

Vastaanottaja  
Lahden kaupunki

Asiakirjatyyppi  
Raportti

Päivämäärä  
28.6.2019

Viite  
1510048680

# LAHDEN KAUPUNKI

## PIPON ALUEEN RAKENNETTA- VUUSSELVITYS, TUKIMUS- ALUE 2

LAHDEN KAUPUNKI  
PIPON ALUEEN RAKENNETTAVUUSSELVITYS,  
TUKIMUSALUE 2

Päivämäärä 28.6.2019  
Laatija Essi Auvinen, Ilkka Taipale  
Tarkastaja Minna Koistinen  
Hyväksyjä Ismo Läspä

Viite 1510048680

## SISÄLTÖ

1.	Tutkimuskohde ja tehdyt tutkimukset	1
2.	Maaperäolosuhteet	1
2.1	Nykytilanne	1
2.2	Pohjasuhteet	1
3.	Rakennettavuus	3
3.1	Perustaminen	3
3.2	Katujen ja putkijohtojen perustaminen	4
3.3	Kuivatus ja routasuojaus	4
3.4	Radonin huomioiminen	4
4.	Tonttien esirakentaminen ja kustannukset	4
5.	Jatkotoimenpiteet	5

## PIIRUSTUKSET

1510048680.1	Yleiskartta	
1510048680.201	Tutkimuskartta	1:2000
1510048680.202	Leikkauspiirustus, leikkaus M-M	1:1000/1:200
1510048680.203	Leikkauspiirustus, leikkaus N-N	1:1000/1:200
1510048680.204	Leikkauspiirustus, leikkaus O-O	1:1000/1:200
1510048680.205	Leikkauspiirustus, leikkaus P-P	1:1000/1:200
1510048680.206	Leikkauspiirustus, leikkaus Q-Q	1:1000/1:200
1510048680.207	Leikkauspiirustus, leikkaus R-R	1:1000/1:200
1510048680.208	Leikkauspiirustus, leikkaus S-S	1:1000/1:200
1510048680.209	Leikkauspiirustus, leikkaus T-T	1:1000/1:200
1510048680.210	Leikkauspiirustus, leikkaus U-U	1:1000/1:200

## LIITTEET

Liite 1.2	Maanäytteiden tutkimustulokset, tutkimusalue 2
Liite 2	Alustava tonttijako, tasaus ja kustannusarvio

## 1. TUTKIMUSKOHDE JA TEHDYT TUTKIMUKSET

Lahden kaupunki on tilannut yleiskaavoitusta varten Ramboll Finland Oy:ltä Lahden Kujalan ja Ammälän kaupunginosien alueella sijaitsevan Pipun alueen rakennettavuusselvityksen. Raportti on tehty yleiskaavataarkkuudella ja sen tarkentamista suositellaan asemakaavoitusvaiheessa.

Tutkimuskohde sijaitsee valtatie 4:n itäpuolella ja Linnaistentien lounaispuolella. Tämä raportti käsittää suunnittelukohteen eteläisemmän tutkimusalueen 2. Kohteen sijainti on esitetty yleiskartassa, piirustuksessa 1510048680.1.

Selvitystä varten eteläisellä tutkimusalueella tehtiin seuraavat tutkimukset:

- Painokairauksia 19 pisteessä
- Tutkimustenaikaisten pohjavesiputkien asennus neljään tutkimuspisteeseen
- Maanäytteiden otto viidestä tutkimuspisteestä

Viidestä tutkimuspisteestä otettiin yhteensä 13 näytettä, joista kaikista määritettiin vesipitoisuus ja tehtiin silmävarainen maalajimääritys. Viidestä näytteestä määritettiin rakeisuus.

Tutkimuspisteet mitattiin ETRS-GK26 -koordinaattijärjestelmässä ja N2000 -korkeusjärjestelmässä. Tutkimuspisteiden sijainnit on esitetty tutkimuskartassa, piirustuksessa 1510048680.201.

## 2. MAAPERÄOLOSUHTEET

### 2.1 Nykytilanne

Tutkimusalueen lounaispuolella sijaitsee Metsä-Pekkalantie. Luoteisreunastaan alue rajautuu tutkimusalueeseen 1. Alue on pääasiassa metsämaastoa. Aluetta halkoo pohjois-eteläsuunnassa junarata ja Lakkilantie. Alueen eteläreunassa kulkee voimalinja.

