

LAHDEN KAUPUNKI
NÄKKIMISTÖN KAAVA-ALUE
RAKENNETTAVUUSTARKASTELU
TYÖ 1943
10.4.2025

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	3
2	PAINUMATARKASTASTELU.....	3
2.1	Ödömetrikokeiden ja painumalaskennan tulokset.....	3
2.2	Painumien hallinta infrarakentamisessa.....	4
2.3	Painumien hallinta talonrakentamisessa.....	4
3	PAINEELLINEN POHJAVESI.....	4
3.1	Pohjaveden painetason määritelmä.....	4
3.2	Päijänteen ruhjeen teoria.....	4
3.3	Pohjaveden purkautumisen riskit ja havainnot Aikamatkan alueelta.....	5
3.3.1	Painetasot.....	5
3.3.2	Korkeusaseman vaikutus.....	5
3.4	Pohjaveden painetasot Näkkimistö II -alueella.....	6
3.5	Suosituksset rakentamiseen.....	7
4	JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUS.....	9

PIIRUSTUKSET

1943.101	Tutkimuskartta, painumalaskennat	1:2000
1943.102	Tutkimuskartta, korkeustasot	1:2000

10.4.2025

1 JOHDANTO

Tämä lausunto on tehty Lahden kaupungille koskien Näkkimistö II:n alueen rakennettavuutta. Lausunto on jatkoa kohteeseen aiemmin tehdyille rakennettavuusselvityksille (Ramboll 2023, Lepistö 2023). Tätä lausuntoa varten tehtiin maastossa lisätutkimuksia, joilla tarkennettiin alueen maaperän painumaominaisuuksia. Lisätutkimukset tehtiin marraskuussa 2024 ja niiden laajuus oli seuraava:

- 6 kpl painokairaus määräsyyvyyteen 8 m
- 3 kpl häiriintymätön maanäytesarja
- 2 kpl häiriintynyt maanäytesarja

Kaikista maanäytteistä tutkittiin rakeisuus ja vesipitoisuus. Häiriintymättömistä maanäytteistä tehtiin CRS-ödömetrikokeita 9 kpl sekä tutkittiin tilavuuspaino.

Aikaisempia selvityksiä varten suunnittelualueella on tehty 19 painokairausta, sekä otettu 8 häiriintynyttä maanäytesarjaa. Maanäytteistä on tutkittu vesipitoisuus, ja osasta näytteitä rakeisuus. Kaikille näytteille on annettu vähintään silmämääräinen arvio maalajista. Lisäksi on tehty 3 siipikairausta. Pohjavesiputkia on asennettu 4 pisteeseen.

Tässä lausunnossa esitetään lisäpohjatutkimusten perusteella tarkennettu painumatarkastelu sekä selvitetään paineellisen pohjaveden vaikutusta rakennettavuuteen.

2 PAINUMATARKASTASTELU

2.1 Ödömetrikokeiden ja painumalaskennan tulokset

Ödömetrikokeilla tarkennettiin maaparametrejä painumalaskentaa varten. Alueen savikerrokset kuivakuoren alapuolella ovat pääsääntöisesti lievästi ylikonsolidoituneita. Ödömetrikokeista arvioitu ylikonsolidaatioaste (OCR) vaihtelee välillä 1,2...2,8. Kuivakuorikerros arvioitiin kairausvastuksen perusteella voimakkaammin ylikonsolidoituneeksi. Saven seassa on vaihteleva määrä silttiä ja rakenne on kerroksellinen, minkä takia näytteet ovat herkkiä häiriintymään näytteenotossa ja laboratoriokäsittelyssä varovaisuudesta huolimatta. Näytteiden häiriintyminen suurentaa ödömetrikokeissa havaittavaa kokoonpuristumista, erityisesti ylikonsolidoituneella jännitysalueella.

Painumalaskennat suoritettiin ödömetrikokeista mitatulla ylikonsolidoituneen jännitysalueen minimi- ja maksimimoduuliluvulla (palautusvaihe). Todellisten painumien arvioidaan kokemusperäisesti näytteiden häiriintymisherkkyiden takia olevan selkeästi lähempänä maksimi- kuin minimimoduuliluvulla laskettua painumaa.

Mitattujen parametrien ja maaperän kerrallisuuden perusteella arvioituna savikerrokset alueella voivat olla nopeasti kokoonpuristuvia, eli suuri osa painumasta tapahtuu verrattain lyhyen ajanjakson sisällä. Tämä voi mahdollistaa alueen esirakentamisen taloudellisesti

10.4.2025

esikuormituspenkereiden avulla. Tarkka painumanopeus kerroksellisessa maaperässä selviää kuitenkin riittävällä tarkkuudella käytännössä vain koerakenteella.

