

ROVANIEMEN KOTISEUTUMUSEO
Kartoitus- ja suunnitteluhanke

Korpela Pekka
Viinikka Teppo

Opinnäytetyö
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)
2020

Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Pekka Korpela, Teppo Viinikka	Vuosi	2020
Ohjaaja	Ari Romakkaniemi		
Toimeksiantaja	Kotiseutuyhdistys Rovaniemen Totto Ry		
Työn nimi	Rovaniemen kotiseutumuseo, Kartoitus- ja suunnitteluhanke		
Sivu- ja liitesivumäärä	41 + 30		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa Rovaniemen kotiseutumuseon kiinteistö ja luoda kartoituksesta maastomalli, pihakartta sekä selvittää rakennusten mitoitus. Kartoitetun maanpinnan tuloksista tutkittiin alueen kuivatusta ja tehtiin uusi kuivatussuunnitelma, jonka tarkoituksena oli tehostaa alueen käytettävyyttä. Lisäksi alueelle suunniteltiin lyhyt huoltotie palvelemaan tapahtumateltoa sekä itse museoaluetta. Suunnitelmista laadittiin 3D-toteutusmallit.

Työ jakaantui selkeästi kahteen osioon, maastokartoitukseen sekä aineiston jatkokäsittelyyn. Maastokartoitus suoritettiin syksyllä 2019 ja aineiston muokkaus kevätlukukaudella 2020. Opinnäytetyössä käydään läpi käytetyt menetelmät maastokartoituksessa sekä aineiston käsittelyssä. Kartoitustyö suoritettiin GNSS - ja takymetrimittauksena. Aineiston käsittely suoritettiin useampaa eri ohjelmaa hyödyntäen.

Opinnäytetyön tuloksina tilaajalle toimitettiin aluekartta, johto- ja vesijohtokartta, piirrokset rakennusten mitoituksista, maastomalli ja toteutusmallit kuivatussuunnitelman sekä huoltotiesuunnitelman mukaan. Tilaajalle myös toimitettiin toteutusmallien käytön tueksi työselostus. Työn teknisen osuuden laajuuden vuoksi työ tehtiin parityönä.

Degree Programme in Land Surveying
Bachelor of Engineering

Author	Pekka Korpela, Teppo Viinikka	Year	2020
Supervisor	Ari Romakkaniemi		
Commissioned by	Local Heritage Museum Rovaniemi Totto		
Subject of thesis	Rovaniemi Local Heritage Museum, Mapping and Design Project		
Number of pages	41 + 30		

The purpose of this thesis was to survey the area of the Rovaniemi Local Heritage Museum and to develop a surface model, an area map and to define the measurements of the buildings. Based on the surface model, the drainage and rainwater runoff was inspected and redesigned. In addition, the use of land was developed with new designs. A maintenance road was designed to serve the use of an event tent and the western part of the plot. All new designs were made as 3D models.

The work was divided into two parts. They were surveying and the editing of the surveying data. The surveys were done in the fall of 2019 and the editing phase lasted until the spring of 2020. The thesis consisted the methods of surveying and additional editing used during the process. The surveying was done by using the GNSS satellite surveying and total station. The survey and design data were processed with many different software.

As the outcome of the project, the commissioner was provided with an area map, a map of the existing public utility service systems, building measurement maps, a surface model of the present state, new designs of the drainage and a design of the maintenance road. The commissioner was also provided with work specification to guide the use of the design models. For the size of the project, the work was split to be done as a pair project.

Key words

GNSS, surveying, mapping, surface model, modelling

SISÄLLYS

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET.....	6
1 JOHDANTO.....	8
2 MAASTOMALLI, KARTTA JA MALLINTAMINEN.....	9
2.1 Maastomalli.....	9
2.2 Kartta ja kartan tuottaminen.....	11
2.3 Mallinnus.....	11
3 SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	13
3.1 Käytetyt menetelmät.....	13
3.1.1 Koordinaatisto.....	13
3.1.2 Mittausperusta.....	13
3.1.3 Takymetrikartoitus.....	14
3.1.4 GNSS-kartoitus.....	17
3.1.5 Kartoitus koodeilla.....	18
3.1.6 Mittausaineiston käsittely.....	18
3.2 Ongelmakohtien kartoitus.....	19
3.2.1 Ongelmien selvitys.....	19
3.2.2 Hulevedet.....	20
3.2.3 Maan muoto ja ojat.....	20
3.3 Maastomalli, kartta, rakennusten mitoitus.....	23
3.3.1 Mittausaineistosta maastomalliksi.....	23
3.3.2 Mittausaineistosta kartaksi.....	24
3.3.3 Rakennusten mitoitus.....	24
3.4 Simulointimalli.....	25
3.5 Toteutusmallit.....	28
3.6 Toteutusmallien käyttö.....	33
4 TUOTOKSET.....	34
5 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	35
5.1 Menetelmien valinta.....	35
5.2 Tuotetut aineistot.....	36
5.3 Mallintamisen haasteet.....	37

LIITTEET.....41

ALKUSANAT

Haluamme kiittää Kotiseutuyhdistys Rovaniemen Totto Ry:tä mahdollisuudesta suorittaa kyseinen hanke opinnäytetyönämme. Hatunnosto ohjauksesta Ari Romakkaniemelle sekä Leena Ruokaselle.

Kiitämme Mitta Oy:tä mahdollistaessa mittauskaluston lainaamisen kartoituskäyttöön.