Pinta-alaltaan käsiteltävä alue on noin 63 ha.

Korkeussuhteiltaan tutkimusalue on vaihtelevaa. Alueen maanpinnan korkeudet vaihtelevat noin välillä +89,5...+118,0. Korkeimmat kohdat ovat alueen keski- ja pohjoisosassa sekä aivan lounaisreunassa. Matalimmillaan maanpinta on alueen eteläosassa ja junaradan tuntumassa.

### 2.2 Pohjasuhteet

Tutkimusalueen lounaisreunalla ja tutkimusalueen luoteispuolella oli havaittavissa avokallioesiintymiä. Alueen keski- ja pohjoisosassa kairaukset päättyivät lähelle maanpintaa 0,7 – 2,0 m syvyydellä, mutta avokalliohavaintoja tai kalliovarmistuksia ei tehty. Alueen eteläpäässä ja keski-osan lounaispuolella kahden mäkimuodostuman välissä havaittiin paksu savikko.

Pohjasuhteet ja perustaminen on jatkossa kuvattu tarkemmin alueittain. Kairaustuloksia on alueelta harvakseltaan, joten alueiden rajat ovat suuntaa antavia.

#### Alue I

Alueella kallio on maanpinnassa tai arviolta alle 2,5 m syvyydellä maanpinnasta. Kallion päällä olevat maakerrokset ovat kovaa savea ja löyhästä tiiviiseen vaihtelevaa moreenia.

Kairaukset päättyivät 0,77 – 1,91 m syvyydellä maanpinnasta kiveen, lohkareeseen tai kallioon. Kalliota ei varmistettu porakonekairauksin.

Alueella I otettiin kahdesta tutkimuspisteestä yhteensä kaksi maanäytettä. Näytteiden vesipitoisuudet ja maalajit on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: rakennettavuusalueen I maanäytteiden tutkimustulokset

Näytteenottopiste ja –syvyys	Maalaji	w %	
211	1,0 – 1,5 m	Hiekkainen silttimoreeni	13,4
215	1,0 – 1,5 m	Laiha savi	24,1

Pisteen 216 tutkimuksenaikaisesta havaintoputkesta mitattiin vesipinnan olevan 0,3 m syvyydellä maanpinnasta, tasolla +103,65 (16.5.2019).

### Alue II

Alueella II ylimpänä maakerroksena on noin 2,5 – 7,0 m paksu savikerros. Savikerroksen ylin 2,0 – 3,2 on kovaa kuivakuorisavea ja kerros on osin silttistä. Kuivakuorikerroksen alapuolella savi-kerros on pehmeämpää. Savikerroksen alapuolella on 0,2 - 1,2 m paksu tiiveydeltään keskitiiviistä tiiviiseen vaihteleva moreenikerros.

Kairaukset päättyivät 3,95 – 7,82 m syvyydellä kiveen, lohkareseen tai kallioon. Kalliota ei varmistettu porakonekairauksin.

Alueella II otettiin yhdestä tutkimuspisteestä kolme maanäytettä. Näytteiden vesipitoisuudet ja maalajit on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2: rakennettavuusalueen II maanäytteiden tutkimustulokset

Näytteenottopiste ja –syvyys	Maalaji	w %	
219	1,0 – 1,5 m	Savi / savinen siltti	34,0
	2,0 – 2,5 m	Lihava savi	50,9
	3,0 – 3,5 m	Savi	49,1

Pisteen 219 tutkimuksenaikaisesta havaintoputkesta mitattiin vesipinnan olevan 1,8 m syvyydellä maanpinnasta, tasolla +94,27 (21.5.2019).

### Alue III

Alueella III maaperä on savea ja silttiä 6,5 – 19,2 m syvyydelle. Tutkimusalueelta 2 ei ole tehty siipikairauksia, mutta tutkimusalueen 1 siipikairausten ja tutkimusalueen 2 painokairausten kairausvastuksen ja maanäytteiden vesipitoisuuksien perusteella voidaan varovasti arvioida savikerroksen olevan kohtuullisen sitkeää. Savi-/silttikerroksen alla on 1,0 – 4,2 m paksu löyhästä tiiviiseen vaihteleva moreenikerros.