2.2 Painumien hallinta infrarakentamisessa

Aluetäytöt ja pengerrykset aiheuttavat painumista alueella. Kokonaispainuman kannalta hallittavissa oleva täyttökorkeus ilman pohjanvahvistustoimenpiteitä on tehtyjen tutkimusten perusteella noin 0,5...1,0 m, jolloin arvioidut kokonaispainumat vaihtelevat välillä 30...80 mm. Ennen infrarakentamisen jatkosuunnittelua suositellaan kohteessa tehtäväksi tutkimus koepenkereillä painumanopeuden selvittämiseksi. Koepenkereillä saadaan myös tarkennettua arviota kokonaispainumasta.

2.3 Painumien hallinta talonrakentamisessa

Varovaisen painuma- ja kantavuusmitoitustarkastelun perusteella alueelle voidaan rakentaa 1-1,5 kerroksisia puurunkoisia pientaloja reunavahvistetulla laatalalla. Anturaperustuksien ja raskaampien kuormien osalta rakentaminen voi olla mahdollista mutta sen toteaminen edellyttää tonttikohtaista tutkimusta ja painumaselvitystä.

Rakennuksen suunnittelua varten jokaisella tontilla olisi syytä tehdä pohjatutkimus. Soveltuva menetelmä on esimerkiksi 5-7 m syvä painokairaus, jolla varmistetaan kuivakuoren paksuus sekä rakennuksen painosta kokoonpuristuvan savikerroksen tiiveysaste suhteessa alueella tehtyihin tarkempiin tutkimuksiin. Painokairauksien lisäksi on suositeltavaa ottaa häiriintyneitä maanäytesarjoja, joista tutkitaan rakeisuus ja vesipitoisuus.

3 PAINEELLINEN POHJAVESI

3.1 Pohjaveden painetason määritelmä

Pohjavesiesiintymä on alueella salpautunut vettä läpäisemättömän savisen kerroksen alapuolelle hiekka- ja moreenikerrokseen. Pohjavesi on paineellista, kun se luontaisesti ei pääse vettä läpäisemättömän maakerroksen läpi nousemaan sille ominaiselle painetasolle. Arteesinen pohjavesi on paineellista pohjavettä, joka purkautuessaan nousee maanpinnan yläpuolelle. Kun maaperään avataan reitti vettä johtavaan kerrokseen, pyrkii vesi nousemaan paineellisesti sen omalle painetasolle.

3.2 Päijänteen ruhjeen teoria

Karttatarkastelun perusteella Päijänteen ja Vesijärven suuntainen pystysuora ruhje jatkuu pohjavesialueina aina Itämeren rantaan saakka. Samalla linjalla tiedetään olevan jo paremmin tutkittu ns. Launeen ruhje, jossa vesi virtaa Vesijärvestä kohti Launeen vedenottamo. Tässä

10.4.2025

esitetyn teorian mukaan on hyvin todennäköistä, että ruhje on merkittävästi suurempi jatkuen myös Renkomäkeen ja Aikamatkan sekä Näkkimistön alueelle ja siitä edelleen kohti Itämerä. Ruhje, jossa on hyvin lajittuneita vettä johtavia kerroksia voi selittää Aikamatkan alueella havaitut merkittävät ja normaalista poikkeavat paineellisen pohjaveden olosuhteet. Teoria esitetään tässä ensimmäistä kertaa eikä ruhjeeseen ole tehty tässä mittakaavassa geologiaa tai geoteknisiä kenttätutkimuksia.

