

SEINÄJOKI, ROVES

ALUEELLINEN RAKENNETTAVUUS
JA PERUSTAMISTAPASELVITYS

Viite 82135416
Versio 1
Pvm 22.6.2011

Tarkistanut Juha Forsman
Kirjoittanut Taavi Dettenborn

Sisällysluettelo

1.	Yleistä	1
2.	Aluekuvaus	1
2.1	Alueen topografia ja yleiskuvaus	1
2.2	Pohjasuhteet	3
2.2.1	Pohja- ja laboratoriotutkimukset	3
2.2.2	Maakerrosten paksuus ja laatu	4
2.2.3	Vesipitoisuus	6
2.3	Pohjavesi	6
2.4	Painumat	6
2.5	Stabiilitetti	7
3.	Alueen rakennettavuus	7
3.1	Yleistä rakennettavuudesta	7
3.2	Massastabilointi	8
3.2.1	Stabilointimäärä	8
3.2.2	Stabiloitavuuskokeet	9
3.3	Täyttötarpeet	9
3.4	Rakennusten perustaminen	10
3.5	Kaivannot	10
3.6	Kuivatus	11
3.7	Piha- ja liikennealueiden perustaminen	11
3.8	Kunnallistekniikka	11
4.	Yhteenveto	12
5.	Jatkotoimenpide-ehdotukset	13

LIITTEET

PIIRUSTUKSET

Pohjatutkimuspiirustus	01
Pohjanvahvistuskartta	02
Pohjatutkimusleikkaukset	03-17

1. Yleistä

Seinäjoen kaupungin toimeksiannosta Ramboll Finland Oy on tehnyt Roveksen alueelle alustavan rakennettavuusselvityksen. Työstä on Rambolissa vastannut TkL Marko Olli, DI Juha Forsman, TKT Pentti Lahtinen ja tekn.yo. Taavi Dettenborn. Seinäjoen kaupungin yhteyshenkilö on ollut Kari Maunula. Tämä alustava rakennettavuusselvitys on laadittu kaavoitusta varten.

Roveksen alue sijoittuu Seinäjoen keskustan kaakkoispuolelle. Roveksen alueelle on suunniteltu esirakennettavan pienteollisuustontteja asemakaavoitusalueelle. Esirakentaminen käsittäisi tonttien lisäksi alueen kadut ja kunnallistekniikan. Selvitysalueen pinta-ala on noin 75 ha. Selvitysalueen läntisellä puolella on noin 25 ha suuruinen asemakaavoitettua alue. Selvitysalue on nykytilassa rakentamatonta turvealuetta. Alueen länsiosan pohjoisreunan läheisyydessä on käytöstä poistettu kaatopaikka sekä nykyinen maankaatopaikka.

Selvitystä varten alueella on tehty pohjatutkimuksia. Pohjatutkimukset suoritettiin painokairauksina ja näytteenotoilla. Näytteenotot tehtiin kaivinkoneella koekuopista. Lisäksi käytössä on ollut selvitysalueelta ja sen läheisyydeltä aiemmin tehtyjä kairauksia ja maaperäkartta.

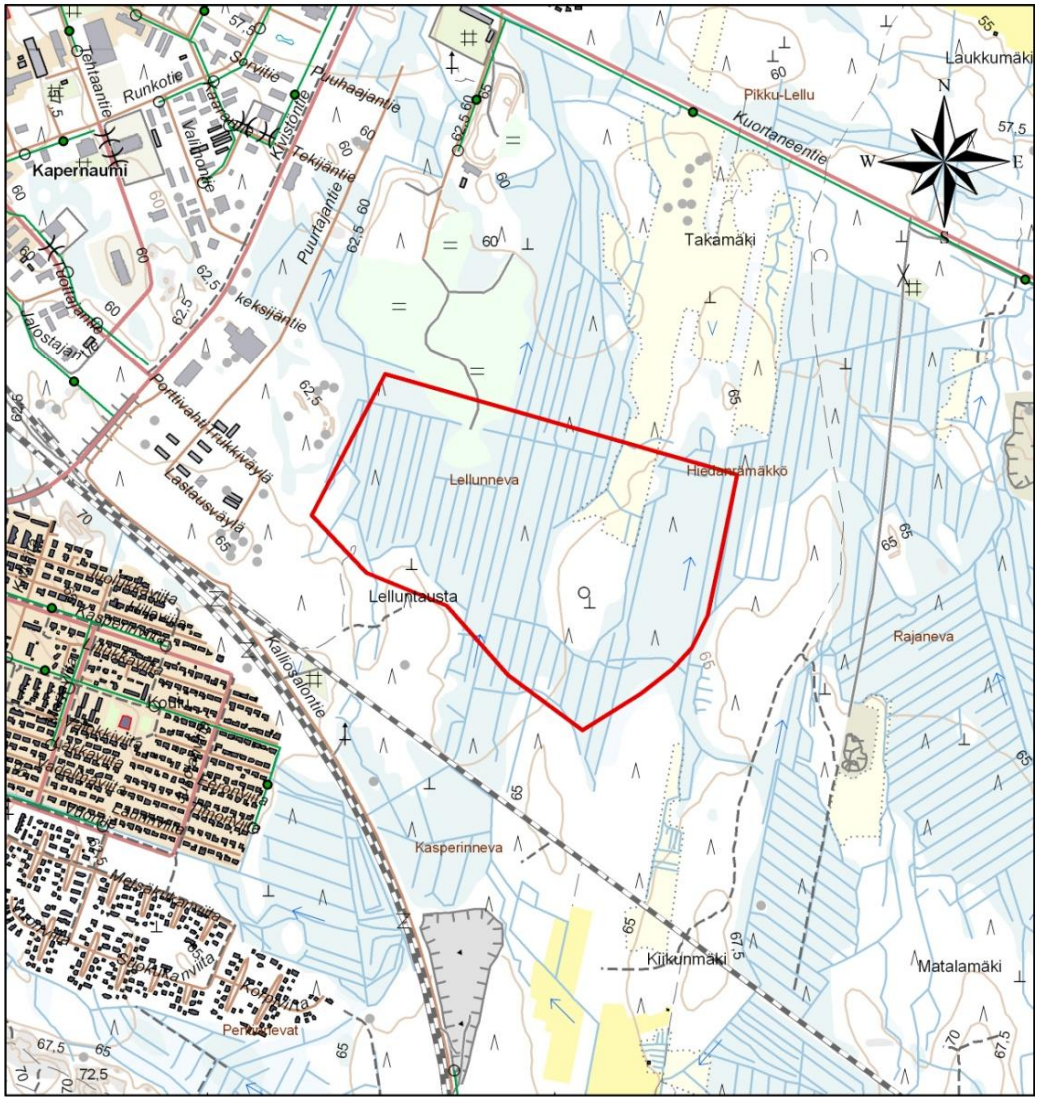
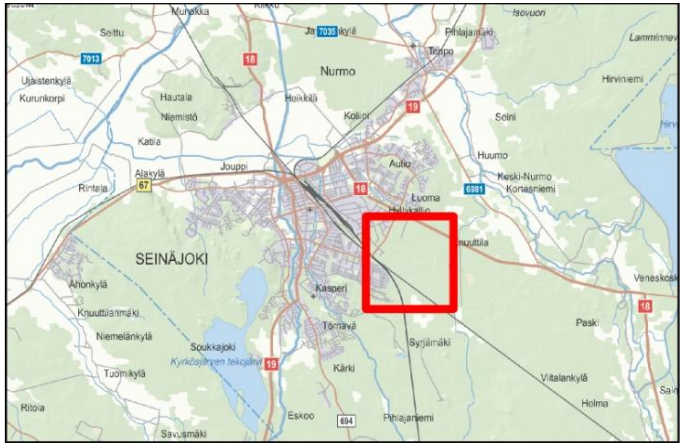
Alueen sijainti- ja maastokartta, johon selvitysalue on merkitty, on esitetty kuvassa 1.