Alueella tehdyt kairaukset päättyivät 7,42 – 21,03 m syvyydellä kiveen, lohkareseen tai kallioon. Kalliota ei varmistettu porakonekairauksin.

Alueella III otettiin kahdesta tutkimuspisteestä yhteensä kahdeksan maanäytettä. Näytteiden vesipitoisuudet ja maalajit on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3: rakennettavuusalueen III maanäytteiden tutkimustulokset

Näytteenottopiste ja –syvyys	Maalaji	w %	
203	1,0 – 1,5 m	Savi / savinen siltti	30,4
	2,0 – 2,5 m	Savi	35,7
	3,0 – 3,5 m	Lihava savi	50,8
209	1,0 – 1,5 m	Savi / savinen siltti	30,7
	2,0 – 2,5 m	Lihava savi	40,8
	3,0 – 3,5 m	Savi	39,3
	4,0 – 4,5 m	Savi	43,6
	5,0 – 5,5 m	Savi	44,9

Pisteen 203 tutkimuksenaikaisesta havaintoputkesta mitattiin vesipinnan olevan 0,3 m syvyydellä maanpinnasta, tasolla +90,81 (16.5.2019). Pisteen 209 mitattu vesipinta oli maanpinnan yläpuolella, mutta tämä mitattu pinta oli pintavettä.

## 3. RAKENNETTAVUUS

### 3.1 Perustaminen

Alueen-rakennettavuutta on tarkasteltu noudattaen edellä olevia aluejakoja. Esitettyjen alueiden väliset rajat ovat suuntaa antavia ja tiedot edustavat alueiden keskimääräisiä olosuhteita. Koko alueelle suunniteltuihin rakennuksiin ja täyttöihin tulee tehdä kohdekohtaiset pohjatutkimukset. Perustamistavat tulee tarkentaa rakennuspaikoilta tehtyjen pohjatutkimusten ja rakennuskohtaisten kuormitustietojen perusteella.

Rakentamisessa tulee huomioida, että valittu esirakentamistapa vaikuttaa rakennusten perustamistapaan.

#### Alue I

Rakennukset voidaan perustaa kalliovaraisille ja maanvaraisille moreenikerroksen päälle tehdyille anturaperustuksille. Moreenikerroksen päälle tehtävän anturanalustäytön päälle perustettaessa voidaan geoteknisenä kantavuutena alustavasti käyttää  $p = 200 - 400 \text{ kN/m}^2$ . Suoraan ehjälle tai vähäraakoiselle kalliolle perustettaessa voidaan alustavasti käyttää geoteknistä kantavuutta  $p = 3000 \text{ kN/m}^2$ . Irtilouhitulle kalliolle perustettaessa voidaan geoteknisenä kantavuutena alustavasti käyttää  $p = 400 - 600 \text{ kN/m}^2$ .

Perustamisolosuhteista ei ole rajoituksia rakennustyyppihin tai kerrosten määrään. Lattiat voivat olla maanvaraisia. Jos kellaritiloja rakennetaan, joudutaan alueella varautumaan louhintaan.

#### Alue II

Ilman pohjanvahvistuksia yksikerroksiset rakennukset voidaan perustaa maanvaraisesti käyttäen alustavasti geoteknistä kantavuutta  $p = 100 - 150 \text{ kN/m}^2$ . Muut raskaammat rakennukset tulee perustaa kovaan pohjaan lyötävien tukipaalujen varaan. Paalujen arvioitu tunkeutumistaso on kairausten päättymissyvyys  $4,0 - 7,8 \text{ m}$ . Tukipaalujen varaan perustettaessa ei ole rajoituksia rakennustyyppihin tai kerrosten määrään.

Alueella II voidaan pohjanvahvistustapana käyttää esikuormitusta tai savikerroksena paksuuden ollessa noin alle  $4,0 \text{ m}$  massanvaihtoa. Perustettaessa esikuormitetun pohjamaan ja täytön varaan voidaan alustavasti käyttää geoteknistä kantavuutta  $150 - 200 \text{ kN/m}^2$ . Massanvaihdon päälle perustettaessa voidaan geoteknisenä kantavuutena alustavasti käyttää  $p = 200 - 300 \text{ kN/m}^2$ .