3.3 Pohjaveden purkautumisen riskit ja havainnot Aikamatkan alueelta

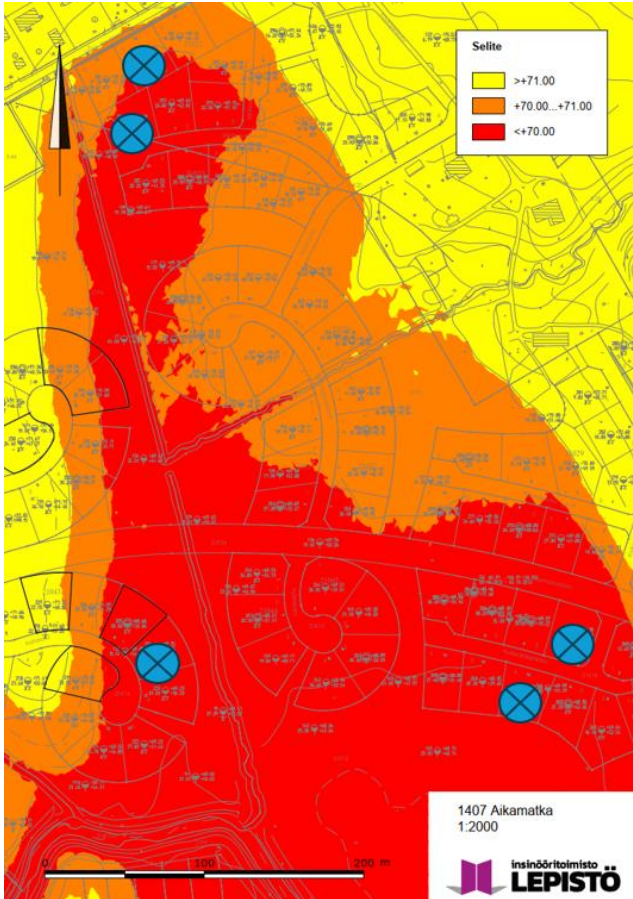
Pohjaveden purkautuminen maanpinnalle pääsee tapahtumaan, kun vettä läpäisemättömään savi- ja silttikerroksen puhkaistaan vedelle reitti vettä johtavaan kerrokseen asti. Myös maanrakennustyöt olemassa olevan aiemmin vuotamattoman kairareian yhteydessä voivat aiheuttaa pohjaveden purkautumisen lisääntymistä. Aikamatkan alueella on havaittu myös virtaamien lisääntymistä vanhoissa peltosalaojissa ja ojissa. Havaintojen perusteella on mahdollista, että pohjavettä pääsee purkautumaan kairausrei'istä vettä johtavaan, halkeilleeseen ja roudan löyhdyttämään, kuivakuorikerrokseen, jossa se pääsee virtaamaan vaakatasossa.

3.3.1 Painetasot

Aikamatkan alueella pohjavettä havaittiin noin 0,3 metrin syvyydellä maanpinnasta tutkimusten aikana. Myöhemmin veden painetaso nousi ja vesi pääsi virtaamaan maan pinnalle. Poikkeuksellisen olosuhteen vuoksi veden virtauksen määrä ja paine lisääntyi radikaalisti. Lopulta painetaso nousi peräti 4 metriä ylemmäs alkuperäistä havaintoa ollen 3,8 metriä maan pinnan yläpuolella eli noin tasolle +74.

3.3.2 Korkeusaseman vaikutus

Alueella havaittiin yhteensä viisi paineellisen veden vuotopaikkaa. Vuotopaikkoja yhdistää niiden alhainen korkeusasema maapinnan osalta, joka johtaa siihen, että purkautuessaan pohjaveden painetaso on huomattavasti maanpinnan tasoa korkeammalla. Havaintojen perusteella alle +70 tasolla olevissa kairauspisteissä oli huomattava riski paineelliselle pohjaveden purkautumiselle. Havaitut vuotopaikat ja korkeusasemat on esitetty kuvassa 1. Maaperän korkeusaseman suhteella pohjaveden painetasoon on huomattava vaikutus hankalasti hallittavan vuodon riskiin.



Kuva 1. Aikamatkan alueella havaitut vesivuodot sekä korkeusasemat värikorostuksella. Alle +70 korkeustasot on esitetty punaisella värillä.

3.4 Pohjaveden painetasot Näkkimistö II -alueella

Tutkimusalueelle on tehty yhteensä neljä pohjaveden havaintopistettä, joista on seurattu vesipintoja 2023...2025 välisenä aikana. Varsinaista tarkkailua ei ole kohteessa ollut. Vesipintataso vaihtelee alueella pohjoisen alueen tasolta +72,93 etelään tasolle +70,46. Havaittu vesipinta on ollut noin **0,8 metriä maanpinnan alapuolella**. Toistaiseksi tiedossa ei ole ollut, että alueella olisi päässyt vettä purkautumaan maanpinnalle saakka paineellisesti. Tehtyjen kairapisteiden ympäristöä ei kuitenkaan ole käyty tarkistamassa mahdollisten vuotojen varalta. Pohjaveden mitatut pinnantasot on esitetty kuvassa 2.