2. Aluekuvaus

2.1 Alueen topografia ja yleiskuvaus

Selvitysalue on maastonmuodoltaan vaihteleva. Selvitysalue on pääasiassa turvealuetta. Länsi- ja keskiosassa maanpinta vaihtelee tasolla +59.8...+62 siten, että se laskee loivasti lounaasta koilliseen. Selvitysalueen itäpuolella on maastomuodoiltaan poikkeava moreenimuodostuma, jonka korkein kohta on tasolla +66.4. Maanpinta laskee tasolle +63.6 selvitysalueen rajalle mentäessä. Selvitysalueella sijaitsee kaksi painannetta, joista toinen asemakaavoitetun alueen keskellä (lännessä) ja toinen moreenimuodostuman itäpuolella.

Alueen etelä-/lounaisosassa on joitakin polkuja. Sähkölinjoja tai muita rakennelmia selvitysalueella ei ole. Selvitysalueen rajojen eteläisellä puolella kulkee junarata n. 300 m etäisyydellä ja läntisellä puolella on rakennuksia n. 200 m etäisyydellä.



0 250 500 1 000 Metriä

Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupa nro 3/MML/11

— Selvitysalueen raja

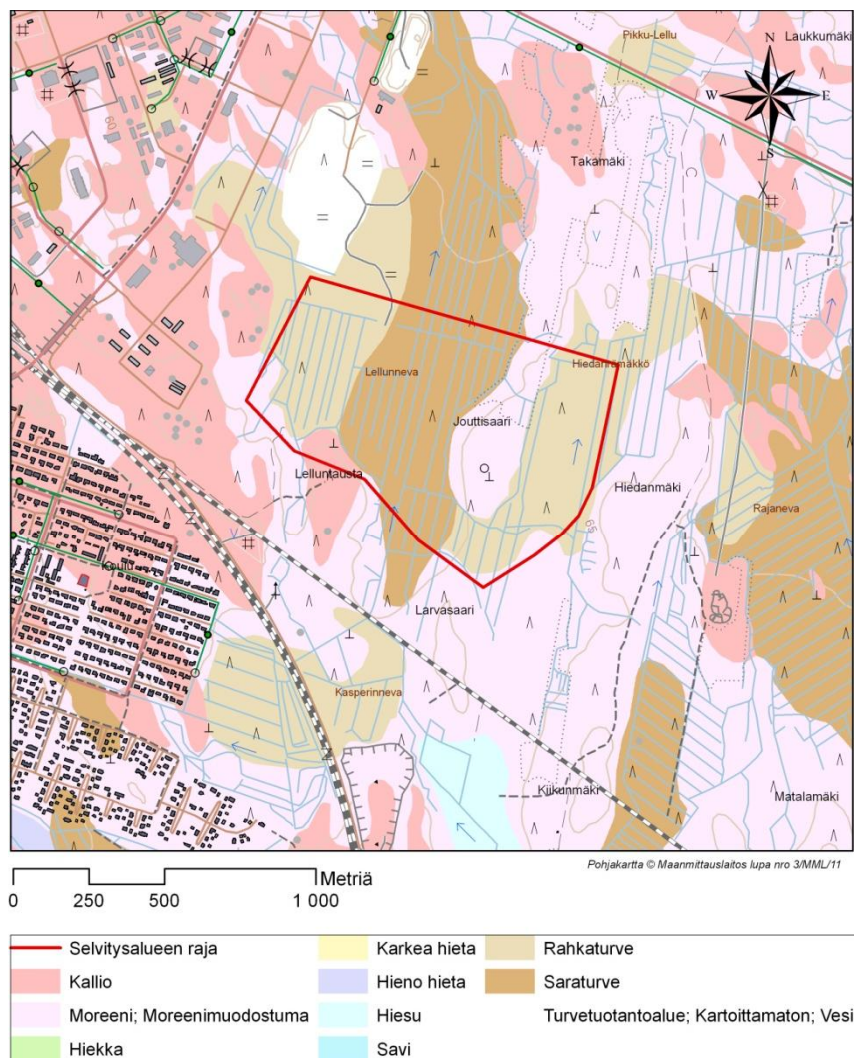
Kuva 1. Selvitysalueen sijainti- ja maastokartta.

