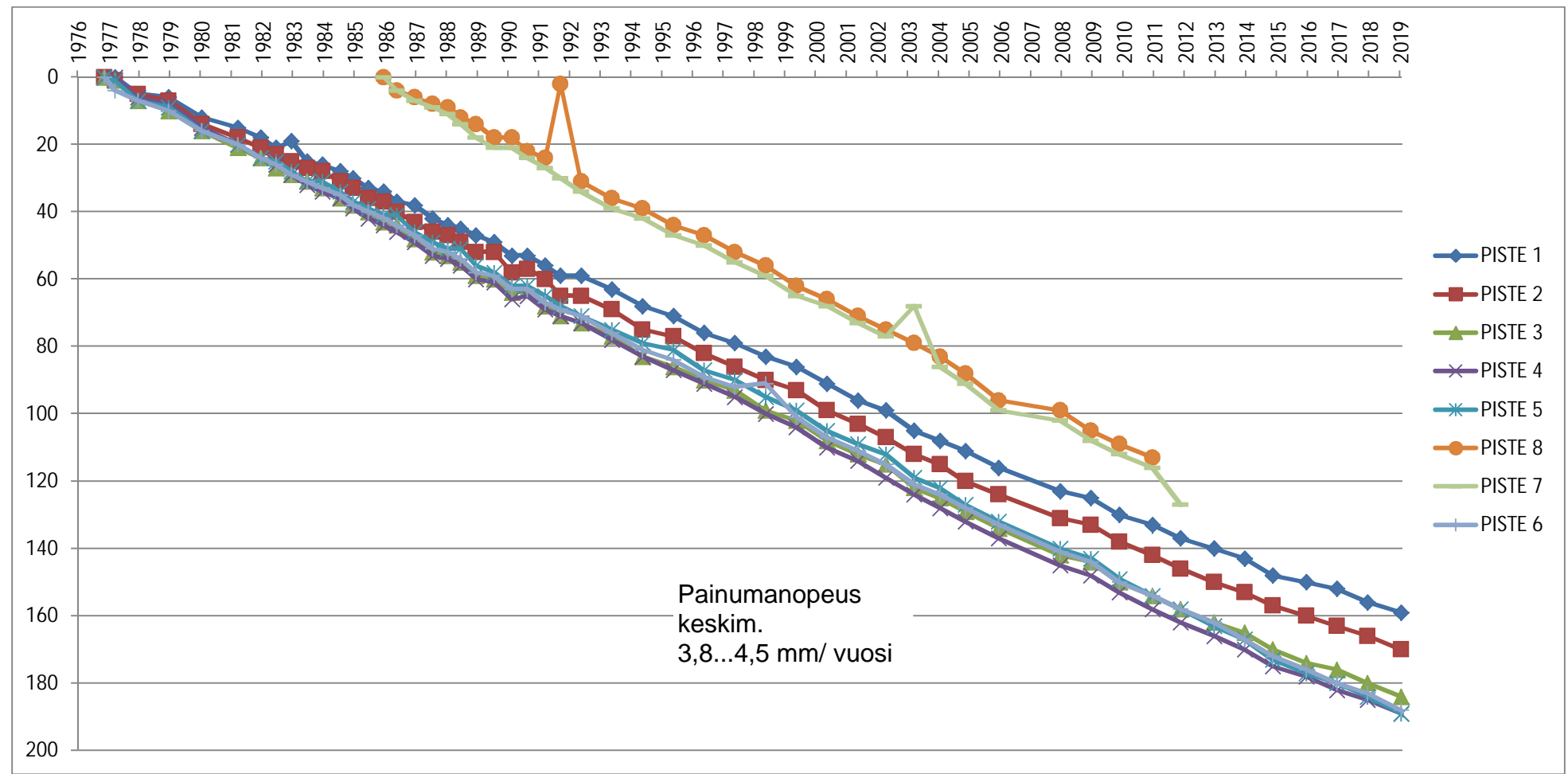
LIITE 1:
 Kaupungin rekisterissä olevat
 pohjatutkimus- ja
 painumaseurantapistet, kartta



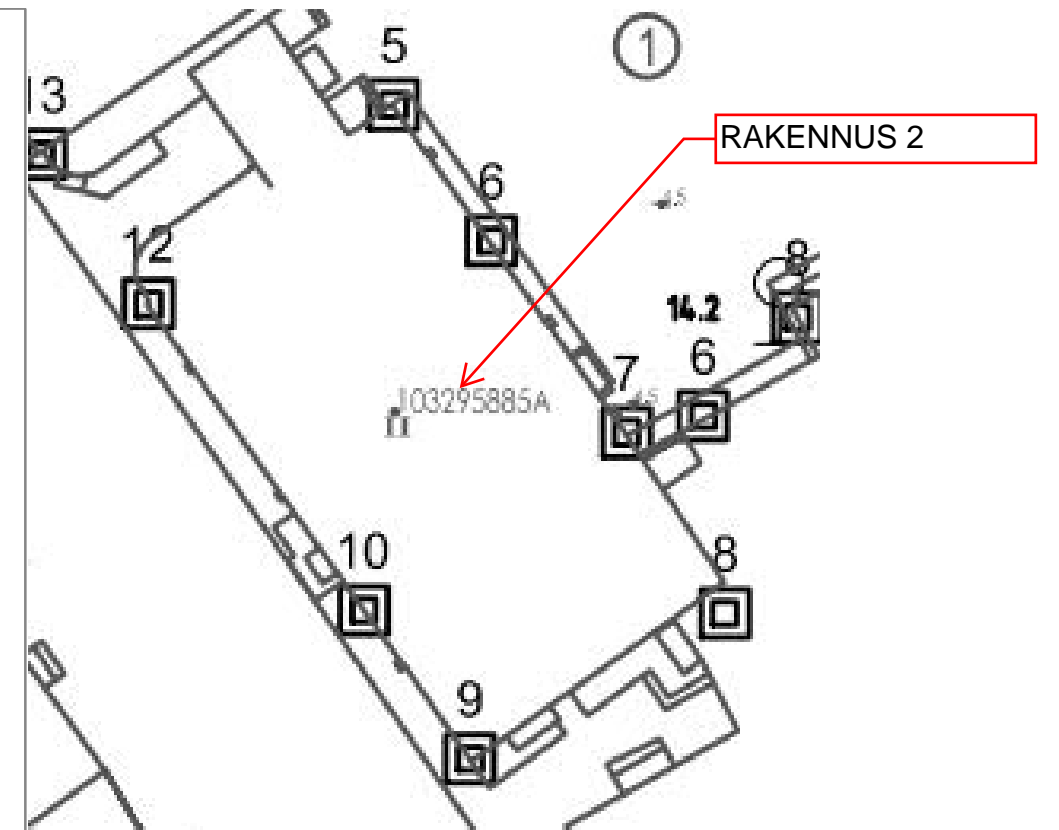
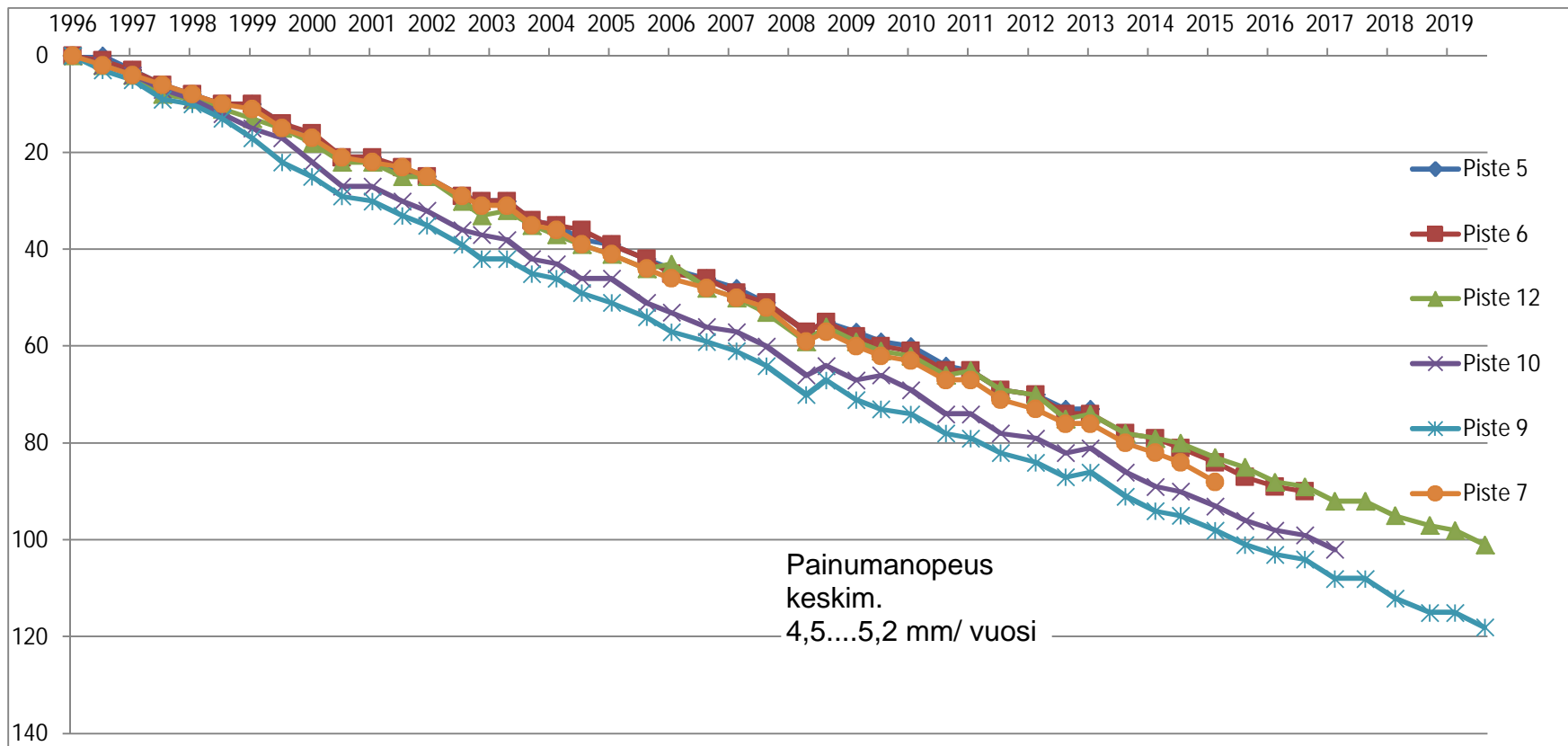
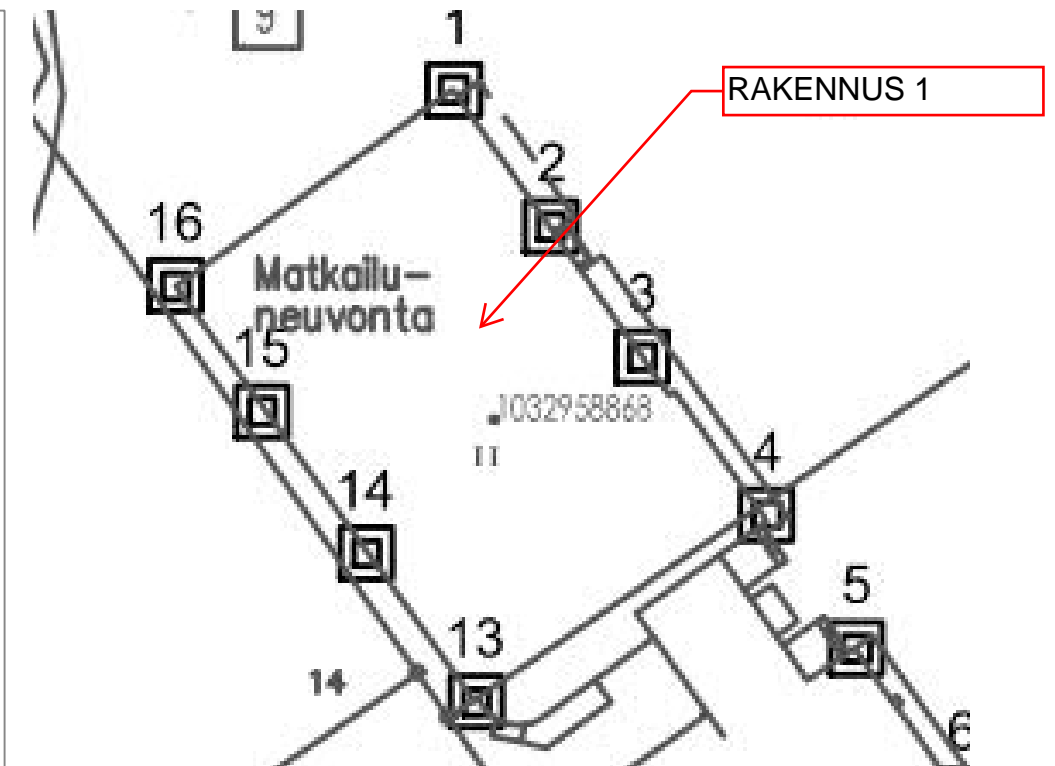
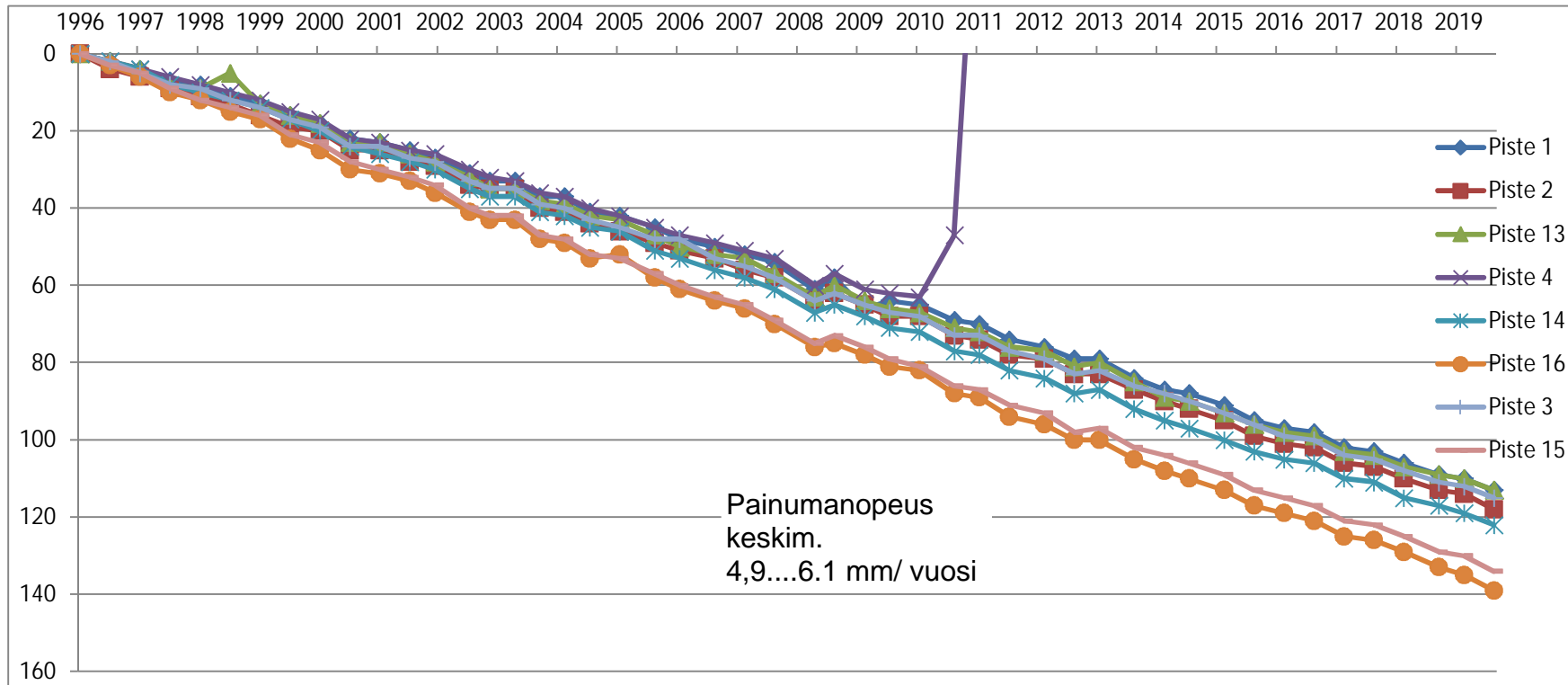
-  PURISTINHEIJARIKAIKAUS
-  PAINOKAIKAUS
-  TÄRYKAIKAUS
-  ORSIVESIPUTKI
-  POHJAVESIPUTKI
-  PAINUMASEURANTAPISTE