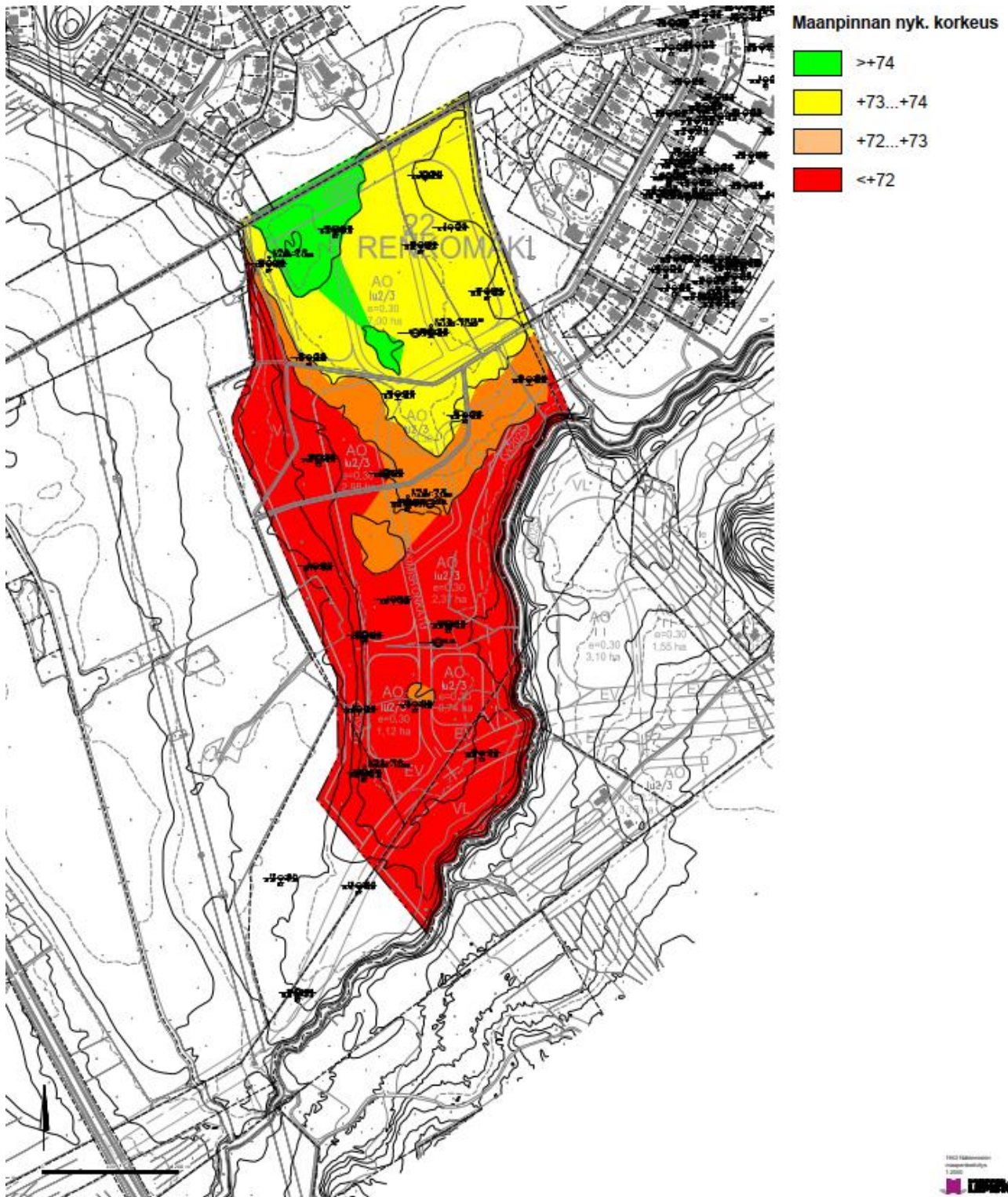


Kuva 2. Pohjaveden mitatut korkeusasemat Näkkimistö II -alueella.

3.5 Suositukset rakentamiseen

Kaikki alueella olevat savikerroksen läpäisseet kairausreiät muodostavat riskin paineellisen veden purkautumiselle ja tämän vuoksi rakentamista eikä kunnallisteknisiä kaivantvoja suositella tehtyjen syvien kairausten kohdalle. Pohjaveden painetaso ja riskit tulee ottaa huomioon koko alueen rakentamisessa.

Hankalastihallittavien vuotojen riski ja kustannukset kasvavat suuremmaksi mitä alempana maanpinta on suhteessa pohjaveden painetasoon. Painetaso voi olla vuototilanteessa huomattavasti tutkimuksissa havaittua tasoa korkeammalla. Aikamatkan alueen kokemuksiin ja tehtyihin pohjavesihavaintoihin perustuen emme suosittele korkeusaseman +72 alapuolisille alueille minkäänlaista rakentamista. Kuvassa 3 on esitetty väreillä maanpinnan korkeusasema alueella.



Kuva 3. Paineellisen pohjaveden vuoksi rakentamista ei tällä alueella suositella tehtäväksi tason +72 alapuolelle, joka esitetty kartassa punaisella.

Paineellisen pohjaveden poikkeuksellisen tilanteen vuoksi kohteessa ei suositella tehtäväksi paalutusta, maalämpökaivoja, porakaivoja eikä tuettuja kaivantoja. Kaikki toimenpiteet, joilla luodaan yhteys vettä johtaviin maakerroksiin, suositellaan kiellettäväksi alueella. Paalutuksen ja muiden savikerroksen läpäisevien töiden vaikutus pohjaveden purkautumiseen ja vuotojen

10.4.2025

hallinta on mahdollista selvittää vain kokeellisella tutkimuksella, minkä järjestäminen on arviomme mukaan riskialtista ja kallista.