Ja tietenkin opiskelijaystävämme Sirpa, Ilkka ja Enso, kiitokset monista yhteisistä projekteista, tehtävistä ja yhteisistä tuokioista milloin missäkin. Tämän ryhmän sisällä havaittiin, että yhteistyön suola on se, että kaverilla on aina parempi mielipide kuin itsellä ja lopulta se kadonnut lammaskin löytyi. Kiitos unohtumattomista hetkistä myös muille opiskeluystäville.

Kiitos kuuluu myös kotiväelle, joka on joutunut kuuntelemaan/sietämään/kärsimään opiskelumme tuottamia tunteiden purkauksia myötä ja vastamäessä.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

3D-Win	Kotimainen maastonmittausaineiston käsittelyohjelma
DOP	Dilution Of Precision. Suure, joka tarkoittaa satelliittigeometrian vaikutusta GNSS-havaintojen tarkkuuteen (Poutanen 2016.)
DWG, DXF	CAD-tiedostoformaatteja
FIX	RTK-mittauksissa FIX-ratkaisu tarkoittaa, että vastaanottimen paikka on määritely tarkasti, mittaustarkkuus on senttimetriluokkaa. Se perustuu satelliittien ja vastaanottimen välisten etäisyyksien ratkaisemiseen kantoaal-loista. (Maanmittauslaitos 2011.)
GNSS	Global Navigation Satellite System. Maapallolla toimiva satelliitteihin perustuva paikannusjärjestelmä (Poutanen 2016.)
GT	Geonic, rivimuotoinen tiedostoformaatti
Inframodel	LandXML-standardiin perustuva avoin menetelmä tiedonsiirtoon. (Building Smart Finland 2018.)
Neve	Napapiirin Energia ja Vesi Oy
PDF	Portable Document Format
XYZ	Koordinaatit, x=pohjoinen, y=itäinen, z=korkeus
YIV	Yleiset inframallinnusvaatimukset

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Rovaniemen kotiseutumuseon alueesta maastomalli, kartta, huoltotiesuunnitelma sekä pintavesien poistosuunnitelma toteutusmalleineen. Tehtävänä oli myös alueella sijaitsevien 18 rakennuksen ulkomittojen mitoitus jokaisesta rakennuksesta erikseen. Tehtävän laajuudesta johtuen työ tehtiin parityönä.

Opinnäytetyön aihe tuli toimeksiantona Kotiseutuyhdistys Rovaniemen Totto ry:ltä syksyllä 2019. Lähtökohtana työlle oli selvittää syyt pintavesien poiston ongelmakohtiin ja luoda korjaussuunnitelma tarvittavine toteutusmalleineen. Hankkeen kokonaisuutta ajatellen päätettiin kartoittaa koko noin 2,5 hehtaarin alue maanpinnan muotojen selvittämiseksi sekä maastomallin että kartan tuottamista varten. Myöhäisestä ajankohdasta johtuen maastotyö tuli suorittaa kiireellisellä aikataululla ennen lumen tuloa. Aineiston jatkokäsittely tapahtui 2020 kevättalven aikana.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kyseiselle hankkeelle sopivimmat kartoitusmenetelmät sekä lisätä omaa tietämystä kartoitusmenetelmistä, maanpinnan muotojen oikeellisesta muotoilusta vesien ohjaamiseksi ja perehtyä toteutusmallien tuottamiseen ja käyttöön. Päämääränä oli tuottaa kartoitustiedon perusteella maastomalli, kartta ja 3D-toteutusmallit työkoneiden käyttöön tulevilla maanrakennustöissä museon alueella.

Opinnäytetyössä piti osata rajata tuotettavien aineistojen laajuutta itse, jotta tilaaja sai oleelliset tiedot käyttöönsä. Tärkeää oli keskittyä tuottamaan tarkoituksen mukaista dokumentaatiota, eikä laajentaa työtä epäolennaisuuksiin. Työhön liittyen lähtötietoja haettiin Napapiirin energia ja vedeltä, jotta suunnittelussa osattiin varoa kunnallisteknisiä varusteita maan alla.

Opinnäytetyössämme käydään läpi perusteet maastomallille, maastokartoitukselle sekä 3D-mallintamiselle. Työssä kuvataan maastokartoitusmenetelminä käytetyt GNSS- ja takymetrikartoitukset vaiheineen sekä aineistojen jatkokäsittely eri ohjelmilla ja miten niistä muotoutuivat toivotut tuotokset tilaajalle.

2 MAASTOMALLI, KARTTA JA MALLINTAMINEN

2.1 Maastomalli

Maastomallimittauksessa kartoituksen kohteena on maanpäällisten kohteiden, kuten rakennusten, teiden, pyykkien jne. lisäksi maanpinta. Maanpintaa kartoittaessa saadaan nykytekniikan avulla aikaan selville maanpinnan muoto, josta monet suunnittelutahot ovat kiinnostuneita. Maastomallilla tarkoitetaan yleisesti numeerista maastoaineistoa ja tietoutta sellaisessa muodossa, että siitä voidaan erilaisilla ohjelmilla muodostaa maanpinnan jäljitelmä kuvaamaan maastoa. (Rantanen 2001, 250.)

Maastomallia ja yleisestikin tietoa maanmuodosta sekä maaperästä käytetään hyödyksi suunnittelussa. Erityisesti korkeustiedon oikeellisuus on suunnittelussa tärkeä. Maaperästä johtuvia ongelmia pystytään nykytekniikoilla ratkaisemaan, mutta esim. vesi- ja jätevesiputkistojen sekä maanpintojen kallistusten suunnittelussa z-koordinaatti on oleellinen tieto.