2.2 Pohjasuhteet

2.2.1 Pohja- ja laboratoriotutkimukset

Selvitysalueen asemakaavoitetulle alueelle on tehty vuonna 2000 18 kairausta (pisteet 1-18). Olemassa olevia kairauksia täydennettiin ja laajennettiin selvitysalueelle keväällä 2011. Painokairauksia tehtiin 30 kpl (pisteet KP1-KP30) ja kaivettiin viisi koekuoppaa. Koekuopista otettiin näytteet stabiloitavuuskokeita varten. Näytteet tutkittiin Ramboll Finland Oy:n laboratoriossa Luopioisissa. Alueen kaikki kairaukset päättyvät tiiviiseen maakerrokseen, kalliioon tai määräsyvyyteen. Kalliopinnan tasoa ei ole varmistettu porakonekairauksin.

Pohjatutkimuspisteet ja pohjatutkimusleikkaukset on esitetty piirustuksissa 01 ja 03-16.



Kuva 2. Rovoksen alueen maaperäkartta.

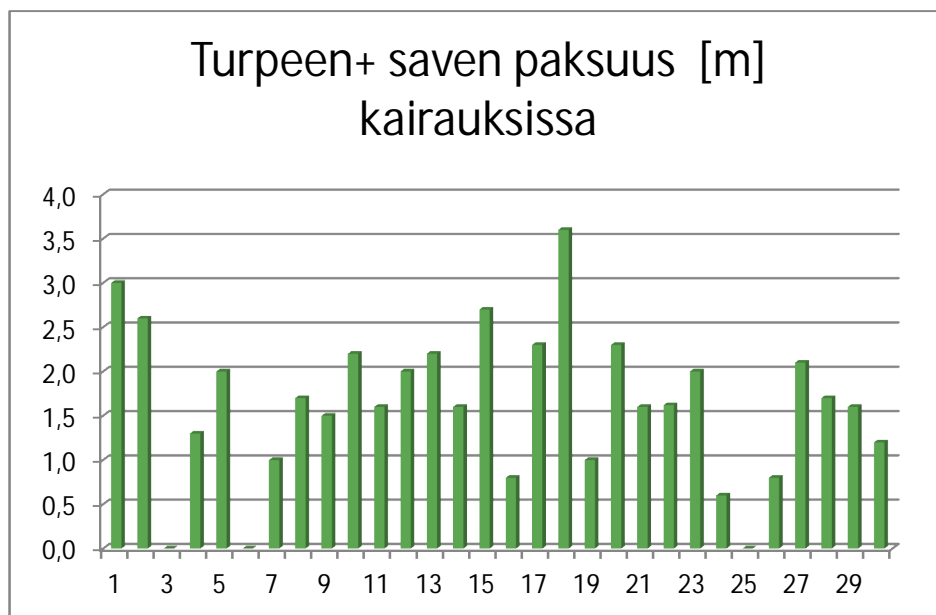
2.2.2 Maakerrosten paksuus ja laatu

Maakerrokset selvitysalueella koostuvat pääasiassa turpeesta (rahkaturve ja saraturve), hiekasta, siltistä sekä siltti- ja hiekkamoreenista. Alueen maaperäkartta on esitetty kuvassa 2.

Alueen pintakerros koostuu alueella noin 1...3 m paksusta turvekerroksesta. Turvekerroksen alapuolella esiintyy silttiä, hiekkaa ja niistä muodostuvia moreeneja. Turvealuetta selvitysalueen ulkopuolella rajaa moreenimuodostumat idässä ja etelässä, läntisellä puolella turvealueen reuna ulottuu kallioon. Selvitysalueen sisällä olevan moreenimuodostuman päällä ei ole turvetta. Turvealue jatkuu pitkälle pohjoiseen selvitysalueen ulkopuolelle.

Asemakaavoitetun alueen keskellä ja moreenimuodostuman itäisellä puolella sijaitsee painanne, jossa sijaitsee syvemmät turpeen kerrospaksuudet. Läntisellä puolella turpeen kerrospaksuus painanteessa on paikoin yli 3 m, kun taas itäisellä puolella turpeen paksuus on noin 2 m. Muualla selvitysalueella turpeen paksuus vaihtelee pääosin välillä 1...2 m. Taulukossa 1 on esitetty turpeen + saven paksuus [m] kairauksissa. Numerot pylväiden alla ovat kairauspisteiden tunnuksia.

Taulukko 1. Turpeen + saven paksuus [m] kairauksissa.