Suosittellemme, että jatkossa alueella tehtävät tutkimukset saa ulottaa korkeintaan 7 metrin syvyydelle maanpinnasta. Alueen länsiosassa vettä pidättävä kerros muuttuu paikoin ohuemmaksi ja siellä tehtävien kairausten ohjelmointi tulee tehdä harkiten riittävällä asiantuntemuksella.

4 JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUS

Kaavoituksessa suositellaan otettavaksi huomioon korkeusasema alueella ja suositellaan vältettäväksi kaavoittamista alueelle, joissa maanpinnan taso on alle +72. Myös vanhat kairauspisteet ovat riskikohteita, vaikka ne injektoitaisiin. Vielä ei ole käytössä luotettavaa ja vertailukelpoista tietoa injektoitujen kairauspisteiden pitkäaikaiskestävyydestä. On suositeltavaa välttää niiden kohdalle rakennuspaikkojen osoittaminen.

Infran rakentamisessa suositellaan suunniteltavaksi koerakenne, jossa tutkitaan esikuormituksen mahdollisuus alueen esirakentamisessa. Samassa yhteydessä suositellaan tehtäväksi koekaivantoja. Vesihuoltokaivantoja ei missään nimessä suositella tehtäväksi vanhojen kairauspisteiden kohdalle.

Alueen rakentamisessa suositellaan tehtäväksi korkeintaan 0,5-1 metriä paksuja aluetäyttöjä, jotta painumiin eniten vaikuttavat aluekuormat eivät kasva liian suuriksi. Laajamittaiset kevennykset ovat myös mahdollisia, mutta eivät kovin kustannustehokkaita.

Alueelle myöhemmin rakentamisen suunnittelun yhteydessä tulee tehdä tonttikohtainen pohjatutkimus. Rakentamisen suunnittelussa ja rakentamisen aikana ei saa tehdä vettä johtavaan kerrokseen ulottuvia avauksia. Alueelle tehtävät kairaukset tulee rajoittaa korkeintaan 7 metrin pituisiksi. Suositellaan että tonttikohtaiset pohjatutkimukset tehdään kaupungin ohjauksessa tai toimesta.