Lattiat voidaan alustavasti perustaa maanvaraisina. Kellaritilojen rakentamista saattaa vaikeuttaa pohjavesi.

#### Alue III

Kevyet yksikerroksiset rakennukset voidaan perustaa maanvaraisesti käyttäen alustavasti geoteknistä kantavuutta  $p = 100 \text{ kN/m}^2$ . Muut raskaammat rakennukset tulee perustaa kovaan pohjaan lyötävien tukipaalujen varaan. Paalujen arvioitu tunkeutumistaso on kairausten päättymissyvyys  $7,4 - 21,0 \text{ m}$ . Tukipaalujen varaan perustettaessa ei ole rajoituksia rakennustyyppihin tai kerrosten määrään.

Alueelle III ei alustavasti ole kannattavaa tehdä massanvaihtoa tai esikuormitusta, koska savikerros on pääasiassa näihin liian paksu. Mikäli laaja-alaisia täyttöjä tehdään, tulee arvioida niiden painumat. Täyttömateriaalin tulee olla raekooltaan maksimissaan  $150 \text{ mm}$ , jotta rakennusten paalutus on mahdollista lyöntipaaluin.

Kevyiden rakennusten lattiat voidaan alustavasti perustaa maanvaraisina ja paalutettujen rakennusten lattiat kantavina. Kellaritilojen rakentamista saattaa vaikeuttaa pohjavesi.

### 3.2 Katujen ja putkijohtojen perustaminen

Rakennettavuusalueella I tulee varautua katujen ja putkijohtolinjojen louhintaan. Kadut perustetaan irtilouhitun kallion varaan. Putkijohdot voidaan perustaa kallion päälle asennusalustan varaan. Jyrkkiin kalliokanaaleihin tulee rakentaa savisulkuja.

Kadut ja putkijohdot voidaan perustaa rakennettavuusalueilla II ja III maanvaraisesti. Mikäli katujen taseaus nousee merkittävästi nykyisestä maanpinnasta, tulee tarkastella painumat ja varautua pohjanvahvistuksiin.

### 3.3 Kuivatus ja routasuojaus

Rakennukset tulee salaojittaa ja pintavedet tulee johtaa pois erillisen kuivatussuunnitelman mukaisesti.

Tutkimusalueen maaperä on routivaa lukuun ottamatta kallioalueita. Rakennusten ja rakenteiden routasuojaus suunnitellaan RIL 261–2013, Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet, mukaisesti.

### 3.4 Radonin huomioiminen

Alueen maaperä on pääasiassa huonosti radonkaasuja johtavaa, mutta louhitussa kalliolla sekä mahdollisissa karkearakeisissa esikuormitustäytöissä ja rakennusten alustäytöissä radonia esiintyy. Radon tulee huomioida rakenteita suunniteltaessa. Radonhaittojen ehkäisemiseksi alapohjarakenteet tulee tarvittaessa tiivistää sekä maata vasten olevien lattioiden salaojakerrokseen on rakennettava radon -imuputkisto, jossa on varauduttava koneelliseen ilmanpoistoon.

## 4. TONTTIEN ESIRAKENTAMINEN JA KUSTANNUKSET

Tonttien esirakentaminen tarkoittaa maa- tai kallioalueen tasaamista haluttuun korkeuteen leikkaamalla, louhimalla ja pengertämällä maa- ja kallioaineksia. Yleisin esirakentamisen muoto on, että tontti tasataan ja jätetään kiilatulle irtilouhinta- tai louhepengerpinnalle. Tontin ostaja rakentaa tontin viimeiset rakennekerrokset omien tarpeidensa mukaan. Esirakentamisen kanssa samassa yhteydessä rakennetaan myös yleensä tontteja palvelevat kadut, vesihuolto ja kuivatus.