Kairausten pituus maan pinnasta vaihtelee 1...7 m, jonka jälkeen kairaus on päättynyt tiiviiseen maakerrokseen, kallioon tai määräsyvyyteen. On huomioitavaa, että kairaukset eivät kuvaa kalliopinnan korkeustasoa, sillä kalliiovarmistuksia ei ole tehty. Alueelta saadaan kumminkin yleispiirteinen kuva kovan pohjan korkeustasosta alueella. Kairaukset ovat päättyneet tasolle n. +54.6...+61.5.

Asemakaavoitetun alueen keskellä (lännessä) sijaitsee painanne, jonka keskellä kova pohja on syvimmillään (vähintään 7 m syvyydellä). Kova pohja nousee painanteen reunoilta selvitysalueen reunoille. Selvitysalueen keski- ja itäpuolella kovan pohjan syvyys maanpinnasta on arvioitu olevan noin 2...3 m syvyydellä.

Tehdyt kairaukset viittaavat siihen, että turvekerroksen alapuolella olevat kerrokset ovat hiekkaa, silttiä ja niistä muodostuvia moreeneja. Läntisessä painanteessa maakerrokset ovat silttiä ja silttimoreenia, kun taas muualla alueella turpeen alapuoliset maakerrokset ovat hiekkaa ja hiekkamoreenia. Paksuimmillaan silttimoreenikerros painanteessa on 3 m. Selvitysalueen keskellä ja läntisellä reunalla on havaittavissa hiekka- ja hiekkamoreenikerroksia. Kerroksien paksuudet vaihtelevat 1...2 m. Pohjatutkimukset ovat tehty painokairauksin, joten on hankala määrittellä moreenikerrosten paksuutta painokairan huonon läpäisevyyden takia moreenisiin maihin.

Taulukossa 2 on esitetty tutkimuspisteiden näytteille tehtyjen laboratoriotutkimusten tuloksia. Tuloksissa on esitelty turpeen ominaisuuksia: vesipitoisuus w [%], hehkutushäviö H_h [%], tiheys ρ [kg/m^3], veden happamuus pH [-] ja maalaji.

Taulukko 2. Roveksen turvenäytteet ja niiden joitakin indeksiominaisuuksia.

Näyte	Syvyys	W [%]	Hh [%]	ρ [kg/m^3]	pH	Silmämääräinen maalaji/havaintoja
pikku A	0,5 m	802				Rtv
pikku A	1,0 m	871				Ktv
pikku A	2,0 m	875				Mtv
pikku KP1	0,5 m	932				Rtv
pikku KP1	1,0 m	827				Ktv
pikku KP1	1,5 m	876				Ktv
pikku KP1	2,0 m	757				Mtv, Silttiä mukana
pikku KP13	0,5 m	960				Ktv
pikku KP13	1,0 m	761				Ktv
pikku KP13	2,0 m	640				Ktv, Silttiä mukana
pikku KP15	0,5 m	851				Rtv
pikku KP15	1,0 m	1132				Ktv
pikku KP15	2,0 m	802				Ktv
pikku KP 17.	0,5 m	1041				Rtv
pikku KP 17.	1,0 m	902				Ktv
Roves A	1,0 m	873	95,7	0,990	4,9	Rtv/Ktv
Roves A	2,0 m	953	94,5	0,990	5,2	Ktv
Roves A	3,0 m	751	79,0	1,000	5,2	Mtv
Roves A	3,1 m	128				Lj, turvetta mukana
KP 1	1,0 m	928	94,9	0,990	5,2	Rtv
KP 1	2,8 m	70				siLj, turvetta mukana
KP 13	1,0 m	806	95,0	0,990	5,0	Rtv
KP 13	2,1 m	22				Si
KP 15	1,0 m	1134	98,0	0,980	3,6	Rtv, pääosin vaalean ruskeaa
KP 15	2,3 m	99				Lj
KP 17.1	1,0 m	968	96,5	0,980	4,9	Rtv, vaalean ruskeaa
KP 17.1	2,3 m	29				ljSi, vähän kiviä mukana

Rtv = raakaturve, Ktv = keskimääräinen turve, Mtv = maaton turve, Lj = lieju, siLj = silttinen lieju, ljSi = liejuinen siltti

2.2.3 Vesipitoisuus

Vesipitoisuuksia on tutkittu vuonna 2000 asemakaavoitusalueelta ja vuonna 2011 koko selvitysalueelta otetuista näytteistä.

Vesipitoisuudet on määritetty pääasiassa turpeesta. Muutamia tuloksia on myös turpeen alapuolisista silttisistä maakerroksista. Vesipitoisuuksia on esitetty taulukossa 2. Turpeen vesipitoisuus vaihtelee ollen 751...1134 % välillä. Suurimmat vesipitoisuudet ovat läntisen painanteen kohdalla. Keskimääräinen turvealueen vesipitoisuus n. 1 m syvyydellä on n. 850 %.

Turpeen alapuolisten maakerrosten määritetyt vesipitoisuudet vaihtelevat 29...99 % välillä.

2.3 Pohjavesi

Selvitysalue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähin pohjavesialue sijaitsee 14 km päässä Luhtalanmäessä (pohjavesialue 1014508).

Selvitysalueella ei ole pohjaveden havaintoputkia. Selvitysalueella pohjaveden pinta on alueen soistuvan luonteen perusteella arvioituna lähellä maanpintaa turvealueella. Alueen geologisten muodostumien perusteella voidaan olettaa, että selvitysalueen pohjavesi ei ole paineellista.