LIITE 2: Painumaseurannat rakennuksittain

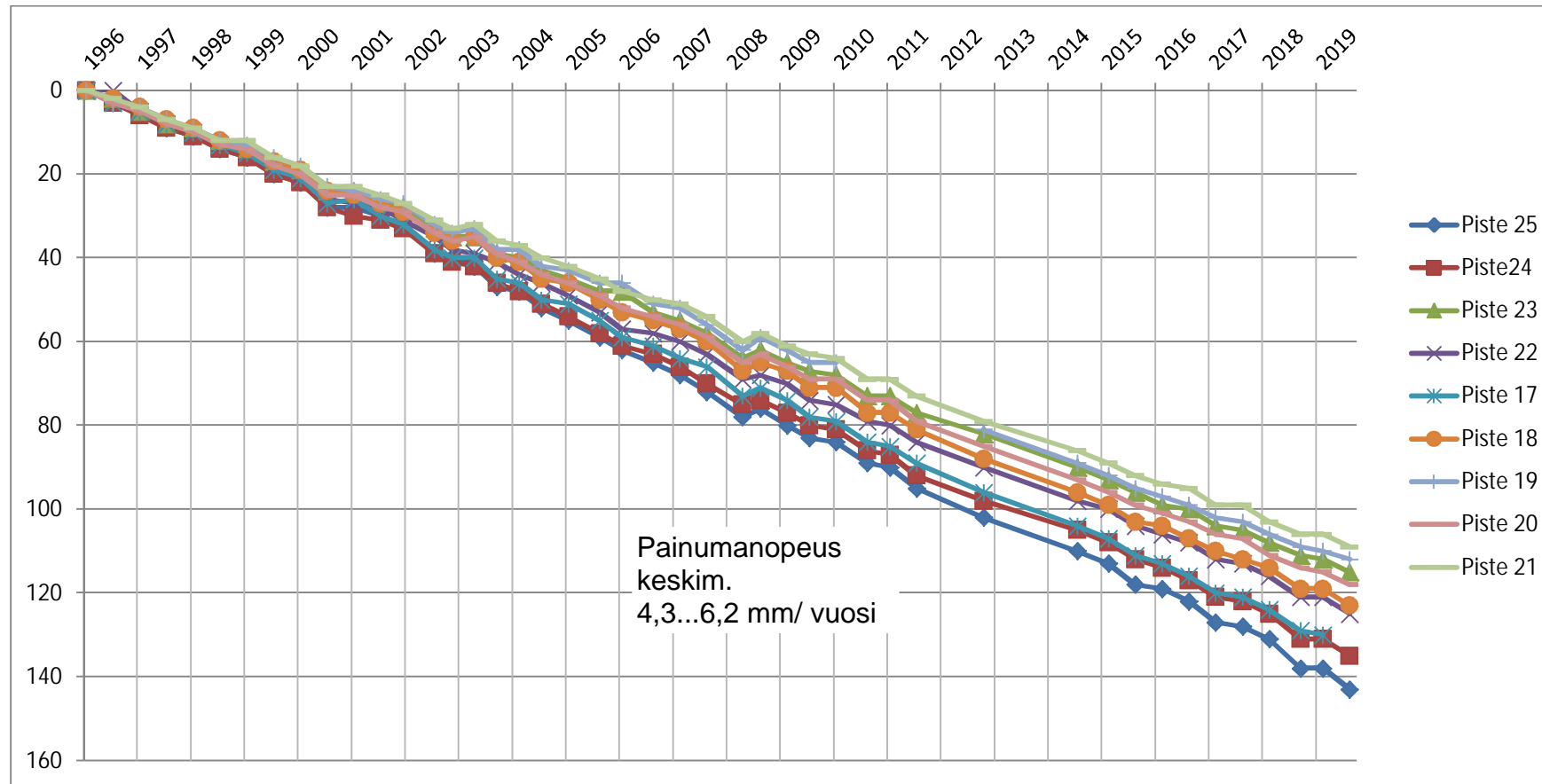
KAUPUNGINTALON PAINUMASEURANNAT 1976–2019



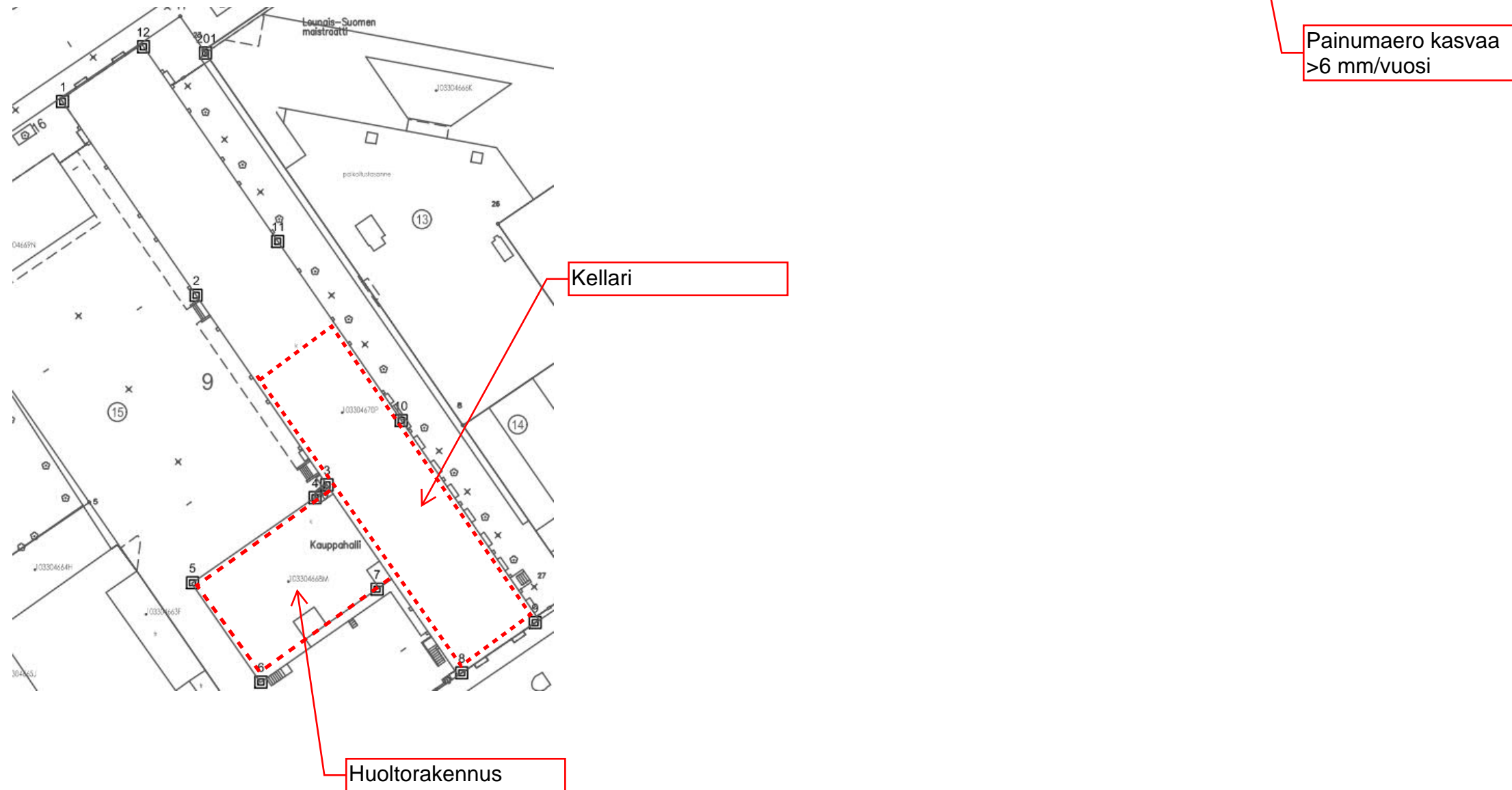
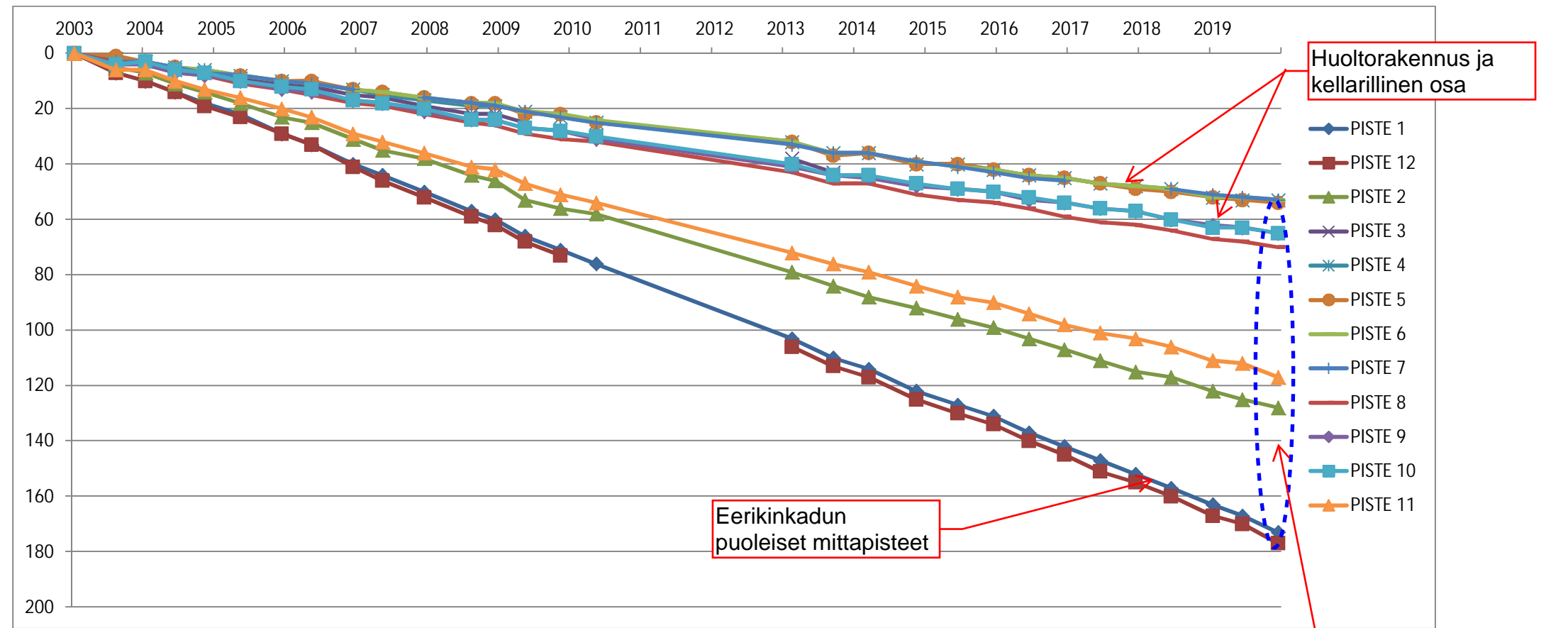
KAUPUNGINTALON PIHARAKENNUSTEN PAINUMASEURANNAT 1996–2019