Mitattavat kohteet jaotellaan viivamaisiin taiteviivoihin ja pistemäisiin kohteisiin, joita ovat maanpinnan ja kallion hajapisteet sekä kartoituskohteet. Maan pinta-malli muodostetaan maanpinnan hajapisteistä ja taiteviivoista kolmioverkkomallina, jossa hajapisteiden välille rakennetaan mahdollisimman tasasivuinen epä-säännöllinen kolmioverkko. Kolmiointia kuitenkin ohjataan siten, että taiteviivojen osat pakotetaan aina kolmioiden sivuiksi. (Heiskanen 2018.)

Kolmiointia ajatellen on erittäin tärkeää, että kartoitetut kohteet ovat koodiluettelon mukaiset ja että pintatunnukset ovat oikein. Esimerkiksi rummun koodaaminen pintatunnukselle 1 (maanpinta) vääristää kolmiointia. Mm. rummut, rakennukset, erilaiset rakenteet kuten aidat, postilaatikot jne. tulee asettaa pintatunnukselle 9 (ei maastomalliin) kolmiointia onnistumiseksi. Väärä pintatunnus saattaa aiheuttaa kolmiointia ulottumaan maan alle maanpinnan sijaan.

Maastomallin mittauksessa pisteväli sekä taiteviivoissa että hajapisteissä saa olla enintään 10 metriä, poikkeuksena raiteen kartoitus. Hajapisteitä ja taiteviivoja tulee mitata niin, että siitä muodostettu kolmioverkko kattaa koko rajatun alueen. (Liikenneviraston julkaisu 2017, 21.)

Mallin tuottamiseen käytettävät tekniikat ovat laserkeilaus ilma-aluksesta, ajoneuvo-laserkeilaus, maalaserkeilaus, fotogrammetrinen mittaus sekä maastokartoitus. (Liikenneviraston julkaisu 2017, 21.)

Yleisimpinä maastomallin mittausmenetelminä käytetään GNSS- sekä takymetrimittauksia. GNSS-mittauksen tarkkuutta on mittauksen aikana kontrolloitava mittausperustan kiintopisteillä säännöllisesti. (Liikenneviraston julkaisu 2017, 21).

Erilaisten lennökkien käyttö kartoituksessa on yleistynyt laitteistojen kehittymisen sekä yleisen saatavuuden myötä. Ilmasta suoritettavan kartoituksen käyttö soveltuu varsinkin vaarallisten ympäristöjen kuten kallioiden tai runsasliikenteisten teiden kartoitukseen. Lennökkien käytössä on kuitenkin rajoitteensa, vahvan kasvillisuuden tai lumen aikana korkeustieto jää puutteelliseksi ja usein tästä syystä lennökkikartoitusta joudutaan täydentämään muilla menetelmillä (Kuvio 1). Lisäksi useilla alueilla on otettava huomioon mahdolliset rajoitukset lennätykseen liittyen mm. lentokenttiin sekä puolustusvoimien alueiden läheisyyteen. Lennätys em. alueiden läheisyydessä on poikkeuksetta luvanvaraista.



Kuvio 1. Maanpinta jää kasvillisuuden sekä lumen vuoksi epätarkaksi lentokartoituksessa

2.2 Kartta ja kartan tuottaminen

Kartta on yleistetty, visuaalinen esitys tietyistä maantieteellisestä alueesta. Kartan tavoitteena on kuvata aluetta antamalla siitä käytetyn mittakaavan ja käyttötarkoituksen rajoissa mahdollisimman selkeä yleiskuvaus. (Paikkaoppi).

Hyvän kartan piirteisiin kuuluu selkeys. Käytettyjen merkintöjen tulee olla helposti luettavia. Kartan tulee olla mittakaavaltaan ja tarkkuudeltaan tarkoituksenmukainen. Kartasta tulee ilmetä mm. pohjoisnuoli, mittakaava sekä laadintapäiväys/vuosi. (Porsanger 2018).

Kartan tuottamisen lähtökohtana voidaan pitää kartan käyttötarkoitusta. Käyttötarkoitus ratkaisee karttatyypin sekä seikat, jotka kartalla on esitettävä. Opinnäytetyössämme yhtenä osa-alueena oli eräänlaisen pihakartan luonti tilaajan alueesta. Pihakartta käsitteenä on moniulotteinen, voidaan puhua perinteisestä paperikartasta, sähköisestä kartasta tai esim. taloyhtiön portilla sijaitsevasta kilpityyppisestä metallisesta rakennusjärjestystä kuvaavasta opaskartasta.

Kartan piirtäminen pohjautuu maastomittauksiin, jotka on suoritettu jollain tietyllä menetelmällä tai usean eri menetelmän yhdistelmällä. Käyttötarkoitus määrännee myös kartoitustavan, toisessa kohteessa riittää ”hahmotelma”, toisessa tarkkuusvaatimukset voivat olla jopa millimetrituokkaa.

2.3 Mallinnus

Mallintamisella tarkoitetaan joko olemassa olevan kohteen tai keksityn kohteen mallintamista kolmiulotteiseksi. Tietomallintamisessa tavoitteena ei ole pelkän kolmiulotteisen mallin tuottaminen. Siinä tuotetaan kolmiulotteinen malli, jonka sisään on lisätty tietoa ominaisuustietojen kautta. (Lampinen 2018.)