Maastomuotojen perusteella alustavasti arvioituna pohjaveden pääasiallinen virtaussuunta selvitysalueella on etelästä pohjoiseen.

2.4 Painumat

Turve kokoonpuristuu kuormituksen vaikutuksesta huomattavassa määrin ja painuman suuruus on riippuvainen maatumisasteesta ja turpeen paksuudesta sekä lisäkuormasta. Raakaturve painuu eniten ja maatunut turve vähiten.

Karkealla tasolla painumia voidaan arvioida Carlstenin tekemän nomogrammin mukaan (SGI 215, 1988). Nomogrammissa huomioidaan turpeen vesipitoisuus ja kuormitus turvekerroksen pinnalla. Keskimukaisesti maatuneen 2 m paksun turvekerroksen ($w=800\%$) voidaan painuvan n. 550 mm n. 1 m pengerryksen ja n. 800 mm n. 2 m pengerryksen kuormittamana. Painumat ovat niin suuria, että rakentaminen turpeen varaisesti ei ole mahdollista.

Yleensä massastabiloidun turvekerroksen kokoonpuristuma n. 0,5 m tiivistyspenkereen alla on n. 20...30 % massastabiloitavan kerroksen alkuperäisestä paksuudesta. Karkeasti voidaan arvioida selvitysalueella esitiivistymän massastabiloinnin lujittumisaikana olevan 1...3 m turvekerroksilla 200...600 mm. Lujittuneen massastabiloidun turpeen päälle rakennetun penkereen

rakentamisen jälkeen stabiloidun kerroksen painuma on karkeasti arvioituna 10...100 mm, riippuen maa-aineksen laadusta, sideainemäärästä, sideaineen tyypistä, lujittumisajasta yms.

Mikäli on tarpeen minimoida käytön aikaiset painumat (esim. rakennusten tai vähäisellä kaadolla olevien gravitaatioviemäreiden kohdalla), esikuormitetaan massastabiloitu kerros ylipenkereellä.

2.5 Stabiliateetti

Mikäli alueella tehdään alueellinen massastabilointi tai massanvaihto, on alueen stabiliateetti hyvä. Alueen reuna-alueilla ja rakentamisen aikana on kiinnitettävä huomiota siihen, että alueelle ei muodostu tilanteita, joissa täytön paksuuserot ovat suuria tai reuna-alueilla on suuria paikallisia kuormia.

Mikäli täyttöjä tehdään stabiloimattoman turpeen varaisesti, on stabiliateetti huono täytön paksuuksien vaihdellessa.

Alueella ei esiinny paksuja pehmeitä maakerroksia, joiden kohdalla stabiliateettia ei olisi mahdollista saada riittävälle tasolle esirakentamistoimenpiteillä ja oikealla rakentamisjärjestyksellä.

Esirakentamisen aikana tulee stabiliateetti huomioida. Kun tehdään esim. massanvaihtoa (turvekerrokset poistetaan) tulee varmistaa, ettei aineksen poistaminen aiheuta stabiliateettiongelmia.

3. Alueen rakennettavuus

3.1 Yleistä rakennettavuudesta

Alue on pääosin turvepohjainen ja edellyttää siksi esirakentamistoimenpiteitä rakentamiskelpoiseksi saattamiseksi. Turpeen massastabiloinnilla voidaan ratkaista monia geoteknisiä ongelmia kuten painumat, stabiliateetti, kantavuus sekä putkikaivantojen toteutus ilman tuentaa. Mikäli alueen esirakentaminen tehdään massanvaihdoilla on tarvittavien täyttömassojen määrä todella suuri, yli 1,0 miljoonaa m³ eli noin 2,0 miljoonaa tonnia. Tämän lisäksi on rakennettava läjityspaikka yli 1,0 miljoonalle m³:lle turvetta. Massastabilointi on kestävän kehityksen mukainen uusiutumattomia luonnonvaroja säästävä menetelmä, missä kaupallisen sideaineen määrää voidaan merkittävästi vähentää hyödyntämällä paikallisen voimalaitoksen tuhkaa.

Alue on pääosin painannetta, jossa pohjaveden pinta on lähellä maan pintaa. Tässä yhteydessä ei ole vielä suunniteltu alueellisia täyttötasoja ja kuivatusta. Tämä on kuitenkin hyvin oleellinen lähtökohhta alueen eri rakentamisen ja massatarpeiden suunnittelulle. Alueelta muodostuu myös jossain määrin leikkausmassoja, joiden laatua ei ole vielä tutkittu. Nämä massat on mielekästä hyödyntää alueen esirakentamisessa. Myös huonolaatuiset materiaalit kuten

ohuet turvekerrokset, siltit, savet, routivat moreenit voidaan hyödyntää esim. aumastabiloinnin avulla. Myös tässä hyödynnetään sideaineena tehokkaasti paikallista tuhkaa.

Turvekerroksen alapuolella esiintyy kairausten ja näytteiden perusteella hiekkaa, silttiä ja moreenia. Esirakentamisen jälkeen ei ole odotettavissa suuria painumia lähellä olevan kovan maapohjan takia. Ennen rakentamiseen ryhtymistä tulee pohjasuhteet varmistaa yksityiskohtaisella pohjatutkimuksella. Tulevien rakennusten kohdilta, katualueelta sekä putkilinjojen kohdata on suositeltavaa, että kairauksia tehdään n. 20 m välein (tarvittaessa tiheämpään).