LINNANKATU 14, PAINUMASEURANNAT 1996–2019

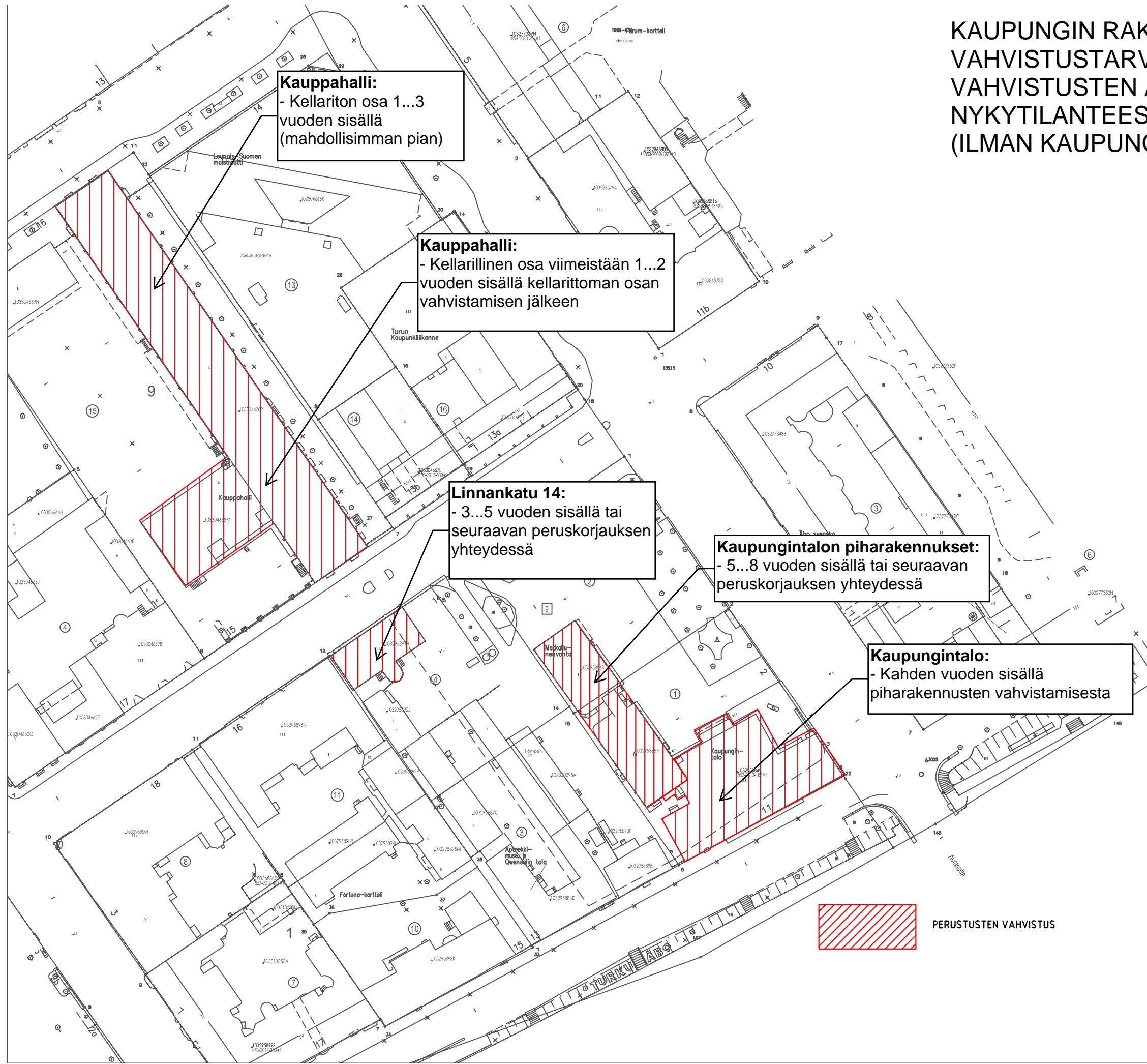


KAUPPAHALLIN PAINUMASEURANNAT 2003–2019



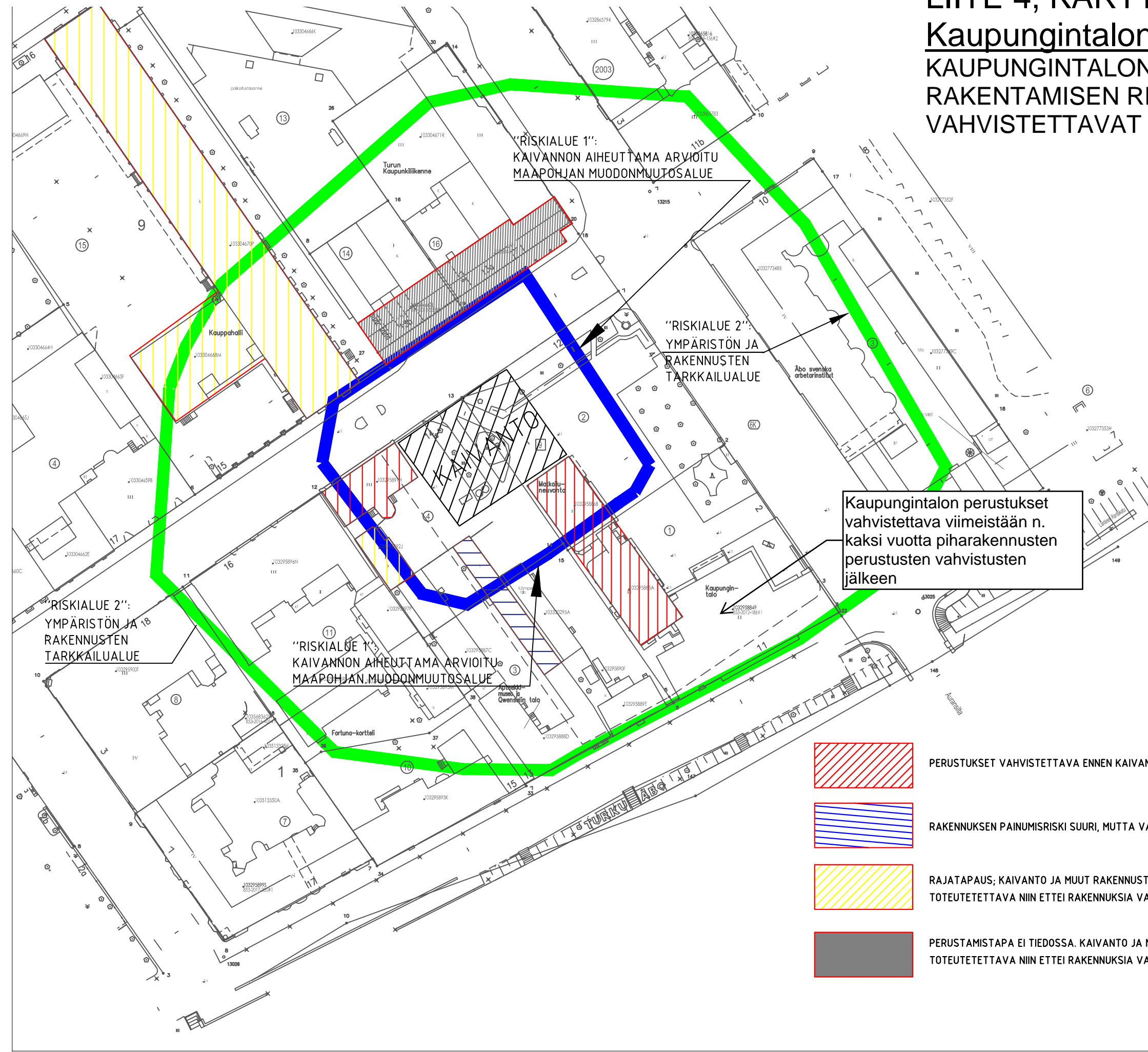
LIITE 3: NYKYTILAN PERUSTUSTEN VAHVISTUSTARVE

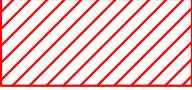
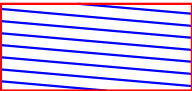
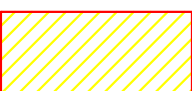

KAUPUNGIN RAKENNUSTEN PERUSTUSTEN VAHVISTUSTARVE JA SUOSITUKSET VAHVISTUSTEN AJANKOHDASTA NYKYTILANTEESSA (ILMAN KAUPUNGINTALON LAAJENNUSTA)



LIITE 4: RISKIALUEIDEN LAAJUUSKARTAT JA PERUSTUSTEN VAHVISTUSTARVE ERI VAIHTOEHDOLLA

LIITE 4, KARTTA 1: Kaupungintalon laajennus kellarilla KAUPUNGINTALON LAAJENNUKSEN RAKENTAMISEN RISKIALUEET JA VAHVISTETTAVAT RAKENNUKSET



-  PERUSTUKSET VAHVISTETTAVA ENNEN KAIVANTOTÖITÄ
-  RAKENNUKSEN PAINUMISRISKI SUURI, MUTTA VAURIOT KORJATTAVISSA
-  RAJATAPAAUS; KAIVANTO JA MUUT RAKENNUSTYÖT SUUNNITELTAVA JA TOTEUTETTAVA NIIN ETTEI RAKENNUKSIA VAURIOITETA
-  PERUSTAMISTAPA EI TIEDOSSA. KAIVANTO JA MUUT RAKENNUSTYÖT SUUNNITELTAVA JA TOTEUTETTAVA NIIN ETTEI RAKENNUKSIA VAURIOITETA

LIITE 4, KARTTA 1b:
Kaupungintalon laajennus kellarilla
PERUSTUSTEN VAHVISTUSTEN AIKATAULU