Eryteisesti Infra-alalla käytetään pintamalleja mallinnettaessa väylämäisiä kohteita ja niiden eri rakennekerroksia. Pintamalleilla voidaan tarkkaan osoittaa kun-

kin rakennekerroksen alueet ja korkeustasot. Mallintaa voidaan myös kolmiulotteisina rakennelminä, mutta niitä hyödynnetään enemmän rakennuksissa ja silloissa. (Buildingsmart 2019, 14.)

Kolmiulotteisessa mallissa viiva voi olla pelkkä viiva, mutta tietomallinnuksessa viivalla voi olla myös annettuna tietty pintatunnus, viivatunnus ja ominaisuustietoa. Aineistoon on myös mahdollista lisätä muuta metatietoa, joka määrittelee lisää ominaisuuksia ja esimerkiksi aika- tai kustannustietoa aineiston sisälle. (Buildingsmart 2019, 9.)

Verrattuna perinteisiin 2d-karttoihin ja suunnitelmiin tietomallit sisältävät siis paljon enemmän tietoa ja auttavat suunnitelmien tulkinnassa, jatkosuunnitelmien luonnissa ja yhteensovituksessa. Tietomalleja on myös helpompi hyödyntää erilaisten hankkeiden laadunvarmistusprosesseissa. (Buildingsmart 2019, 14).

Kun mitataan maastosta kohteita ja luodaan niistä suunnittelijalle maastomalli suunnittelua varten, puhutaan lähtötietoaineistosta. Kun suunnittelija käyttää tätä lähtötietomallia ja luo rakennussuunnitelmia kyseiselle alueelle tietomalleina, ovat nuo suunnitelmamallit toteutusmalleja. (Buildingsmart 2019, 50–53, 19.)

Toteutusmallit ovat kolmiulotteisia rakennussuunnitelmia, jotka ovat kolmioverkosta muodostuvia pintoja. Kolmioverkot rakentuvat merkitsevien taiteviivojen välille ja jokainen taiteviiva kuvastaa tiettyä rakennetta pinnassa. Siinä mielessä toteutusmallit ovat hyvin samankaltaisia peruseräiteeltään kuin mitatut maastomallit.

3 SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

3.1 Käytetyt menetelmät

3.1.1 Koordinaatisto

Maastomittaukset on aina sidottava koordinaatteihin sijainnin esittämiseksi. Koordinaatit ilmoitetaan koordinaatistossa, joka puolestaan on luotu johonkin koordinaattijärjestelmään. (Poutanen 2001, 1.)

Koordinaattijärjestelmäksi valittiin ETRS89 ja tasokoordinaatistoksi ETRS-GK26 Maanmittauslaitoksen kaistajakokartan mukaan. Korkeusjärjestelmäksi valitsimme N2000-järjestelmän saadaksemme aikaiseksi kolmiulotteisen mittauksen aineiston jatkokäsittelyä varten. Järjestelmien valintaan vaikutti myös niiden löytyminen kaikista nykyaikaisista koneohjausjärjestelmistä.

Kartoitetun pisteen sijainti ilmoitetaan kolmella koordinaatilla (x,y,z). Kartoituksessa säilytettiin myös z-koordinaatti, vaikka se ei pihakartasta ilmene. Z-koordinaatti tarvittiin kuitenkin maasto- ja toteutusmalleihin sekä vedenpoisto- ja huoltotiesuunnitelmia laadittaessa.

3.1.2 Mittausperusta

Mittausperusta muodostuu hankkeen alueelle rakennetuista pysyvistä kiintopisteistä ja niille geodeettisin mittauksin tuotetuista tasokoordinaateista ja korkeuksista (Liikenneviraston julkaisu 2017, 8).

DOP-luvut kertovat havaintogeometrian tasosta, DOP-arvojen kasvaessa kasvaa myös mittausepävarmuus. (Poutanen 2016, 230.) RTK-mittauksissa FIX-ratkaisu tarkoittaa, että vastaanottimen paikka on määritelty tarkasti. Ratkaisu perustuu satelliittien ja vastaanottimien välisten etäisyyksien ratkaisemiseen kantoaalloista. FIX-ratkaisussa mittaustarkkuus on senttimetriluokkaa. (Maanmittauslaitos 2011.)

Hankkeen toteutusta suunnitellessa päädyimme suorittamaan maastokartoituksen GNSS- ja takymetrimittauksena. Mittaussuunnitelmamme mukaisen mittausperustan toteutimme hankkeessa lähtöpisteiden osalta GNSS-mittauksena nopeutensa vuoksi. Hankkeen vaatimustasoa ajatellen tarkkuus koettiin myös riittäväksi tarkastettuamme mittauslaitteen ennen varsinaisen työn aloitusta tunnetulla pisteellä. Merkinnän ero oli xyz-suunnissa alle 10 mm tunnetun pisteen koordinaatteihin. PDOP ja fix-arvojen pysyessä reilusti alle suositusrajojen suoritettiin lähtöpisteiden mittaus käyttäen yhtä pistettä kohti havaintomääränä 200 kpl ja havaintoaikana 2 sekuntia.