Lahdessa 10. päivänä huhtikuuta 2025

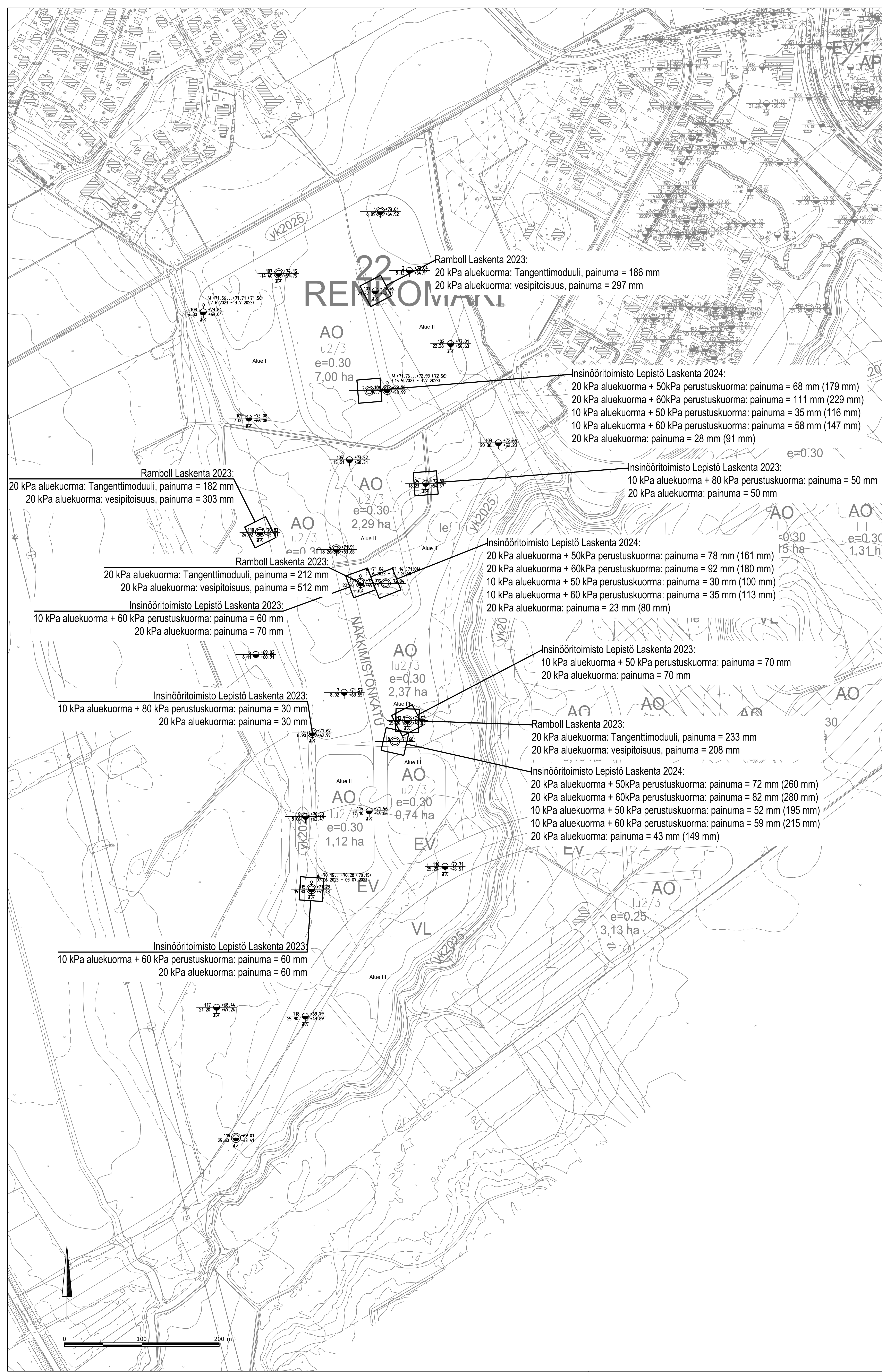
Insinööritoimisto Lepistö Oy



Jani Lepistö
toimitusjohtaja, DI



Erkki Liimatainen
geosuunnittelija, DI



22 RENKOMÄKI

Ramboll Laskenta 2023:
 20 kPa aluekuorma: Tangenttimoduuli, painuma = 186 mm
 20 kPa aluekuorma: vesipitoisuus, painuma = 297 mm

Insinööri-toimisto Lepistö Laskenta 2024:
 20 kPa aluekuorma + 50kPa perustuskuorma: painuma = 68 mm (179 mm)
 20 kPa aluekuorma + 60kPa perustuskuorma: painuma = 111 mm (229 mm)
 10 kPa aluekuorma + 50 kPa perustuskuorma: painuma = 35 mm (116 mm)
 10 kPa aluekuorma + 60 kPa perustuskuorma: painuma = 58 mm (147 mm)
 20 kPa aluekuorma: painuma = 28 mm (91 mm)

Ramboll Laskenta 2023:
 20 kPa aluekuorma: Tangenttimoduuli, painuma = 182 mm
 20 kPa aluekuorma: vesipitoisuus, painuma = 303 mm

Insinööri-toimisto Lepistö Laskenta 2023:
 10 kPa aluekuorma + 80 kPa perustuskuorma: painuma = 50 mm
 20 kPa aluekuorma: painuma = 50 mm

Ramboll Laskenta 2023:
 20 kPa aluekuorma: Tangenttimoduuli, painuma = 212 mm
 20 kPa aluekuorma: vesipitoisuus, painuma = 512 mm

Insinööri-toimisto Lepistö Laskenta 2024:
 20 kPa aluekuorma + 50kPa perustuskuorma: painuma = 78 mm (161 mm)
 20 kPa aluekuorma + 60kPa perustuskuorma: painuma = 92 mm (180 mm)
 10 kPa aluekuorma + 50 kPa perustuskuorma: painuma = 30 mm (100 mm)
 10 kPa aluekuorma + 60 kPa perustuskuorma: painuma = 35 mm (113 mm)
 20 kPa aluekuorma: painuma = 23 mm (80 mm)

Insinööri-toimisto Lepistö Laskenta 2023:
 10 kPa aluekuorma + 60 kPa perustuskuorma: painuma = 60 mm
 20 kPa aluekuorma: painuma = 70 mm

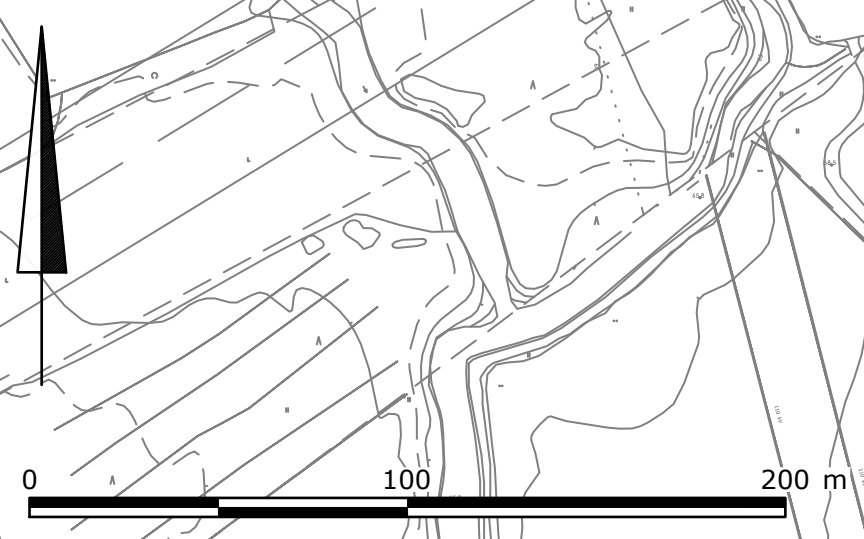
Insinööri-toimisto Lepistö Laskenta 2023:
 10 kPa aluekuorma + 50 kPa perustuskuorma: painuma = 70 mm
 20 kPa aluekuorma: painuma = 70 mm