Linnankatu 14:
- Vahvistustöiden aloitus viim. 6 kk
ennen kaivantotöitä

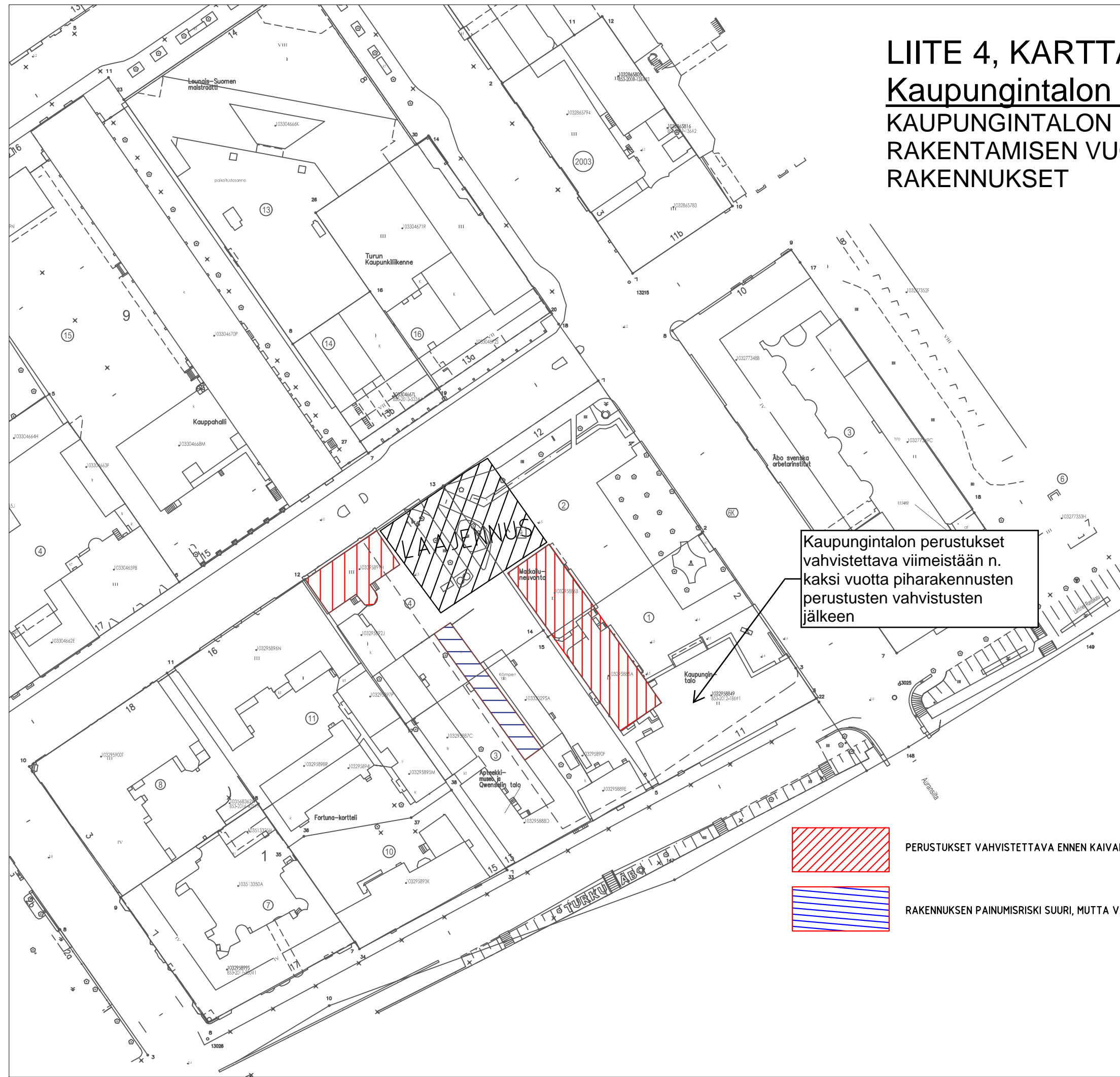
Kaupungintalon piharakennukset:
- Vahvistustöiden aloitus viim. 10...12 kk
ennen kaivantotöitä

Kaupungintalo:
- Kahden vuoden sisällä
piharakennusten vahvistamisesta

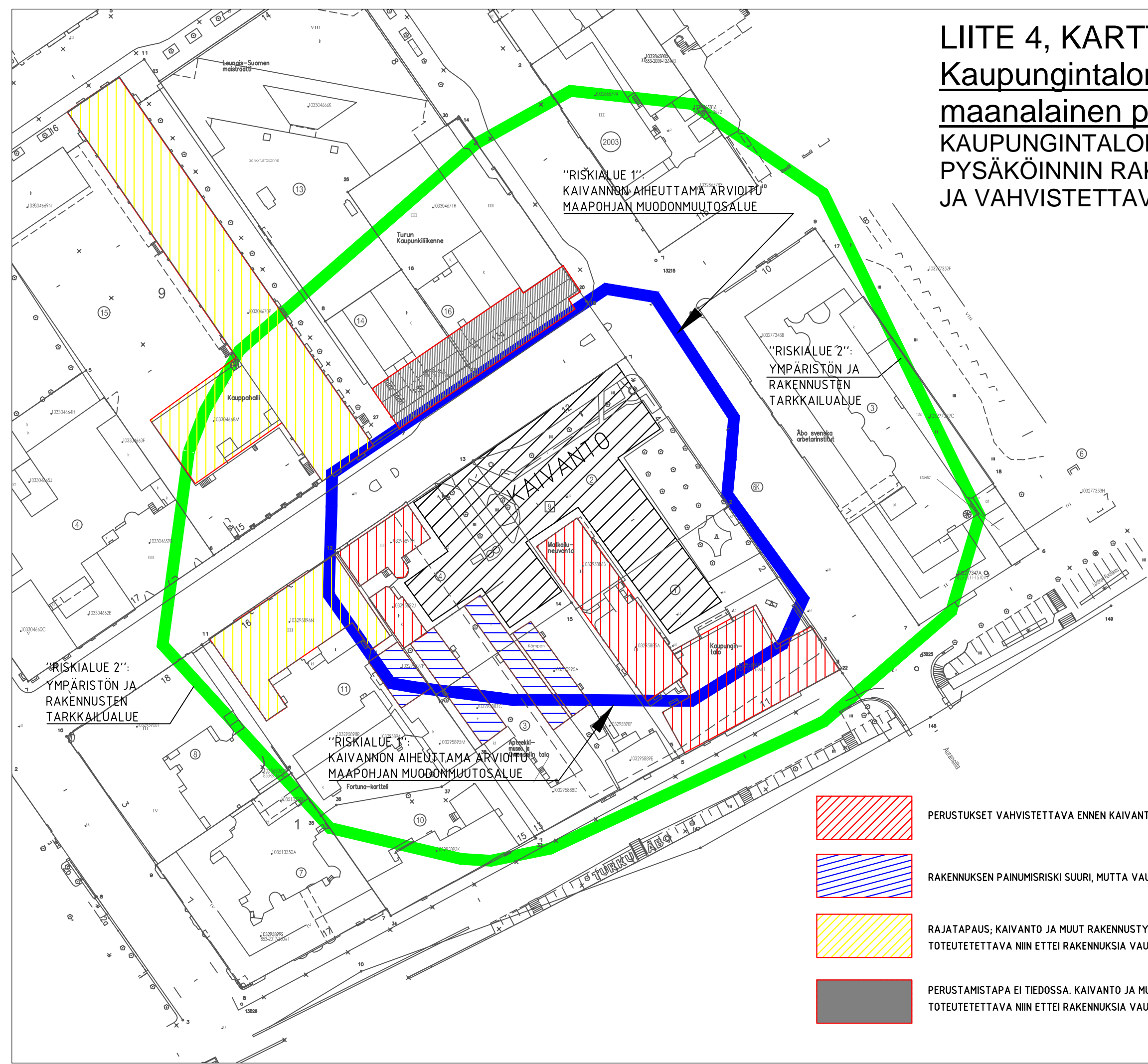



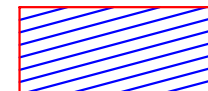


PERUSTUKSET VAHVISTETTAVA ENNEN KAIVANTOTÖITÄ

LIITE 4, KARTTA 2: Kaupungintalon laajennus ilman kellaria KAUPUNGINTALON LAAJENNUKSEN RAKENTAMISEN VUOKSI VAHVISTETTAVAT RAKENNUKSET



LIITE 4, KARTTA 3:
Kaupungintalon laajennus,
maalainen pysäköinti, laajuus 1
KAUPUNGINTALON LAAJENNUKSEN JA
PYSÄKÖINNIN RAKENTAMISEN RISKIALUEET
JA VAHVISTETTAVAT RAKENNUKSET



-  PERUSTUKSET VAHVISTETTAVA ENNEN KAIVANTOTÖITÄ
-  RAKENNUKSEN PAINUMISRISKI SUURI, MUTTA VAURIOT KORJATTAVISSA
-  RAJATAPAAUS; KAIVANTO JA MUUT RAKENNUSTYÖT SUUNNITELTAVA JA TOTEUTETTAVA NIIN ETTEI RAKENNUKSIA VAURIOITETA
-  PERUSTAMISTAPA EI TIEDOSSA. KAIVANTO JA MUUT RAKENNUSTYÖT SUUNNITELTAVA JA TOTEUTETTAVA NIIN ETTEI RAKENNUKSIA VAURIOITETA

LIITE 4, KARTTA 3b: Kaupungintalon laajennus, maalainen pysäköinti, laajuus 1

PERUSTUSTEN VAHVISTUSTEN AIKATAULU

Linnankatu 14:
- Vahvistustöiden aloitus viim. 6 kk
ennen kaivantotöitä

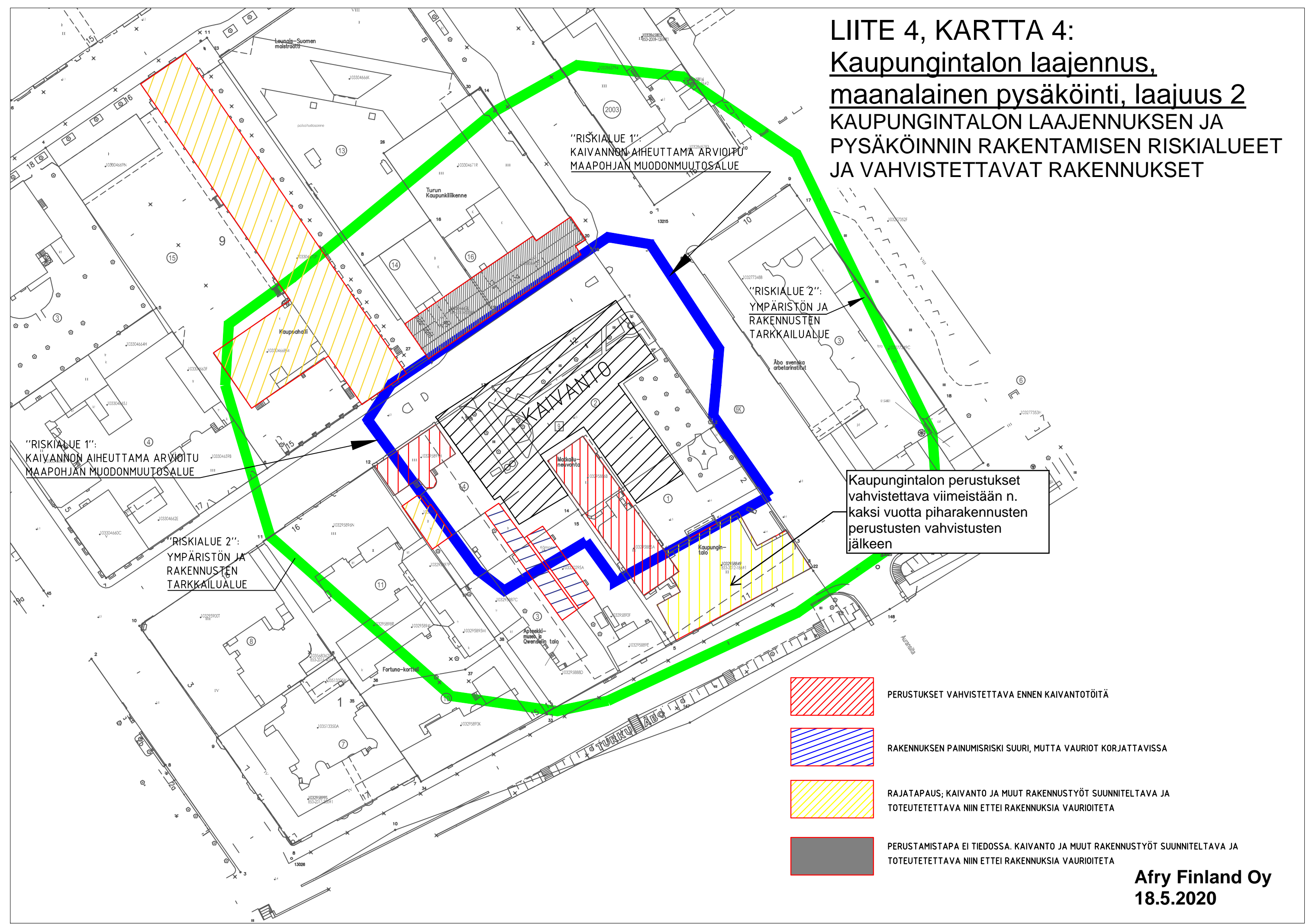
Kaupungintalon piharakennukset:
- Vahvistustöiden aloitus viim. 10...12 kk
ennen kaivantotöitä