Alueen ulkorajoille mitattiin neljä hankkeen sisäistä lähtöpistettä käyttäen mittauslaitteena Trimble R10 satelliittipaikanninta. Takymetri, Trimble S7 1", asemoitiin näistä pisteistä saaden laskennan keskivirheeksi 0,5 senttimetrin tarkkuus. Takymetrillä kartoitettiin tällä asemoinnilla ensimmäiset 6 tähystarraa käyttäen sarjahavainnot-toimintoa, jolla kaikki tarrat mitattiin kolmessa sarjassa mittausmetodina kulmat ja etäisyys. Takymetrin maastotietokone laskee pisteille sarjojen perusteella keskiarvot. Tuloksena saatiin käyttöpisteet, jotka antoivat jokaisesta orientoinnista virhearvoiksi maksimissaan 1 mm/suunta. Näitä pisteitä käyttäen kartoitettiin hankkeen edetessä 4 kpl lisää käyttöpisteitä niin, että uusia havaintoja mitattaessa kone asemoitiin käyttäen aina vähintään neljää alkuperäistä pistettä.

Pistemateriaaliksi valittiin tarrat maakivien, kallioiden tai muiden luotettavien ja kiinteiden paikkojen puuttuessa alueelta kokonaan. Tähyksinä käytettiin harmaita, mahdollisimman huomaamattomia tarroja, jotta ne eivät erottuisi museon alueella liikkuvien vierailijoiden silmiin häiritsevinä. Tähysten sijainnista laadittiin kartta mahdollista jatkokäyttöä varten.

3.1.3 Takymetrikartoitus

Takymetri on kulman- ja etäisyydenmittauskoje, jolla mitataan pysty- ja vaakakulmia sekä etäisyyksiä. Näistä havainnoista voidaan laskea koordinaatteja, korkeuksia ja muita suureita. Mittaustulokset tallentuvat sähköisesti. (Laurila 2012, 238.)

Takymetrin maastotallennin laskee kulmista ja etäisyyksistä mittauskojeen sijainnin, jotka ovat lähtöpisteistä mittaamalla havaittu. Kojeen sijainnista käytetään sanaa asemapiste. Asemapisteiden kautta tehtävät mittaukset liitetään toisiinsa tietokoneella ja luodaan yhtenäinen mittausaineisto. Takymetrin asemapisteitä kertyi rakennusten sijainnista johtuen runsaasti. Myös tarve kartoittaa maanpinnan pisteet rakennusten vierestä teetti runsaasti töitä mittauskojeen siirtelyn muodossa. Takymetri asemoitiin jokaisella asemapisteellä vähintään kolmesta tähystarrasta mittausten oikeellisuuden varmistamiseksi. Asemointivirheet pysyivät mittaamiimme tarroihin nähden xyz-suuntiin 1 mm sisällä.

Takymetrikartoitusta hankkeessa käytettiin rakennusten sijainnin sekä satelliittipaikantimelle esteisten kohteiden kartoitukseen. Rakennukset pyrittiin kartoittamaan jokaiselta seinäpinnalta varmistuaksemme tulosten oikeellisuudesta sekä siitä, että kaikki tarvittava tieto tulisi tallennettua jatkokäsittelyä varten.

Mittaustuloksista johdettiin tilaajalle rakennusten mitoitus ulkoseinämittoina. Rakennusten kartoitusmittauksissa käytettiin ns. prismatonta mittausmenetelmää, jolloin havainnot saatiin tähtäämällä koje ulkoseinän pintaan ja mittaamalla havainnot laseretäisyysmittaustoiminnolla. Mittauksessa käytettiin apuna kojeen punapistetoimintoa, joka helpottaa kojeen tähtäystä mitattaessa tummaa pintaa vasten (Kuvio 2). Kartoitusmenetelmänä käytettiin viivaa, jolloin mittaushavainnot tuotaessa tallentimesta tietokoneelle, kuvautuu tulos viivamaisena ruudulla. Tämä tekee mittaustulosten tarkastelusta ja jatkokäsittelystä huomattavasti selkeämpää kuin pelkkä pistemäinen aineisto.



Kuvio 2. Punapisteen käyttö kartoituksessa

Kohteet, joista oli rajoittunut näkyvyys satelliittipaikantimelle, kartoitettiin takymetrillä. Näihin kuuluivat maanpinnan hajapisteeet rakennusten läheisyydestä, jotka mitattiin käyttäen Trimblen AT360 aktiiviprismaa. Osa merkittävistä kasvustoista sekä varusteista mitattiin myös takymetrillä käyttäen menetelmänä sekä prisma-tonta että aktiiviprismamittausta. Useat suuret havupuut olivat mahdottomia kartoittaa maan tasolta, jolloin ne mitattiin korkeammalta, mihin vain prismattomasti pystyi tähtäämään. Puiden mittaustarkkuuteen tämä menetelmä riitti, suurimpien kohdalla tehtiin korjauksia 3D-Win-ohjelmassa siirtämällä kartoituspistettä puun keskipisteeseen. Museon tontilla olevat merkittävät puut, jotka kartoitettiin, sijoituivat niille alueille, joilla ei muutoksia maanpinnalle tulla tekemään tämän suunnitelman puitteissa.

Mittauksen päättyessä kulloinkin käytössä olevalla asemapisteeellä tarkastettiin mittauskojeen sijainti merkintätoiminnolla olemassa olevaan tähystarraan. Merkinän eron ollessa millimetriluokkaa alkuperäisiin koordinaattiarvoihin nähden voitiin mittaushavaintojen laatua pitää hankkeen laatuvaatimustasoon nähden riittävänä.

3.1.4 GNSS-kartoitus

Avoimilla alueilla kuten pelloilla voidaan maanpinnan hajapisteet ja taiteviivat sekä ojat mitata reaaliaikaisella GNSS-mittauksella (Liikenneviraston julkaisu 2017, 24).