Insinööri-toimisto Lepistö Laskenta 2023:
 10 kPa aluekuorma + 80 kPa perustuskuorma: painuma = 30 mm
 20 kPa aluekuorma: painuma = 30 mm

Ramboll Laskenta 2023:
 20 kPa aluekuorma: Tangenttimoduuli, painuma = 233 mm
 20 kPa aluekuorma: vesipitoisuus, painuma = 208 mm

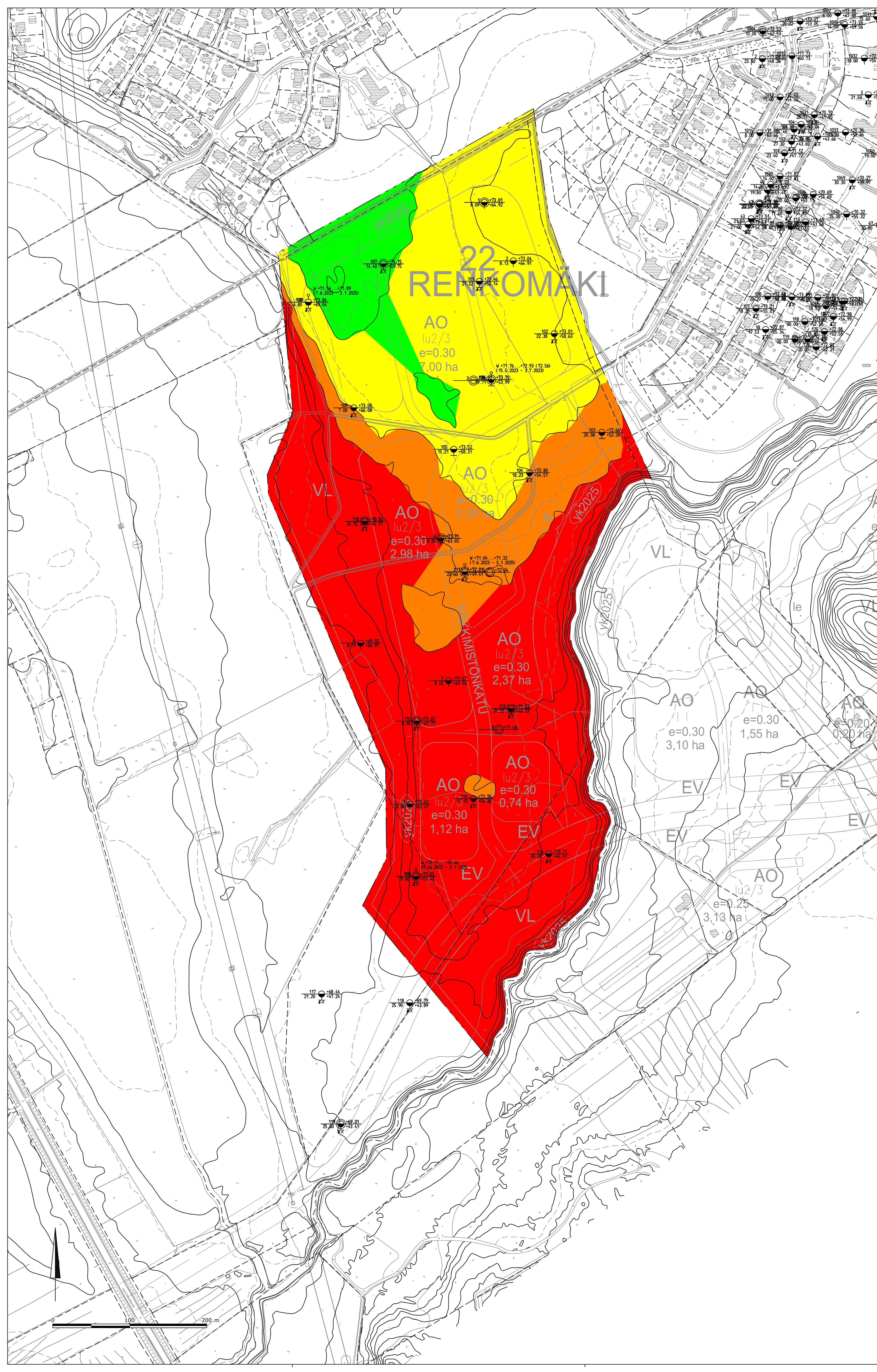
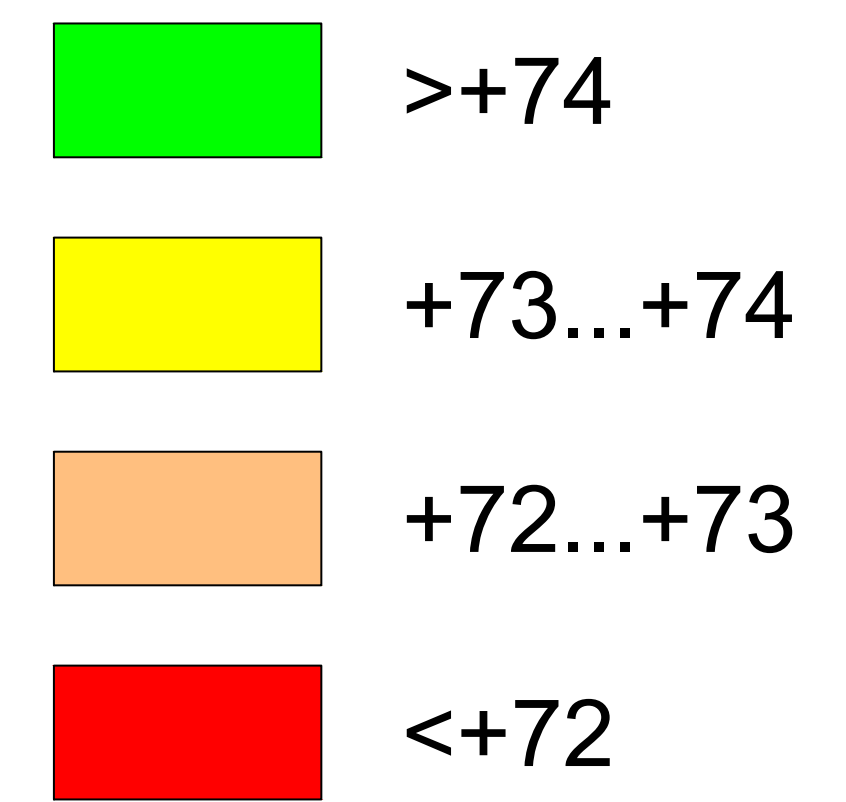
Insinööri-toimisto Lepistö Laskenta 2024:
 20 kPa aluekuorma + 50kPa perustuskuorma: painuma = 72 mm (260 mm)
 20 kPa aluekuorma + 60kPa perustuskuorma: painuma = 82 mm (280 mm)
 10 kPa aluekuorma + 50 kPa perustuskuorma: painuma = 52 mm (195 mm)
 10 kPa aluekuorma + 60 kPa perustuskuorma: painuma = 59 mm (215 mm)
 20 kPa aluekuorma: painuma = 43 mm (149 mm)