Kaupungintalo:
- Vahvistustöiden aloitus viim.
13..18 kk
ennen kaivantotöitä



PERUSTUKSET VAHVISTETTAVA ENNEN KAIVANTOTÖITÄ

LIITE 4, KARTTA 4: Kaupungintalon laajennus, maalainen pysäköinti, laajuus 2 KAUPUNGINTALON LAAJENNUKSEN JA PYSÄKÖINNIN RAKENTAMISEN RISKIALUEET JA VAHVISTETTAVAT RAKENNUKSET



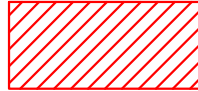
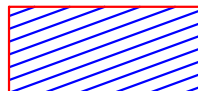
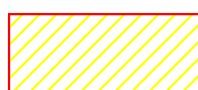

"RISKIALUE 1":
KAIVANNON AIHEUTTAMA ARVIOITU
MAAPOHJAN MUODONMUUTOSALUE

"RISKIALUE 2":
YMPÄRISTÖN JA
RAKENNUSTEN
TARKKAILUALUE

"RISKIALUE 1":
KAIVANNON AIHEUTTAMA ARVIOITU
MAAPOHJAN MUODONMUUTOSALUE

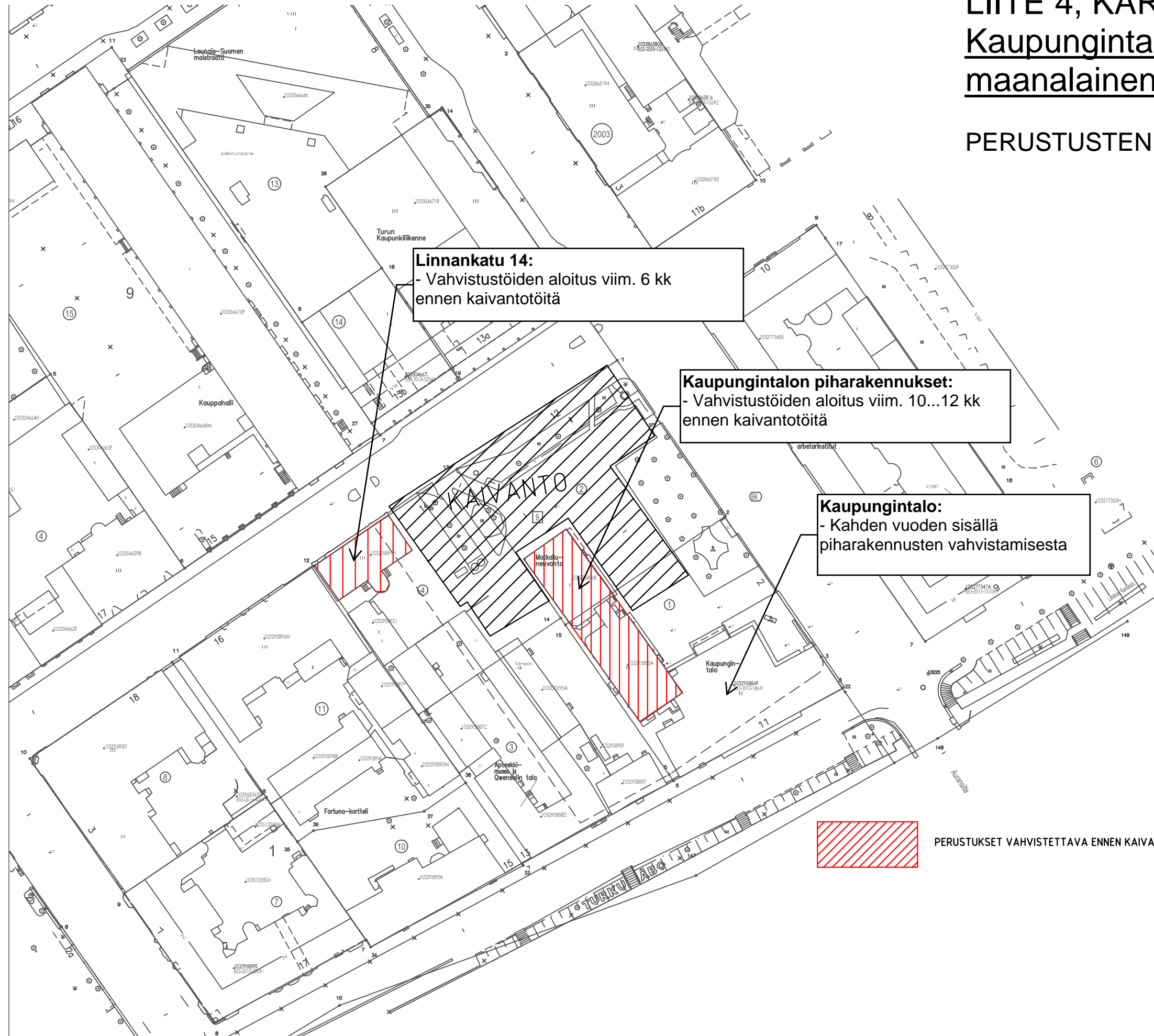
"RISKIALUE 2":
YMPÄRISTÖN JA
RAKENNUSTEN
TARKKAILUALUE

Kaupungintalon perustukset
vahvistettava viimeistään n.
kaksi vuotta piharakennusten
perustusten vahvistusten
jälkeen

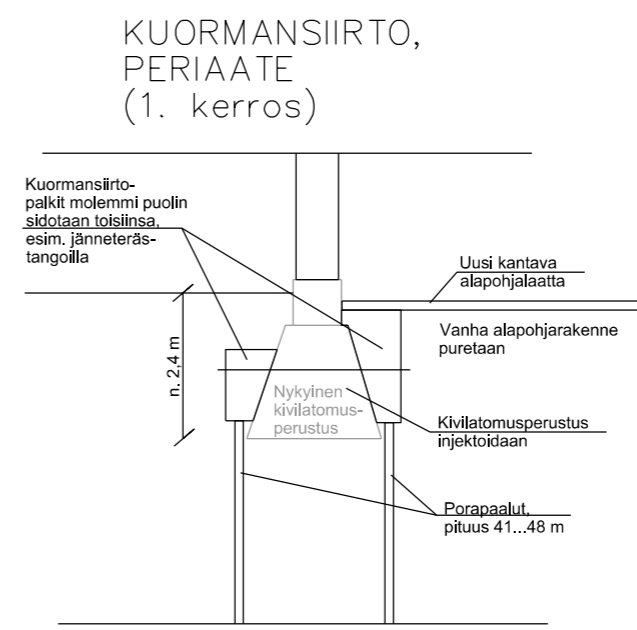
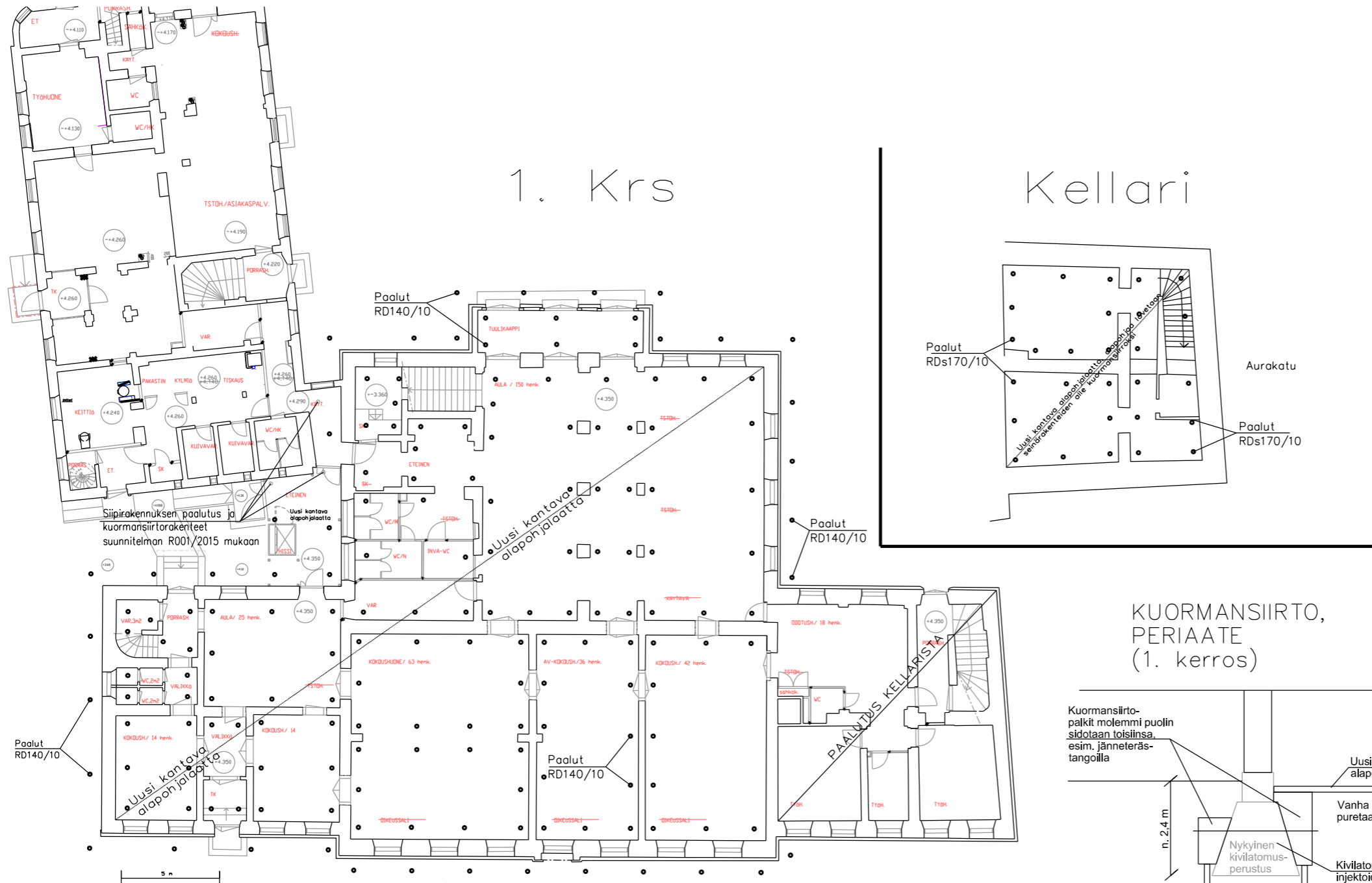
-  PERUSTUKSET VAHVISTETTAVA ENNEN KAIVANTOTÖITÄ
-  RAKENNUKSEN PAINUMISRISKI SUURI, MUTTA VAURIOT KORJATTAVISSA
-  RAJATAPAUS; KAIVANTO JA MUUT RAKENNUSTYÖT SUUNNITELTAVA JA TOTEUTETTAVA NIIN ETTEI RAKENNUKSIA VAURIOITETA
-  PERUSTAMISTAPA EI TIEDOSSA. KAIVANTO JA MUUT RAKENNUSTYÖT SUUNNITELTAVA JA TOTEUTETTAVA NIIN ETTEI RAKENNUKSIA VAURIOITETA