Kartoitettava kohde sijaitsee Kemijoen rannalla suhteellisen avoimessa maastossa satelliittipaikannuksen suhteen. Näkemäesteitä muodostui lähinnä alueen rakennuksista sekä suurimmista puista. Pienetkin näkemäesteet kriittisessä suunnassa voivat kuitenkin heikentää oleellisesti satelliittisaatavuutta ja paikannustarkkuutta (Laurila 2019). Maanpinnan taitteita sekä hajapisteitä kartoitettiin satelliittipaikantimella kontrolloiden mittauslaitetta säännöllisin väliajoin takymetrihavaintojen kanssa.

GNSS-mittauksen tarkkuus aukeilla paikoilla koettiin riittäväksi hankkeen laatuvaatimuksia ajatellen. Hankkeen jatkoa ajatellen kaivinkoneita varten tehtävä toteutusmallin käyttö perustuu samoin satelliittipaikannukseen koneiden mahdollista tarkistuspistettä lukuun ottamatta. Tarkistuspiste on esim. AMK:n toimesta rakennettava erikseen työtä aloittaessa, koska alueelta työstettävän alueen läheisyydestä luotettavaa maakiveä, jonka voisi olettaa pysyvän asemassaan useamman vuoden ajan, ei löytynyt. Tarkistuspisteen viereen tulee lyödä mittapaalu, johon kirjataan pisteen koordinaatit kaivinkoneen koneohjauslaitteiston tarkistamista varten.

Hankkeessa GNSS-mittauksella kartoitettiin suurin osa maanpinnan hajapisteistä, ojista, istutusalueista ja rakenteista kuten aidat jne. Maanpinnan hajapisteistä takymetrillä kartoitettiin peitteiset alueet rakennusten vierestä ja korkeiden puiden läheisyydestä.

3.1.5 Kartoitus koodeilla

Kartoitusmittaus tulee suorittaa käyttäen koodikirjastoa. Tällöin kartoituspisteen ominaisuustietoihin sisällytetään pisteen tunnus, pintatunnus ja lajikoodi. Kirjoitettaessa tulokset tallentimelta Gt-formaatissa (Geonic) ja oikeilla koodeilla, piirtyvät ne tietokoneelle oikeilla kuvioilla ja symboleilla

Mittausaineiston koodaus pintatunnuksineen jo maastossa helpottaa aineiston jatkokäsittelyä huomattavasti. Kartoitetun pistemäärän kasvaessa suureksi ei ole mahdollista muistaa jälkikäteen mitatun kohteen ominaisuustietoja, vaikka mitaus olisikin tapahtunut samana päivänä kuin aineiston käsittely.

Maastomallin kartoituksessa käytettiin Liikenneviraston koodikirjastoa, joka koettiin kattavaksi sisällöltään kartoituskohdetta tarkastellessa. Jokaiselle kartoitetulle pisteelle ja taiteviivalle pyrittiin antamaan maastossa koodikirjaston mukainen koodinumero sekä pintatunnus syöttämällä se maastotallentimelle aineiston editointityön vähentämiseksi. Mikäli koodinumero jäi maastossa epävarmaksi, koodattiin kohde käyttäen varmasti jälkikäteen ymmärrettävää sanallista selitystä, jolle etsittiin oikea koodi ja pintatunnus aineistoa editoidessa. Editoidessa oikean koodin asettamista edisti käytetyn koodikirjaston löytyminen 3D-Win-ohjelmasta, jonka hakutoiminnolla hukassa olevia koodeja saattoi etsiä.

3.1.6 Mittausaineiston käsittely

Kartoituskohteen sijaitessa mittaaajien kotipaikkakuntiin nähden lähes päivän ajomatkan päässä, oli maastotietojen purku tallentimista tehtävä samana iltana. Tiedot molemmista tallentimista tuotiin henkilökohtaisille tietokoneille, joista ensin mittaaajat itse tarkastivat ja poistivat mahdollisesti virheelliset mittaukset. Mittausaineistosta poimittiin välittömästi ns. omat koodit, joille etsittiin koodikirjaston mukaiset koodit. Kyseiset pisteet editoitiin vastaamaan oikeaa koodia kartoitusjakson yhteydessä. Näin voitiin varmistua siitä, ettei vääriä koodeja jää aineistoon roikkumaan pidemmäksi aikaa, jolloin virheellisten koodien merkitystä ei välttämättä enää muista.

Tämän jälkeen mittaaajien tiedostot yhdistettiin ja suoritettiin yhtenäinen tarkastus aineistolle. Mitattua aineistoa verrattiin Maanmittauslaitoksen ilmakehuun, jonka sai 3D-Win-ohjelman kautta haettua suoraan. Näin havaittiin mahdolliset puutteet mittauksissa ja ne pystyttiin tarvittaessa täydentämään samalla kartoitusjaksolla. Tämä koettiin erittäin tarpeelliseksi, jotta kartoitusaineisto tulisi kertakäynnillä mitattua riittävällä tarkkuudella, ns. paikkauskierros kotipaikkakunnalta kestäisi kuitenkin matkoineen 3 vuorokautta.

Mittausaineiston pääasiallisena käsittelyohjelmanä käytettiin 3D-Win-maastonmittausohjelmaa. Lisäksi apuna oli käytössä mm. MMies, Microstation. Em. ohjelmat koettiin piirto-ominaisuuksiltaan monipuolisemmiksi ja helpommiksi kuin 3D-Win. Lisäksi Microstationia käyttäen tehtiin vesien virtaussimulaatiomalli.