Esirakentaminen on yleisesti käytetty periaate rakennettaessa useista teollisuustonteista koostuva kallioinen alue, jolla joudutaan leikkaamaan, louhimaan ja täyttämään. Esirakennettavan alueen tai alueen toteutusvaiheen sisällä pyritään löytämään massatasapaino, eli määrällinen tasapaino leikattavien ja pengerrättävien kallio- ja maa-ainesten kesken. Esirakennettavat tontit kannattaa rajata siten, että pohjaolosuhteet ovat mahdollisimman tasalaatuiset ja rakennusala kannattaa sijoittaa mahdollisimman kantavalle alueelle. Sellaisten tonttien esirakentamista, jotka vaativat laajoja pohjanvahvistuksia kannattaa välttää vastuukysymysten takia. Pohjanvahvistuksista kannattavat lähinnä massanvaihto kovaan pohjaan sekä esikuormitus. Heikolla maapohjalla sijaitsevat alueet kannattaa varata hulevesien hallintaa varten sekä läjitysalueiksi, jos mahdollista.



Kuva 1. Esirakennustaso

Esirakentaminen sitoo kaupungin pääomaa ja maanrakennuskustannukset pitäisi saada sisällytetyksi tontin myyntihintaan. Toisaalta tasaisia esirakennettuja tontteja valmiin kunnallistekniikan äärellä on helpompi myydä. Alueita kannattaakin esirakentaa vaiheittain kysynnän mukaan.

Esirakentamisen kustannukset saattavat vaihdella suuresti riippuen muun muassa louhittavan kallion määrästä, kuljetusetäisyyksistä ja pohjanvahvistustarpeista. Kustannuksiin voidaan vaikuttaa merkittävästi hyvällä suunnittelulla jo kaavarunkovaiheesta alkaen. Tässä selvityksessä esirakentamisen kustannukseksi on otettu 25 €/m<sup>2</sup>, joka on neliöhinta esirakennettavalle tonttialalle. Hintaa on arvioitu Päijät-Hämeessä ja Keski-Uudellamaalla toteutettujen esirakennushankkeiden pohjalta, joissa hinta on vaihdellut välillä 18 – 25 €/m<sup>2</sup>. Kyseisen kustannustason saavuttaminen edellyttää hyvää suunnittelua eri kaavavaiheiden yhteydessä sekä rakennussuunnitteluvaiheessa, eri toteutusvaiheiden massatasapainoa sekä alueelle varattavia läjitysalueita.

Katujen kustannusarvion pohjana olevat metrimäärät on saatu pääkatujen, kokoojakatujen ja teollisuusalueen tonttikatujen osalta linjaamalla katuja kartalle. Linjaukset ovat epävirallisia apulinjauksia metrimäärien selvittämiseksi. Katujen kustannukseksi on arvioitu 1200 €/m.

Oletuksena katujen rakentamisessa on, että pääkadut ja alueellisen kokoojakadut rakennetaan valmiiksi yhteysvälejä palvelevina kokonaisuuksina omiin suotuisiin maastokäytäviinsä. Paikalliset kokoojakadut ja tonttikadut oletetaan rakennettavan tai teollisuusalueiden esirakentamisen yhteydessä.

Alueen suuret tonttipinta-alat vaativan myös hyviä hulevesien viivytysratkaisuja. Alueelle onkin syytä laatia kaavoituksen yhteydessä hulevesiselvitys, jotta hulevesien virtausreitit ja altaiden vaatimat tilanvaraukset voidaan huomioida suunnittelussa. Alueen hulevesien yksi virtausreitti kulkee Vahtersuolta Vartio-ojaan selvitysalueen läpi. Se saattaa vaikuttaa myös tonttien muodostamiseen.

Alustava kustannusarvio ja tonttijako on esitetty liitteellä 2.

## 5. JATKOTOIMENPITEET

Tämä tutkimus on alustava alueellinen tutkimus. Selvityksessä ei ole tehty yksityiskohtaisia louhintahinta-, täyttö- ja tasaussuunnitelmia, joissa tarkemmin huomioidaan työkohtaiset yksityiskohdat ja pohjanvahvistustarpeet. Alueelle tulevista kaduista ja vesihuollosta tulee laatia yleissuunnitelmat ja alueen jatkosuunnittelussa tulee lisäksi huomioida hulevesien johtaminen ja massatasapaino. Tarvittaessa myös luontoarvot tulee inventoida.