LIITE 4, KARTTA 4b:
Kaupungintalon laajennus,
maalainen pysäköinti, laajuus 2

PERUSTUSTEN VAHVISTUSTEN AIKATAULU



LIITE 5

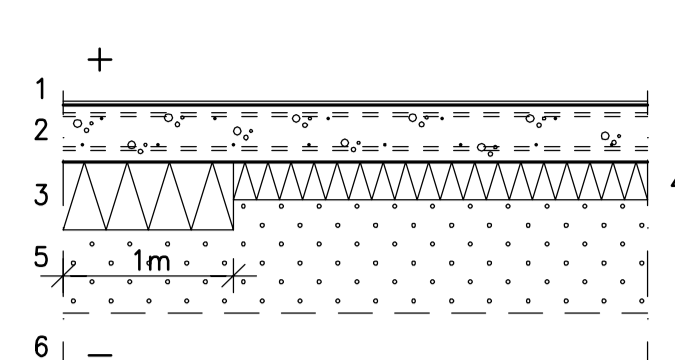
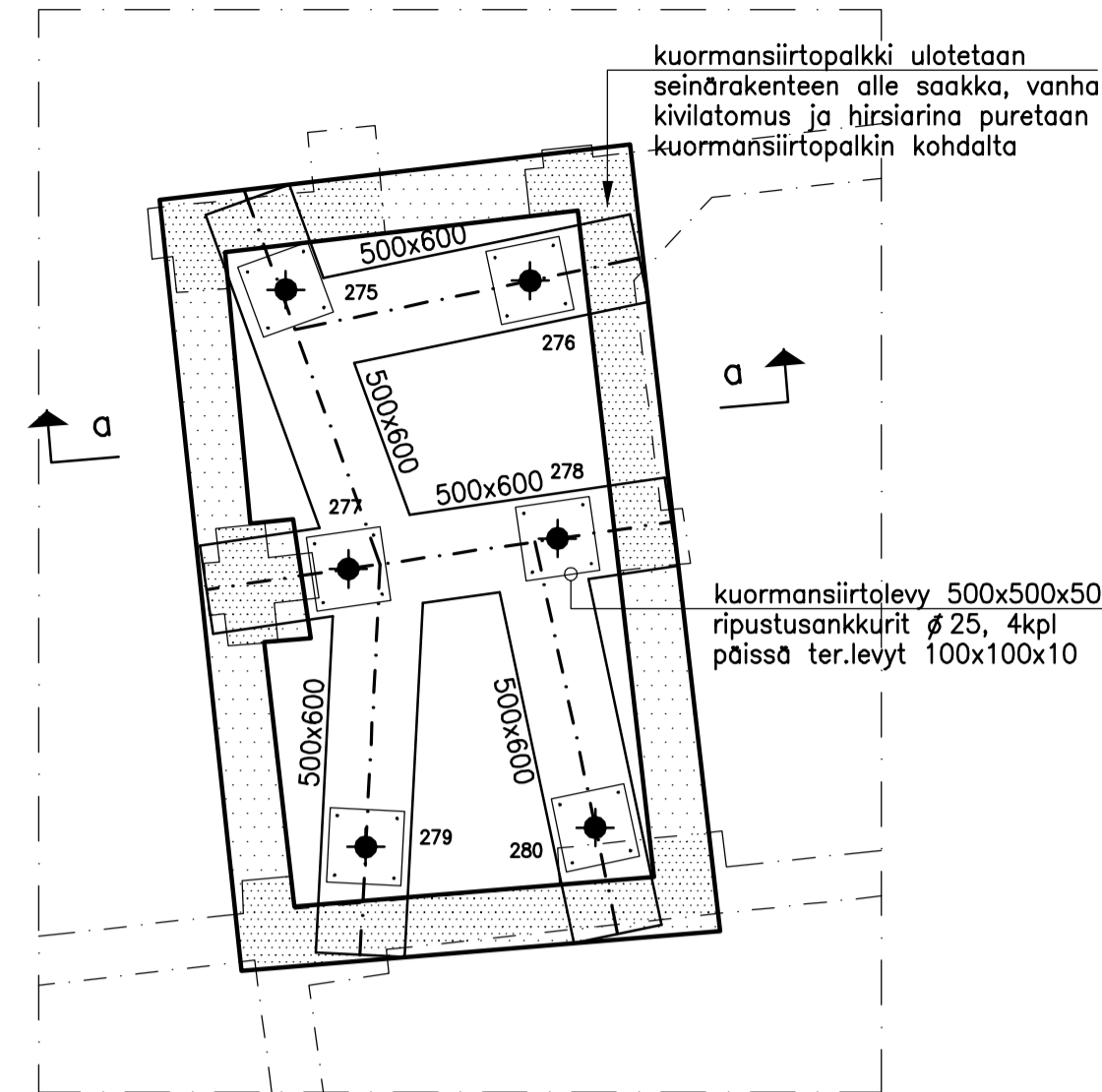
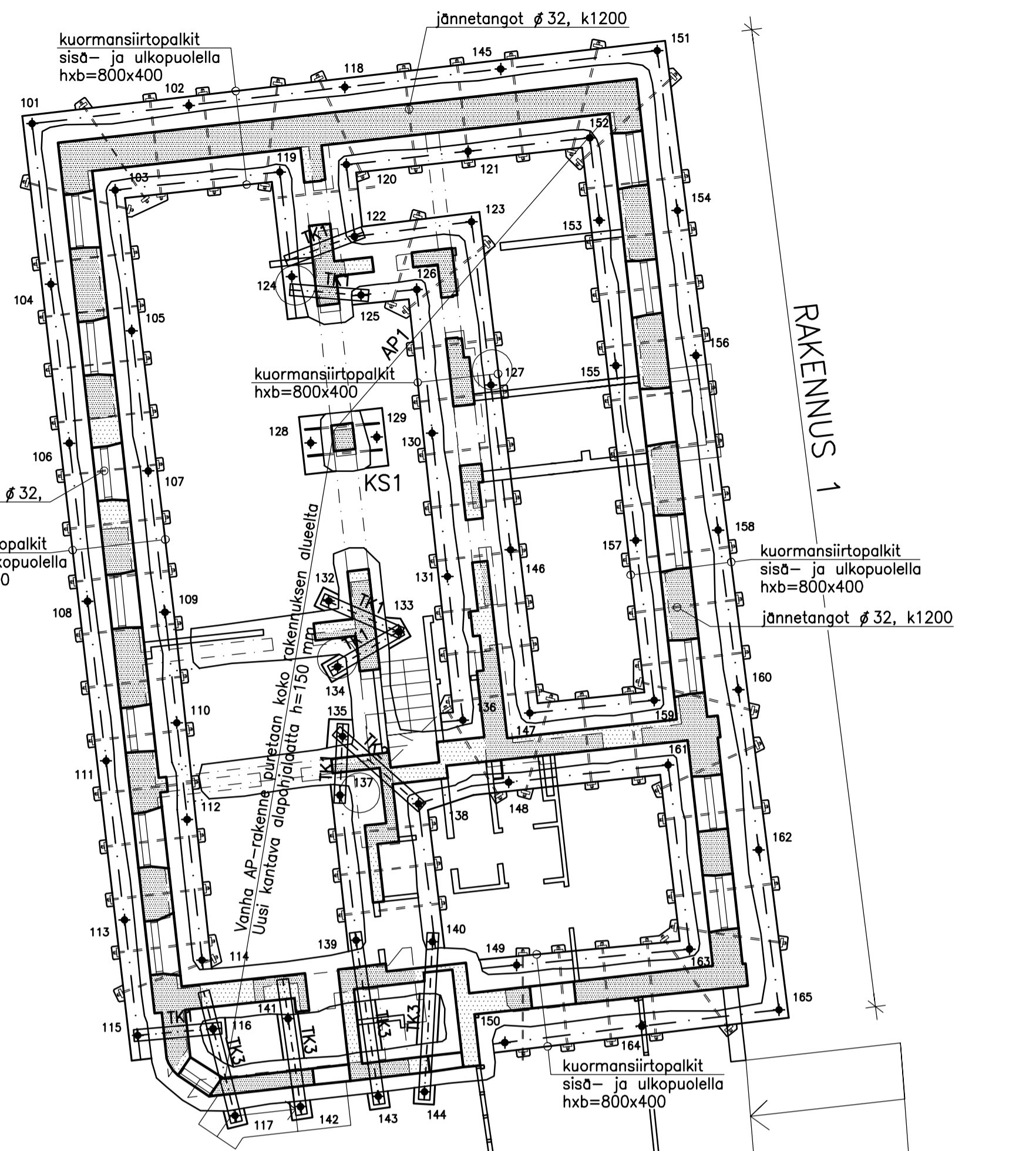


- Kantavien seinärakenteiden perustusten molemmille puolille toisiinsa sidotut tb-palkit kuormansiirroksi
- Paikallisesti esim. portaiden kohdilla teräspalkkikuormansiirto
- Paaluja yhteensä 206 kappaletta:
- 1 krs: 178 kpl (RD140/10, 3 yhteistä siipirakennuksen kanssa)
- Kellari: 28 kpl (RDs170/10)
- Paalujen sijainti suhteessa seinärakenteisiin riippuu nykyisen perustusten todellisista mitoista

Kaupungintalo,
Perustusten vahvistus
Luonnos hankesuunnitelmaa varten

Alustava paalukartta ja
kuormansiirron periaate

29.4.2020
Afrý Finland Oy

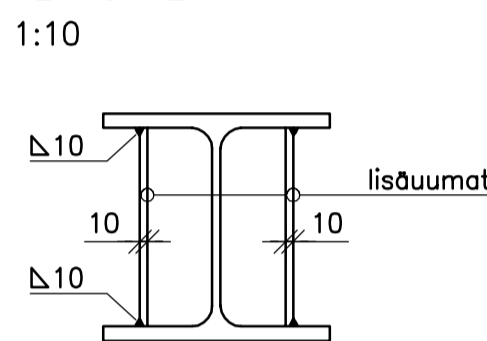


- 1 pintamateriaali tai -käsittely
- 2 150 mm kantava teräsbetoni-laatta
- 3 180 mm EPS 100 Lattia, $\lambda_d=0.036$ W/mK, 1 m:n levyinen reuna-alue
- 4 100 mm EPS 100 Lattia, $\lambda_d=0.036$ W/mK, laatan keskialue
- 5 salaojakerros, tiivistetty pesty sepeli >300 mm, raekoko 8-16 mm
- 6 perusmaa, kallistettu salaojiin

Salaojakerroksen alle suodatinkangas (N3)

U-arvo = 0.16 W/m²K (reuna-alue ≤1m)
U-arvo = 0.16 W/m²K (sisäalue)

Eristelevyt kiinnitetään kantavaan teräsbetoni-laattaan muovikiinnikkein 4 kpl/m².