Mittausaineistoa käsiteltäessä korvaamattomaksi avuksi lähes jokaisen tuotoksen kohdalla koettiin alueelta otetut 300 valokuvaa, joista kartoituskohteen tietoja pystyttiin jälkeempään tarkistamaan. Kaikki rakennukset kuvattiin joka suunnasta ja piha-alueesta otetuissa kuvissa näkyivät kaikki mahdolliset rakenteet sekä maanpinnan muodot.

3.2 Ongelmakohtien kartoitus

3.2.1 Ongelmien selvitys

Ongelmakohtien kartoituksessa tutkittiin pintavesien luonnollisia virtaussuuntia sekä ihmisen aiheuttamia esteitä veden virtaukselle. Maanpinnan kartoituksesta selvisi useita kallistukseltaan vääränsuuntaisia pintoja. Joidenkin rakennusten sijoittelussa korkeusasema havaittiin virheelliseksi ympäröivän maan ollessa rakennusten kivijalkaa korkeammalla.

Osa kallistusvirheistä pystyttiin havaitsemaan jo silmämääräisesti, mutta osa löytyi vasta tarkasteltaessa kartoitusaineistoa. Virheellisen kallistuksen korkeuseron ollessa pitkällä matkalla ja niin pieni, voitiin se todeta ainoastaan mittaustuloksista.

3.2.2 Hulevedet

Rakennuksiin asennetaan sadevesikourut ja syöksytorvet katolta tulevan veden keräämiseksi hallitusti vesiuomiin, sadevesiviemäriin tai sadeveden imeytykseen (RT 85-11020). Maastokatselmusta suoritettaessa havaittiin, ettei yhdestäkään rakennuksesta kertyviä sadevesiä johdettu keräysjärjestelmillä viemäriin. Rakennuksien sadevedet putoavat maahan vesikourujen puuttuessa ja tästä eteenpäin maan muotoilu ohjasi veden kulkua sattumanvaraisesti suuntiin. Usean rakennuksen vieressä oleva maanpinta kallisti väärään suuntaan veden jäädessä seisomaan seinän viereen. Huomioitavaa kuitenkin on, että oletettavasti yhdestäkään rakennuksessa ei ko. sadevesijärjestelmää ole alun perin ollut eikä niitä tästä syystä ole museorakennuksiin jälkikäteenkään asennettu.

Saatuamme alueen vesi- ja viemäröintitiedot Neveltä, huomattiin, ettei alueella ole toimivaa hulevesien keräysjärjestelmää, joten kiinteistönomistajien on itse huolehdittava vesien kulkeutuminen asianmukaisesti. Todettiin, että kohteen sijaitessa rinteessä, joka laskee Kemijokea kohti, ainoa vaihtoehto on ohjata vesi joko ojien kautta tai suoraan maanpinnan kallistuksella jokea kohti. Kohteen läheisyydessä ei rinteiden suunnasta johtuen ole naapurikiinteistöjä, joiden maalle vedet voisivat virrata.

3.2.3 Maan muoto ja ojat

Piha-alueiden kuivatus toteutetaan avo-ojien, sadevesiviemäreiden, salaojien ja maanpinnan muotoilun sekä erilaisten kourujen avulla. Maanpinnan kallistelulla estetään vedenpinnan jääminen paikoilleen ja ohjataan vedet haluttuihin purkautuskohtiin. Täysin vaakatasoisia alueita ei yleensä suunnitella. (Jääskeläinen 2009, 125-126.)

Maastomittausten yhteydessä havaittiin runsaasti puutteita maanpinnan muotoilussa. Lähes koko Kemijokeen rajoittuva laita kiinteistöistä oli korkeussijainniltaan

ympäröivää maanpintaa ylempänä. Tämä aiheuttaa sen, että valumavesien luontainen reitti katkeaa ja vesi kerrostuu piha-alueelle sekä rakennusten viereen (Kuvio 3).



Kuvio 3. Maanpinnan väärä kallistus aiheuttaa ongelmia veden kulkeutumisessa

Suositus sade- ja sulatusvesien ohjaukseen on maanpinnan muotoilun osalta, että vähintään 1:20 kaltevuudella maanpinta kallistettaisiin rakennusten seinälinjoista poispäin 3 metrin matkalla. Korkeuseroksi tuolle välille suositellaan vähintään 15 cm. Tuolloin rakennusten kosteusvaurioiden todennäköisyys voitaisiin minimoida. (Sisäilmayhdistys.) Alueen haasteena on se, että lähes kaikki rakennukset on siirretty vanhoista sijainneista nykyisille paikoille, eikä siirron yhteydessä pintakuivatuksia ole muotoiltu.

Ongelmakohtaksi havaittiin myös maan alle sijoitetut vesi- ja jätevesijohdot. Kiinteistön etelälaidalla johtojen päälle oli kasattu maapenkka riittävän peitesyvyyden täyttymiseksi. Kyseinen maakerros estää tehokkaasti vesien kulkeutumisen jokeen ja aiheutti ongelmia myös huoltotien suunnittelussa (Kuvio 4). Jätevesijohdon korkeusasema löytyi Neveltä saamastamme aineistosta, mutta vesijohdon

korkeutta ei piirroksessa ollut mainittu. Voidaan kuitenkin olettaa, että vesijohto on rakennettu InfraRYL-ohjeen mukaan, jossa vesijohto sijoitetaan viemäriinjaa ylemmäksi (InfraRYL 2019). Oletettu korkeus aiheutti vedenpoistosuunnitelmasamme pakollisen muutoksen ajatellun salaojan suhteen.