Ennen rakentamista alueelle suunniteltaviin rakennuksiin tulee tehdä kohdekohtaiset pohjatutkimukset, joiden perusteella tehdään yksityiskohtaiset pohjarakennussuunnitelmat.

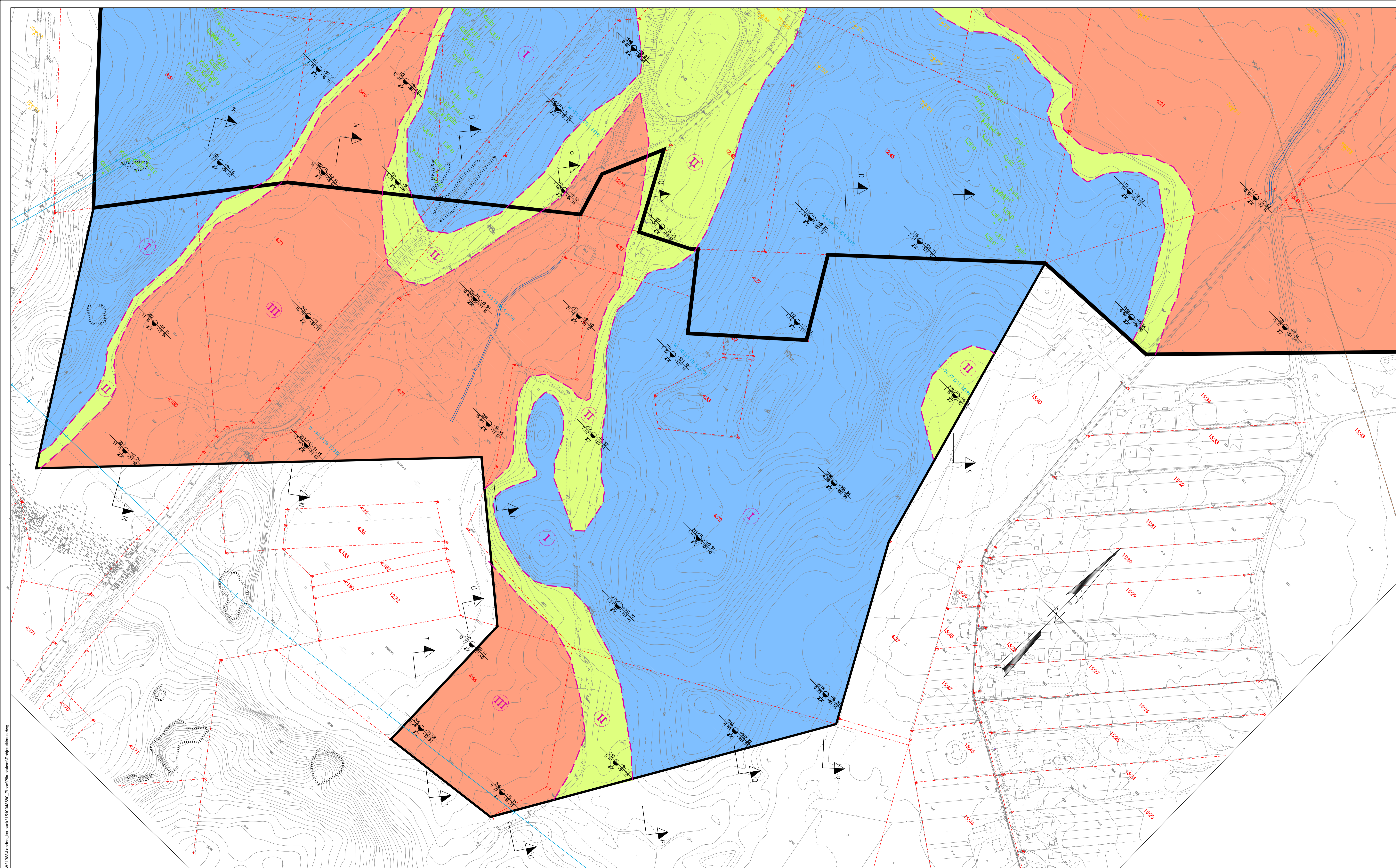
Lahdessa 28. päivänä kesäkuuta 2019

RAMBOLL FI NLAND OY

Ismo Läspä  
ryhmäpäällikkö

Essi Auvinen  
suunnittelija





- I** Maaperä ja rakennettavuusalueet
- Kallioinen alue, jossa kallio joko pinnassa tai pääasiassa arviolta alle 2,5 m syvyydellä. Kallion päällä olevat maakerrokset ovat kovaa savea ja löyhästä tiiviiseen vaihtelevaa moreenia.
- Rakennukset ja lattiat maan- tai kalliivaraisina
  - Geotekninen kantavuus alustavasti  $p = 200 - 400 \text{ kN/m}^2$  tiiviillä sora - kalliopohjalla
  - Vähäkarkeisen kalliion kantavuus  $p = 3\,000 \text{ kN/m}^2$
  - Irtilouhitun kalliion kantavuus  $p = 400 - 600 \text{ kN/m}^2$
- II** Ylimpänä maakerroksena on noin 2,5 - 7,0 m paksu savikerros. Savikerroksen yllin 2,0 - 3,2 on kovaa kuivakuorisavea ja kerros on osin siltittä. Kuivakuorikerroksen alapuolella savikerros on pehmeämpää. Savikerroksen alapuolella on 0,2 - 1,2 m paksu tiiveydeltaan keskitiivisistä tiiviiseen vaihteleva moreenikerros.
- Ilman pohjanvahvistuksia yksikerroksisen rakennukset ja lattiat maanvaraisina, alustava geotekninen kantavuus  $p = 100 - 150 \text{ kN/m}^2$ , raskaammat rakennukset paalutetaan
  - Esikuormitetun pohjamaan ja täytön varaan perustettaessa geotekninen kantavuus alustavasti  $p = 150 - 200 \text{ kN/m}^2$