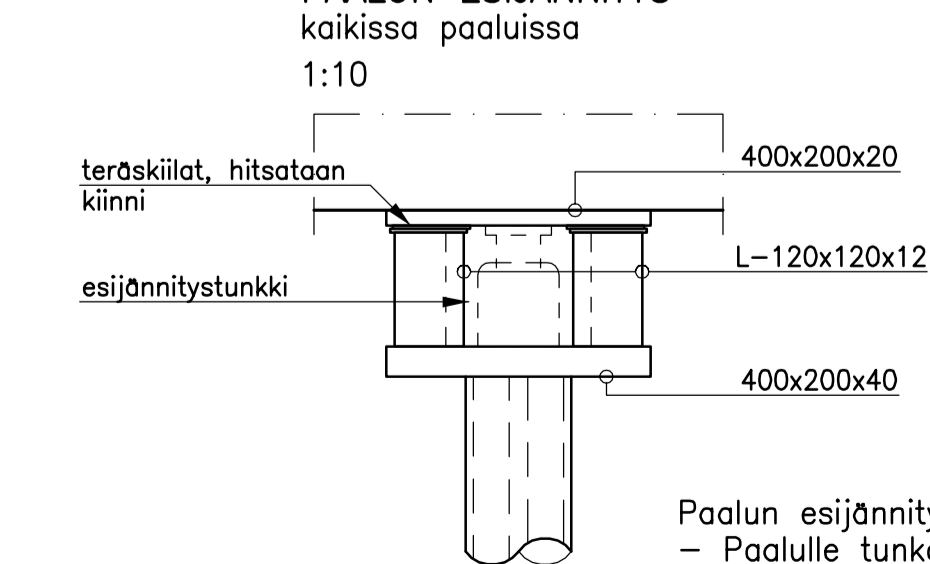
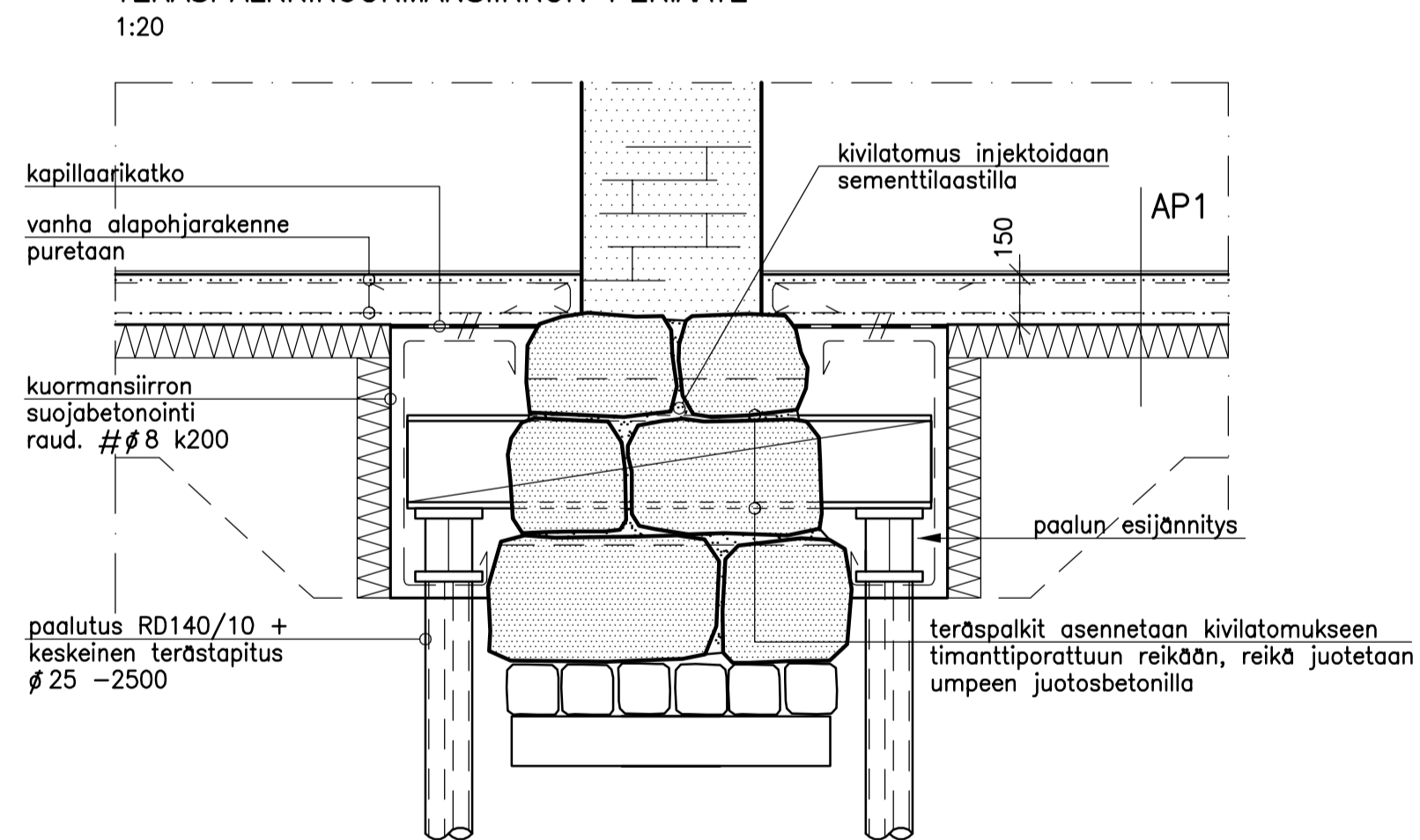
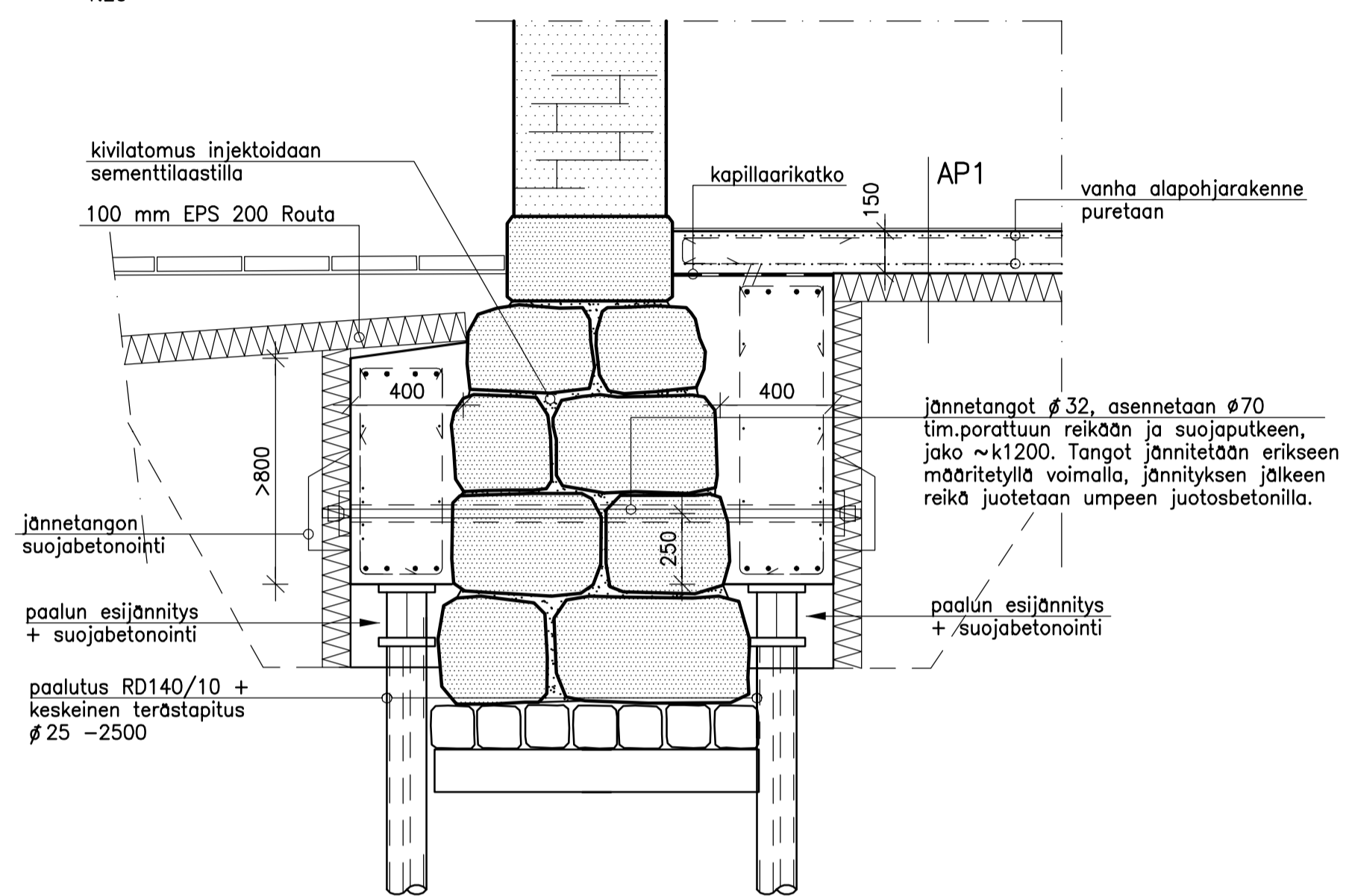
- TK1 teräspalkki HEB260 + lisäuumat t=10mm
- TK2 teräspalkki HEB280 + lisäuumat t=10mm
- TK3 teräspalkki HEB300 + lisäuumat t=10mm

Betonirakenteiden suunnittelukäyttökä : 100 vuotta
Betonin muut koostumusvaatimukset by 50 kohdan 4.1.1 mukaan
Terösten betonipeitteen sallittu mittapoikkeama : 10 mm
Maata vasten valettaessa betonipeite on 50 mm

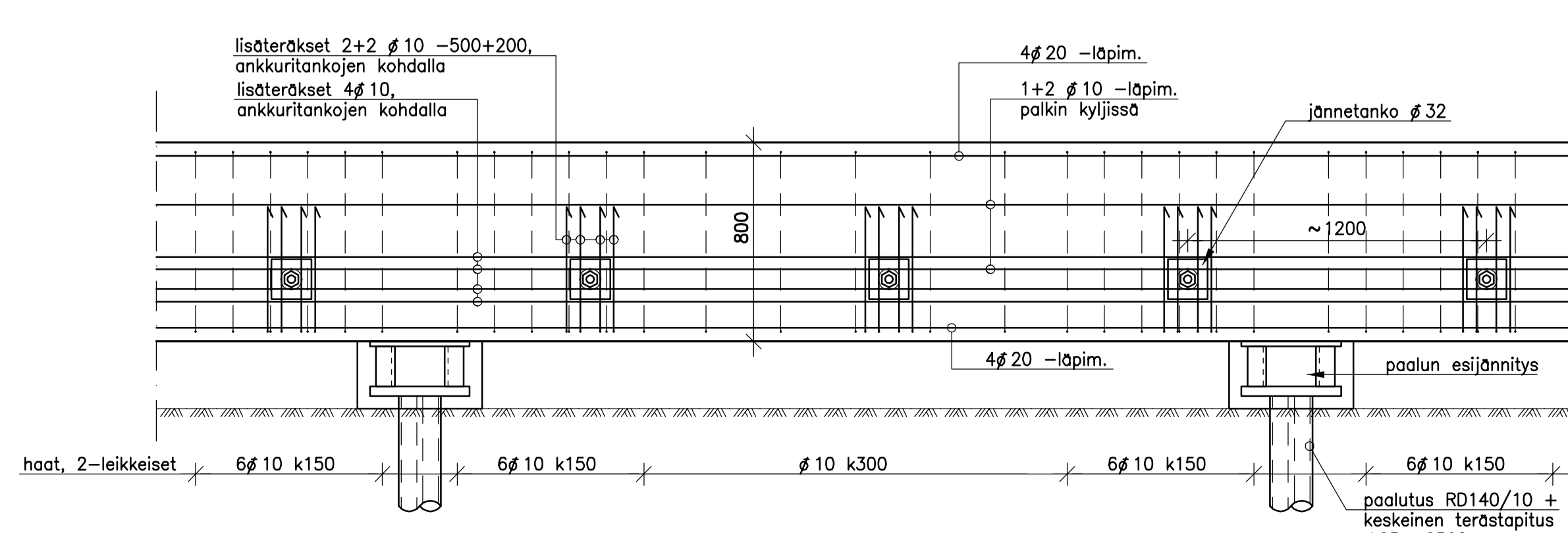
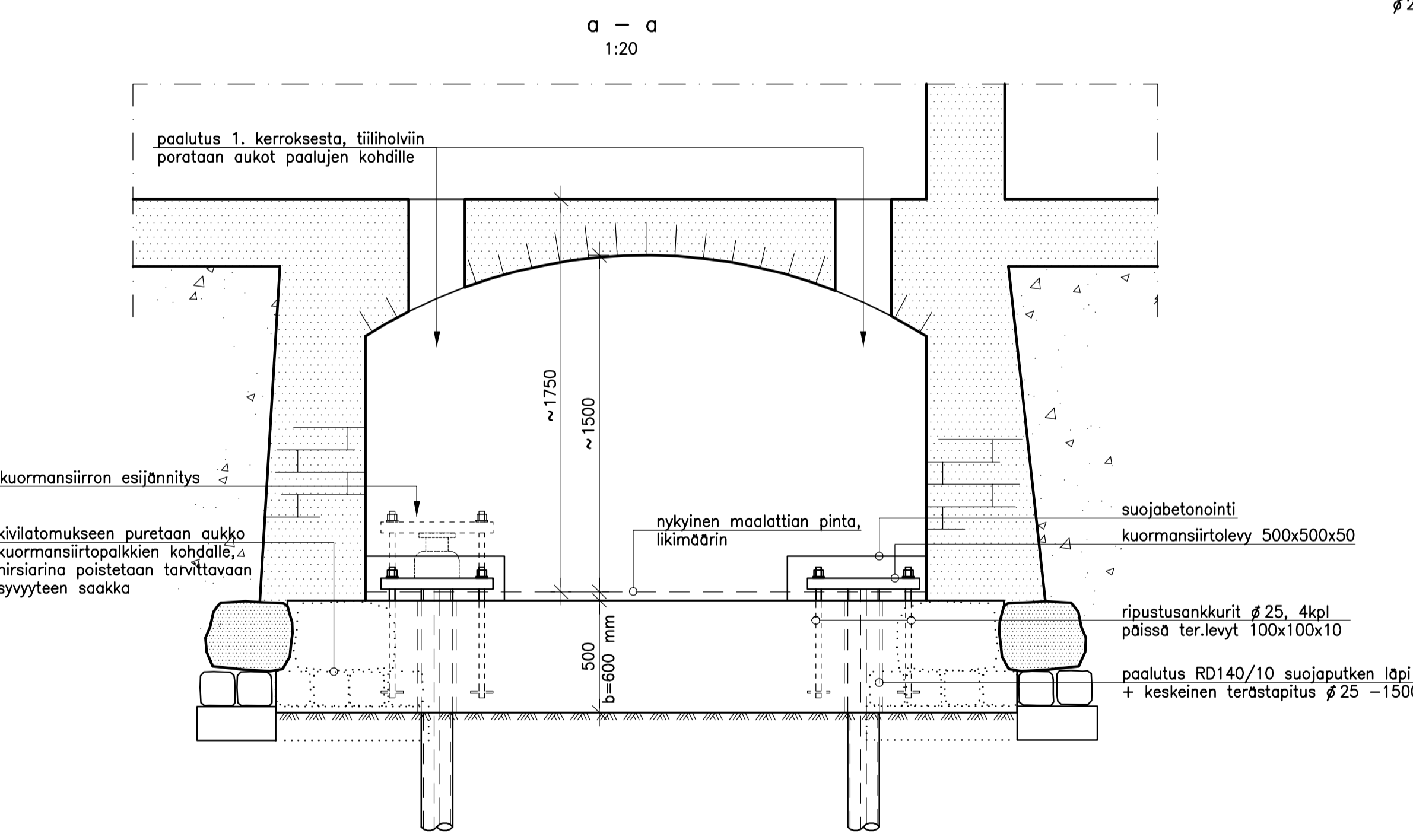
RAKENNEOSA	RASITUSLK.	BETONI	TERÄS	BETONIPEITE	MAX.RAEKOKO
Alapohjalaatta	XC1	C25/30	Ø A500HW	30 mm	16...32 mm
Kuormansiirtopalkit	XC2	C30/37	Ø A500HW	35 mm	16...32 mm