Roves, Massamäärät

Toimenpide/Alueen koko	73 ha	71 ha	61 ha	10 ha	3 ha
Raivaus (koko alue 0,3m)	219 000 m ³	-	-	-	-
Massastabilointi	-	-	1 150 000 m ³	-	-
Tiivistyspenger (mass.stab alue 0,5m)	-	-	305 000 m ³	-	-
MVK alle 1 m	-	-	-	70 000 m ³	-
MVK koko alue*	-	1 220 000 m ³	-	-	-
Penger määrä (arvattu TSV - Nyk. mp)	1 200 000 m ³	-	-	-	-
Laikkaus määrä (Nyk. mp - leikkaustaso)	-	-	-	-	32 000 m ³
Rakennekerrokset (1m koko alue)	730 000 m ³	-	-	-	-

*MVK koko alue sisältää selvitysalueen kaikki pohjanvahvistustoimenpiteellä merkityt alueet.

3.2 Massastabilointi

3.2.1 Stabilointimäärä

Alueella käytettävä esirakentamismenetelmä tulee selvittää teknistaloudellisilla vertailuilla ottaen huomioon mm. poiskaivettavien ylijäämämaiden jalostaminen hyötykäyttöön, kitkamaiden saatavuus, vaihtoehtoisten stabiloinnin sideaineiden saatavuus, rakentamisaikataulu, yms.

Alueen esirakentamiseksi yli 1 m paksuinen turvekerros tulisi massastabiloida (tai tehdä massanvaihto kaivamalla).

Ennen massastabilointiin ryhtymistä kaikki puiden kannot ja juuret on raivattava pois. Stabiloitavan alueen suuruus selvitysalueella on noin 61 ha. Stabiloitavan turvekerroksen paksuus vaihtelee n. 1...3

m. Kairauksien perusteella voidaan karkeasti arvioida yli 1 m paksujen turvekerrosten paksuuden olevan keskimäärin n. 1,9 m. Pinta-alan ja keskimääräisen turvekerroksen paksuuden perusteella arvioituna massastabiloitavan turpeen tilavuus on noin 1,15 milj. m³.

Massastabiloidun kohteen rakentamisaikataulu on aina suunniteltava tapauskohtaisesti. Rakentamisen aikaisen aikataulun tarkistamiseen tehdään painumamittauksia massastabiloiduilla alueilla. Seurantamittaukset voidaan tehdä esim. painumalevyillä tai -letkuilla.

3.2.2 Stabiloitavuuskokeet

Vuoden 2011 pohjatutkimuksissa otettiin selvitysalueelta näytteitä, joiden avulla määritetään laboratorioskokeilla alustavasti massastabilointiin sopivia sideaineita ja sideainemääriä. Tehdyt stabiloitavuuskoetulokset on esitetty liitteessä 1.

Alustavilla stabiloituvuustutkimuksilla selvitettiin turvekerrosten stabilointimahdollisuudet. Tutkimuksissa testattiin sementtilaatuina Plussementtiä ja rajallisesti Sr-sementtiä. Sr-sementti antoi selvää lisäetua Plussementtiin verrattuna 28 vuorokauden kokeissa, mutta tilanne voi muuttua 3:n kuukauden ja 6:n kuukauden testeissä. Tutkimuksissa testattiin Seinäjoen Voiman SeVon lentotuhkaa. SeVon lentotuhkalla voidaan vähentää merkittävästi kaupallisen sementin määrää. Erityisesti lentotuhkan vaikutukset näkyvät paremmin vasta 3-6 kuukauden testeissä, mutta tässä tehtiin aikataulusyystä vain 28 vuorokauden testit. Tämän takia on erittäin tärkeää tehdä jatkotutkimukset sideaineseoksen ja sen määrän optimoimiseksi 3:n ja 6:n kuukauden testien perusteella. Eri turvenäytepisteissä ja eri kerroksissa turve lujittuu eri tavalla. Alustavasti on arvioitavissa, että tarvittavan sementin määrä eri alueilla on 75-150 kg/m³ kun lisäaineena käytetään SeVon lentotuhkaa esim 150 kg/m³. Myös mineraaliaineksen lisäyksellä voidaan sideainemäärää vähentää. Tätä tulee tutkia tarkemmin jatkotutkimuksissa.

Stabiloitavuuskokeissa ei tutkittu stabiloitavan turpeen sekaan sekoitettavan ulkopuolisen mineraalisen maa-aineksen (esim. ylijäämäsavei) vaikutusta turpeen stabiloitavuuteen ja tarvittavaan sideainemäärään. Alueen massanvaihdoista tai alueen ulkopuolelta saatavia kivettömiä mineraalimaa-aineksia ("ylijäämäsavei") saattaa olla mielekäästä levittää turpeen päälle ennen turvekerroksen massastabilointia. Ko. asiaa on aiheellista selvittää tarkemmin rakennussuunnitteluvaiheessa.

3.3 Täyttötarpeet

Alue on matalaa ja siksi tarvittavien massojen määrä on merkittävä. Alueen huonolaatuiset massat pyritään hyödyntämään alueen esirakentamisessa. Alueen esirakentamiseksi alle 1 m paksuisten

turve- ja savikerrosten hyödyntämistä aumastabiloinnilla tulee selvittää. Alle 1 m kerrosten massastabilointi ei ole normaalisti järkevää. Siksi niiden siirtäminen aumoihin on toimivampi ratkaisu. Aumastabiloitava turvemäärä on noin 70 000 m³ ktr.

Alueellisen täytön edellyttämät massamäärät tulee selvittää alueellisen täyttö- ja kuivatussuunnittelun yhteydessä.