  - Massanvaihdon varaan perustettaessa geotekninen kantavuus alustavasti  $p = 200 - 300 \text{ kN/m}^2$
- III** Maaperä savea ja silttiä 6,5 - 19,2 m syvyydelle. Savi-/silttikerroksen alla on 1,0 - 4,2 m paksu löyhästä tiiviiseen vaihteleva moreenikerros.
- Yksikerroksisen rakennukset ja lattiat maanvaraisina, alustava geotekninen kantavuus  $p = 100 \text{ kN/m}^2$ , raskaammat rakennukset paalutetaan
  - Savikerroksen paksuus pääasiassa niin suuri, ettei pohjanvahvistuksia ole kannattavaa tehdä esikuormituksella tai massanvaihdoilla

Koko tutkimusalueella pihalueet, tiet ja putkijohdot perustetaan kalliion tai maanvaraisesti. Rakennettavuusalueilla II ja III tulee tarkastella painumat ja varautua pohjavahvistuksiin, mikäli tasaus nousee merkittävästi nykyisestä maanpinnasta.

Tutkimusajankohta	Mittaus	29.4. - 30.4.2019, 6.5. - 7.5.2019
	Kairaus	9.5. - 21.5.2019
Työnjohtaja	Mittaus	MRAJ, MARKH
	Kairaus	NICOL
Korkeuskiintopiste		N2000
Koordinaatisto		ETRS-GK26
Käytetyt monikulmiopisteet		

K.ouk/ Kyla Pippo	Kortti/ Tila	Työti/ Ohio	Vanhaan merkintä	Rikiluan nro
Rakennuslupapöytä			Puustalaji	Julkaisu nro
Uudisrakennus			Pohjarakennus	
Rakennuksen nimi ja osoite			Puustuksen sisältö	Mittakaava
<b>LAHDEN KAUPUNKI</b>			Tutkimuskartta	1:2000
<b>Rakennettavuus selvitys</b>			Tutkimusalue 2	
<b>Pippo</b>				
<b>Lahti</b>				
<b>RAMBOLL</b>	Summ. Työmi Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611	Projekti <b>GEO 1510048680</b>	Maasto Pohjatutkimus	
Hyv. Ismo Laspä	Summ. ESSIA	Proj. ANTH	Pvm. 28.6.2019	