Kaikki teräsrakenteet suojabetonoidaan, rauditus #Ø 8 k200

- kuumavallatut teräsosat S355J2G3
- hitsausluokka C, poittoleikkausluokka IIB SFS-EN-ISO 9013
- kaikki hitsit 1.0t Δ/ tΔ ympäri ellei toisin mainita, t= ohuempi aineenpaksuus



- Paalun esijännitys:
- Paalulle tunkaan määritelty esijännitysvoima
- Kiilataan L-teräkset tiukasti paikoilleen ja hitsataan kiinni
- Poistetaan tunkki ja valetaan esijännitys-rakenteet suojabetonoinnin sisään



RAKENNUS 1: paalunumerot 101-165, yht. 65 kpl
RAKENNUS 2: paalunumerot 201-280, yht. 80 kpl

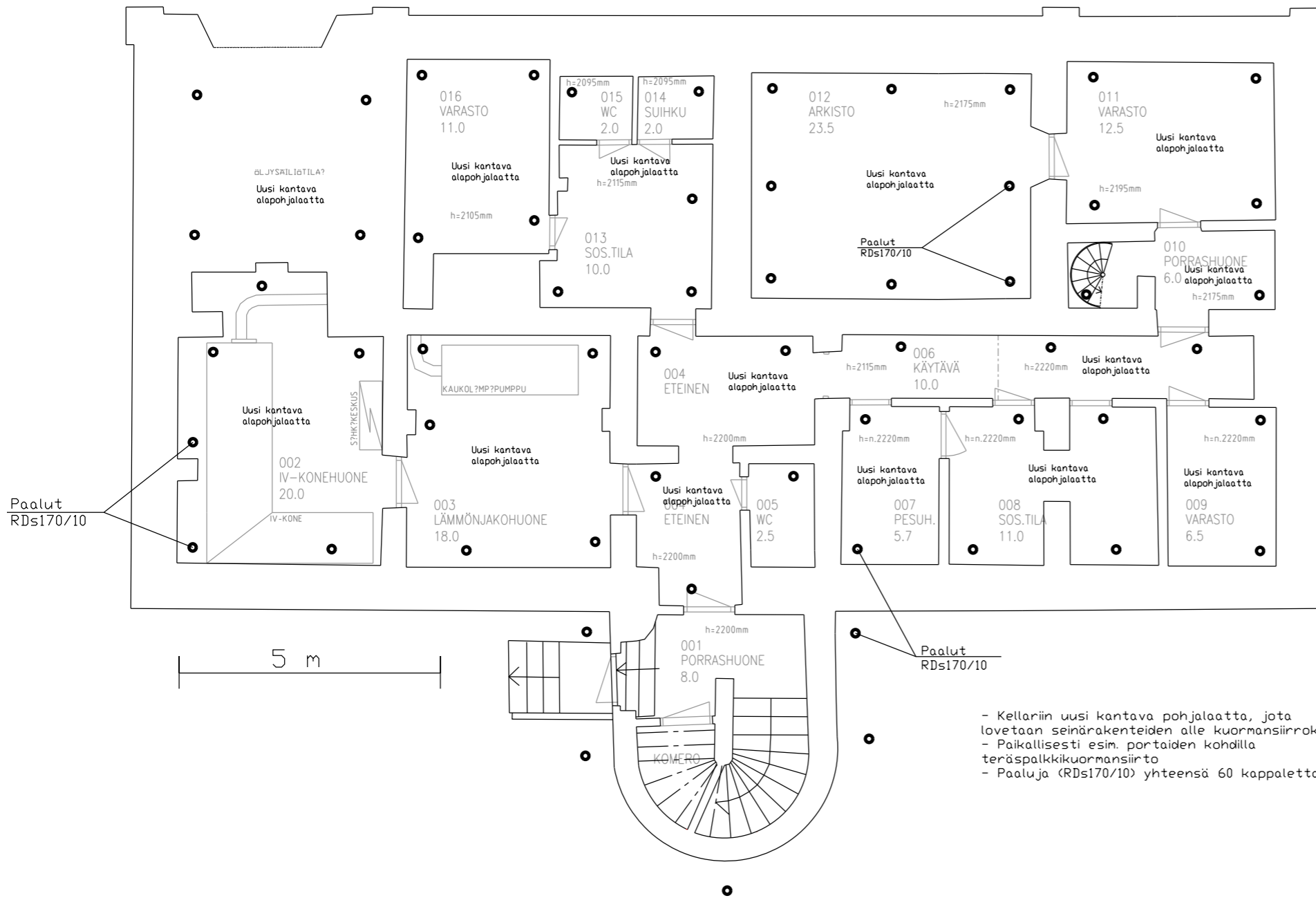
Yhteensä: 145 kpl

Kaikkien paalutyypin käytön edellytys on, että kaikki vaadittavat materiaaliominaisuudet on tutkittu ja hyväksytty virallisesti etukäteen. Lisäksi käytettävillä jatkoksilla ja paalukirjillä on oltava vähintään projektikohtainen tyyppihyväksyntä.

- Paalut asennetaan pohjakarin sisään porapaalutusmenetelmällä.
 - Tähän piirustukseen piirretyt rakenteet ja perustukset pohjautuvat vanhoihin piirustuksiin, mittauksiin ja osin oletuksiin, huomattavia poikkeamia saattaa esiintyä.
 - Paalutus tarkemmin geosuunnittelijan asiakirjojen mukaan.
 - Paalujen asennusolosuhteista:
 - Pääosin sisätiloissa, joissa vapaa korkeus vaihtelee jonkin verran.
 - Osittain ulkotiloissa, jossa korkeudelle ei rajoituksia.
 - Paalutus mahdollisimman lähelle pystyrakenteita, jolloin kuormansiirtorakenteiden järeyks ja mahdolliset huonepinta-alan menetykset minimoituvat. Kantavan rakenteen pinnassa mahdollisesti oleva pintarakente on poistettava ennen paalun tekoa. Urakoitsija on velvollinen tarkastamaan mahdollisen pintarakenteen olemassaolon ennen paalureitin selvitystä.
 - Paalutus on pääosin suunniteltu siten, että paalujen kohdilla olevat LWI- ja sähkötekniiset putket ja laitteet siirretään väliaikaisesti tai pysyvästi pois paalutuksen tieltä. Paalutustyön aikana varotaan tarkoin vaurioittamasta em. putkia ja laitteita.
 - Vanha alapohjarakenne puretaan koko rakennuksen alueelta, poisluokien kellarillinen tila rakennus 2:ssa.
 - Vanha perustuksen kivilatomo injektoidaan sementtillaastilla koko rakennuksen alueella.
 1. Kivilatomon puhdistus irtotainasta aineksesta ja epäpuhtauksista
 2. Injektointiputkien asennus ja kivivälien sulkeminen laastilla/ruiskubetonilla.
 3. Kivilatomon injektointi alhaalta ylöspäin.
 - Kaikki paalut esijännitetään pitkäaikaisuormitusta vastaavaan jännitystilaan.
 - Uuden kantavan alapohjalaatan teräsarvio ~15,0 kg/m²
- KS1 - kivilatomo injektoidaan ja sen läpi juotetaan vaarnat Ø 32, 3+3kpl
- kivilatomon molemmien puolen valetaan teräsbetoniset mantelit
- paalujen päähän asennetaan esijännitys-rakenteet ja kuormansiirtorakenteet pitkäaikaisuormitusta vastaavaan jännitystilaan

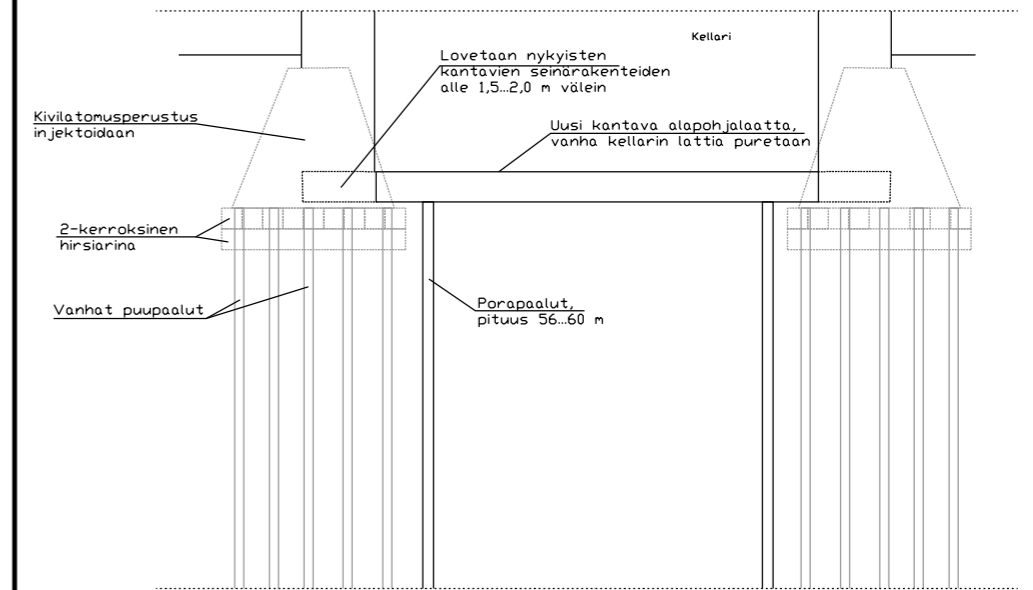
KUVA/KTILA VII	KORTTELI/TILA 1	TONTTI/NRO 1	RAKENNUSLUOKAN TUNNUS
RAKENNUKSEN TAI RAKENNUSTEN NUMEROT TAI TUNNUKSET			
PERUSTUSVAHVISTUS	Rakennepiirustus	KORR. JÄRJESTELMÄ N 2000	
AURAKATU 2-4	PERUSTUSVAHVISTUS	MITTAVAUVA 100	
AURAKATU 2-4		1:50	
20100 TURKU		1:20	
PROJEKTI: SWECO	MITTAAVA: RAK	SOVITUS: TTYN NRO	
SWECO RAKENNETEKNIikka Oy	Mikko Stenroos, Ins. AMK	60382	
PROJEKTI: SWECO	Jarmo Rajakallio Ins. AMK		
SWECO RAKENNETEKNIikka Oy	Jarmo Rajakallio Ins. AMK		
PROJEKTI: SWECO	Jarmo Rajakallio Ins. AMK		
11.03.2015	FJARA	11.03.2015	001

Linnankatu



- Kellariin uusi kantava pohjalaatta, jota lovetaan seinärakenteiden alle kuormansiirroksi
- Paikallisesti esim. portaiden kohdilla teräspalkkikuormansiirto
- Paaluja (RDs170/10) yhteensä 60 kappaletta

KUORMANSIIRTO, PERIAATE



Linnankatu 14
Perustusten vahvistus
Luonnos hankesuunnitelmaa varten

Alustava paalukartta ja
kuormansiirron periaate

29.4.2020
Afry Finland Oy