Täyttöihin tarvittavat massamäärät riippuvat myös alueelle rakennettavista rakennuksista ja niiden määristä. Mikä alueelle tulee kellarillisia taloja, vähenevät täyttömassat huomattavasti, sillä rakennusten maanalaiset tilat vievät suuren osan täyttötilavuudesta. Täyttömateriaalien tulee olla sellaisia ettei niillä aiheuteta ongelmia rakennusten perustamiselle. Esim. louhetäytöt voivat aiheuttaa paalutukselle merkittäviä lisäkustannuksia.

3.4 Rakennusten perustaminen

Alueelle todennäköisesti rakennetaan pienteollisuus rakennuksia. Rakenteiltaan raskaat rakennukset esitetään perustettavan paaluilla kovan maapohjan varaan. Paalupituudesta saa käsityksen pohjatutkimus leikkausten perusteella. Pohjatutkimukset on tehty alustavaa perustamistapalausuntoa varten, joten kairausmäärä on hyvin vähäinen. Viimeistään rakennusten rakennussuunnitteluvaiheessa kairauksia on tehtävä runsaasti lisää rakennusten perustamistavan tarkemmin arviointia ja perustusten suunnittelua varten.

Asemakaavoitusalueella alustavasti arvioidut paalupituudet ovat suuruusluokkaa 3...8 m. Soveltuva paalutyypä on esim. 250 x 250 mm² tai 300 x 300 mm² teräsbetoninen lyöntipaalu tai pienidimensioinen teräspuutkipaalu. Teräspaalut tunkeutuvat hyvin maahan ja niiden voidaan arvioida saavuttavan kallion pinnan tai kiinteän moreenin. Mitä raskaampi ja korkeampi rakennus on, sitä jämerämpää perustamistapaa joudutaan käyttämään. Paalut on mahdollista asentaa massastabiloidun kerroksen läpi.

Alueilla, joilla ei ole turvetta tai turvekerros on ohut (turve poistetaan), on maanvarainen perustaminen mahdollista. Maanvarainen perustaminen massanvaihtoalueilla edellyttää täyttöjen huolellista tiivistämistä täyttöjä tehtäessä ja täyttöjen päältä esim. pudotustiivistämällä.

Pengerrettävällä alueella, kellareita voitaneen rakentaa, mutta korkealla oleva pohjavedenpinta tulee huomioida. Kellarit ulottunevat vain alueelle tehtävään täyttökerrokseen.

3.5 Kaivannot

Kaivantoja tehdään pääasiassa täyttöihin tai kantaviin maakerroksiin. Mikäli kaivantoja tehdään turvekerrokseen, on kaivannot tehtävä erityisellä huolellisuudella. Massastabiloituun turvekerrokseen kaivantojen tekeminen on yleensä melko helppoa (lujittunut stabilointi tukee kaivantoa ja hidastaa pohjaveden virtausta kaivantoon).

3.6 Kuivatus

Rakennukset varustetaan salaojituksella ja vedet johdetaan yleiseen viemäriin tai maastoon kunnan ohjeiden mukaan. Salaojat ripustetaan kantavaan rakenteeseen, mikäli niille on odotettavissa haitallisia painumia.

Salaojaputkien ympärillä ja lattian alla käytetään salaojasoraa tai sepeliä. Salaojasoran sekoittuminen hienoainekseen estetään suodatinkankaalla. Mikäli salaojat joudutaan jostakin syystä jättämään ylös ja on vaara betonikapillaariveden nousulle, tehdään betonirakenteeseen kapillaarikatko erikoisaineella. Rakennuksen vierellä valmis maanpinta kallistetaan rakennuksesta pois päin kuivatusohjeiden mukaan.

Piha- ja liikennealueilla pinnanmuotoilu tehdään vähintään 1 % kaltevuuteen, jolloin valumavedet pääsevät poistumaan pintavaluntana. Suositeltava kallistus on kuitenkin 2,5 %. Alueelle tulee rakennettavaksi sadevesiviemärointi kaivoineen. Kattovedet on suositeltavaa johtaa suoraan SV-viemäriin.

Työnaikainen kuivatus hoidetaan avopumppauksella ja syvässä pohjaveden alentamisessa tyhjiömenetelmällä. Kuivatustason tulee olla kaivutason alapuolella. Esirakentamis- ja pohjarakennusaikana on varauduttava jatkuvaan pumppaukseen, sillä alueella pohjaveden pinta on korkealla ja pohjavettä saattaa jatkuvasti purkaantua ylempänä olevilta alueilta.

3.7 Piha- ja liikennealueiden perustaminen

Alueen piha- ja liikennealueet voidaan matalilla pengerkorkeuksilla perustaa turvekerrosten poiston ja massastabiloinnin jälkeen kantavan pohjamaan/täyttökerroksen varaan. Rakennekerrokset mitoitetaan kantavuuden perusteella ja tarvittaessa huomioidaan maaperän routivuus. Rakennekerrosten salaojitustarve tarkastellaan tapauskohtaisesti.

3.8 Kunnallistekniikka

Kunnallistekniikan rakentamisessa huomioidaan maaperässä tapahtuvat painumat ja niiden vaikutus putkien toimintaan. Putkien ja johtojen kohdalla tehdään tarpeen mukaan pohjanvahvistus siten, että kunnallistekniikan toiminta voidaan halutulla tavalla varmistaa.

Yleensä kunnallistekniset gravitaatioputket sietävät hyvin vähän painumia. Painejohdot ja kaapelit sietävät paremmin painumaa ja painumaeroja.

Kiinteistöjen liitosjohdot suositellaan perustettavaksi samalla tavalla kuin kunnan päälinjatkin perustetaan.