Insinööri-toimisto Lepistö Laskenta 2023:
 10 kPa aluekuorma + 60 kPa perustuskuorma: painuma = 60 mm
 20 kPa aluekuorma: painuma = 60 mm



Kaupunginosa/Kylä Renkomäki 22	Kortti/Tila	Tontti/Pöytä	Koordinatijärjestelmä ETRS-GK26	Korkeusjärjestelmä N2000	Mittakaava 1:2000
Rakennuskohde nimi ja osoite Lahden kaupunki Näkkinistön II maaperäselvitys			Päivitetty sisältö Tutkimuskartta	Rakennettavuus selvitysten painumalaskentatulosten kooste	
15680 Lahti			Pvm. 17.1.2025	Projektiluokka P. Rajahalpa	Muutos 101
			Projektinumero 1943	Painatusnumero 101	Muutos
Vesijärvenkatu 65, 15140 Lahti www.lepisto.eu					

Maanpinnan nyk. korkeus



22 RENKROMÄKI

AO lu2/3
e=0.30
7.00 ha

AO lu2/3
e=0.30
2.29 ha

AO lu2/3
e=0.30
2.98 ha

AO lu2/3
e=0.30
2.37 ha

AO lu2/3
e=0.30
1.12 ha

AO lu2/3
e=0.30
0.74 ha

AO e=0.30
3.10 ha

AO e=0.30
1.55 ha

AO e=0.20
0.20 ha

AO lu2/3
e=0.25
3.13 ha