Paalutettujen rakennusten seinälinjoilla varmistetaan siirtymärakenteilla, ettei putkien tai johtojen rikkoontumista pääse rakennuksen/pihan rajakohdassa tapahtumaan pihan mahdollisen painuman vuoksi.

4. Yhteenveto

Selvitysalue on maastonmuodoltaan vaihteleva. Selvitysalue on pääasiassa turvealuetta. Länsi- ja keskiosassa maanpinta vaihtelee tasolla +59.8...+62 siten, että se laskee loivasti lounaasta koilliseen. Selvitysalueen itäpuolella on maastomuodoiltaan poikkeava moreenimuodostuma, jonka korkein kohta on tasolla +66.4.

Selvitysalueella sijaitsee kaksi painannetta, joista toinen asemakaavoitetun alueen keskellä (lännessä) ja toinen moreenimuodostuman itäisellä puolella. Moreenimuodostuman itäisellä puolella turpeen paksuus keskimäärin 2 m ja alapuolisina maalajeina ovat hiekka ja hiekkamoreeni. Läntisessä painanteessa turpeen paksuus on paikoin yli 3 m ja alapuolisina kerroksina silttiä ja silttimoreenia. Turvekerroksen paksuus keskimäärin koko selvitysalueella n. 1,9 m. Alueen läntisessä osassa hieman paksummat turvekerrokset kuin idässä.

Selvitysalueella maakerrosten paksuus vaihtelee tehtyjen pohjatutkimuksien perusteella 1..7 m, jonka jälkeen kairaukset ovat päätetty tiiviiseen maakerrokseen, kallioon tai määräsyvyyteen. Syvimmät maakerrokset sijaitsevat eteläpuoleisessa painanteessa. Selvitysalueen keski- ja itäpuolella kovan pohjan syvyys maanpinnasta on noin 2...3 m syvyydellä, lukuun ottamatta moreenimuodostumaa.

Pohjaveden pinta on turvealueella lähellä maanpintaa.

Koska alueella esiintyy turvetta, vaatii alueen rakentaminen pohjavahvistustoimenpiteitä. Selvitysalueelle esitetään tehtävän massastabilointi siellä, missä turpeen paksuus ylittää 1 m (massanvaihto kaivamalla on myös mahdollinen mentelmä).

Raskaat rakennukset tulee perustettavaksi paaluilla kovan maapohjan (moreenin tai kallion) varaan. Paalupituudet ovat pääasiassa 4...8 m, pituuden lyhentyessä lännen painanteesta selvitysalueen reunoille. Maanvarainen perustaminen on todennäköisesti mahdollista kevyempien rakennusten osalta, mutta se vaatii tarkentavia painumalaskelmia ja tarkempaa suunnittelua.

Kellareiden rakentaminen saattaa olla mahdollista, koska alueelle tehdään pengerrykset nykymaanpinnan yläpuolelle.

Alueen piha- ja liikennealueet voidaan matalilla pengerkorkeuksilla perustaa massastabiloinnin tai turvekerrosten poiston (MVK) jälkeen kantavan pohjamaan/täyttökerroksen varaan.

Suunnitteluperiaatteita voidaan tarkentaa tekemällä lisätutkimuksia, jotka ovat pääasiassa painokairauksia. Lisäksi tarvitaan paikoin heijarikairauksia ja mahdollisesti porakonekairauksia kalliopinnan varmistamiseksi. Maanäytetutkimuksilla alueen geoteknisiä ominaisuuksia voidaan tarkentaa. Massastabiloinnin suunnittelua varten tarvitaan lisäksi näytteitä stabiloitavuuskokeita, joita suositellaan tehtävän sideaineen ja sideaineen määrän optimointia sekä mahdollisten huonommin lujittuvien alueiden paikallistamista varten. Radonin mahdollinen esiintyminen on selvitettävä erikseen.

5. Jatkotoimenpide-ehdotukset

Roveksen alue on erinomainen esirakentamiskohde, jossa alue muutetaan rakentamiskelpoiseksi esirakentamalla. Esirakentaminen edellyttää pitkäjänteistä suunnittelua, massojen hyödyntämisen koordinoitua ja toteutusta. Roveksen kaava-alueen ensimmäisen vaiheen kiireellisyyden takia esitämme, että jatkosuunnittelu ja tutkimukset käynnistettäisiin jo syksyllä 2011 ainakin seuraavien toimenpiteiden osalta:

- Turpeen stabiloituvuustutkimukset lopullisten reseptien määrittämiseksi eli optimointi 3-6 kk testeillä (sideainekustannuksella on erittäin suuri merkitys massastabiloinnin kustannuksiin)
- Saadun tiedon avulla tulisi laatia asemakaavavaihtoehtoja huomioiden esirakentamisen kustannusten optimointi.
- Alueellisen täytön ja kuivatuksen suunnittelu. Tämä on lähtötieto, joka määrittelee tarvittavat alueellisen täytön massatarpeet.
- Alustava massaselvitys, joka sisältää alueelta muodostuvien massojen hyödyntämisen ja testaamisen sekä alueen ulkopuolelta saatavien ylijäämämassojen selvittämisen ja hyödyntämismahdollisuuksien tutkimisen.
- Esirakentamisen kustannuslaskennat erilaisille toimenpiteille alueen eri osissa.

Espoossa, 22.6.2011

Juha Forsman
DI, toimialapäällikkö

Marko Olli
TkL, yksikön päällikkö

Pentti Lahtinen
TkT, yksikön päällikkö