Kuvio 4. Johtojen päällä oleva maakerros sekä ojien muotoilu aiheuttavat vesipesän

Ojien tukkoisuus sekä niiden pohjien väärät kallistukset aiheuttivat myös veden virtauksen estymistä. Vuosien saatossa ojiin kertyneet risut ja lehdet kasautessaan muodostavat veden virtauksen estäviä patoja. Lisäksi muutamassa paikassa havaittiin ojanpohjan kallistuksen olevan tavoiteltuun virtaussuuntaan nähden väärä, jolloin veden virtaus pysähtyy.

3.3 Maastomalli, kartta, rakennusten mitoitus

3.3.1 Mittausaineistosta maastomalliksi

Maastomallia varten mittausaineisto käytiin läpi uudestaan. Aineistosta poistettiin liian tiheään mitattuja havaintoja sekä selkeästi virheellisiä mittauksia. Pistemäärä oli alun perin yli 3000 kpl, jotka mitattiin kahdessa päivässä. Sekaan oli mahtunut joitain selkeitä virhetallennuksia pisteiden koodauksien osalla mittaus-tapahtuman aikana. Mittaushetkellä ei kaikkia virheellisiä pisteitä ollut poistettu, vaan oli mitattu uudestaan sama piste oikealla koodilla. Tällöin aineiston korjaaminen oli tarkoituksellisesti jätetty aineiston jälkikäsittelyvaiheeseen ajan säästämiseksi kartoitusvaiheessa.

Maastomallia editoidessa tarkastettiin pisteiden koodauksen lisäksi pintatunnusten oikeellisuus. Valmiissa mallissa ei saa olla leikkaavia viivoja maanpinnan tasolla. Tällöin esim. toisensa risteävien tienreunan ja sähkölinjan viivojen on oltava eri pintatunnuksella, tie 1, sähkölinja 9. Muussa tapauksessa malli kolmioituu väärin pintatunnusten ollessa virheellisiä. Risteäviä elementtejä oli alueella aitojen, tienreunojen sekä sähkölinjan muodossa.

Maastomallin virheet paljastuvat yleensä kolmioiden yhteydessä. Pisteet 0-koroilla tai GNSS-mittauksessa tulleet virhekorkeudet näkyvät mallia zoomatessa 3D-Win-ohjelmalla yksittäisinä piikkeinä. Virheellisellä pintatunnuksella olevat pisteet erottuvat usein kolmiomallissa mallin piirtyessä maan alle tai ilmaan. Mallia tulee verrata myös mahdolliseen ilmakehuun tai alueelta otettuihin valokuviin mahdollisten virrehavaintojen poistamiseksi.

Valmis maastomalli on tässä työssä tehty lähtötilanteesta ennen maanrakennustöiden suorittamista. Tilaajan niin halutessa, voivat esim. tulevat opiskelijat harjoitustyönään mitata muokatut alueet ja liittää uudet kartoitukset vanhaan malliin ja päivittää sekä mallin että kartan.

3.3.2 Mittausaineistosta kartaksi

Kartan perusajatuksena pidettiin alusta alkaen selkeyttä lukijan kannalta. Heti oli selvää, ettei alkuperäistä pistemäärää voi kartalla esittää menettämättä kartan luettavuutta. Tilaajan toiveiden mukaisesti kartalla näkyvät rakennukset nimikoituna, selkeät alueet, kuten pysäköintialue sekä ojat, rajat ja rantaviiva. Kartalle mittausaineistosta jätettiin lisäksi merkittävät puut sekä pienempiä rakenteita kuten aidat ja lipputanko. Kartta ulottuu merkittäviltä osiltaan kiinteistön rajan ylitse, mistä erottuu kiinteistöä palvelevia oja ja teiden osia. (Liite 1.)

Karttaa varten maastomalliin luotiin korkeuskäyrät 0,5 metrin korkeuserolla käyttäen 3D-Win-ohjelmaa. Karttanäkymästä poistettiin kolmioitu maastomalli sekä kaikki yksittäiset hajapisteet. Näkymä koettiin vielä epäselväksi, joten korkeuskäyrien väliä korotettiin 1 metriin. Lisäksi käyriä vähennettiin mm. pysäköintialueen kohdalta. Ohjelma piirsi käyrät myös rakennusten läpi, joten myös nämä käyrät katkaistiin. Näillä toimenpiteillä lopputulos selkiytyi huomattavasti kartan sisältäessä kaikki tilaajan toivomat elementit. Tärkeintä lopputuloksen kannalta oli säilyttää kaikki oleellinen tieto kartassa luettavuuden kärsimättä.

Tilaajalle tehtiin lisäksi kartta, johon liitettiin Neveltä saatu sijaintitieto vesi- ja jätevesijohdoista sekä maanalaisista sähkökaapeleista. (Liite 2.) Tämä ei alkuperäiseen sisältöön kuulunut, mutta todettiin, että suhteellisen pienellä vaivalla saatiin toimitettua tilaajalle erittäin käyttökelpoinen lisäarvoltaan merkittävä tuotos.

3.3.3 Rakennusten mitoitus

Kartoitusaineistosta poimittiin rakennusten mittausaineisto omaan tiedostoon, josta muokattiin kartta sisältäen kaikki alueen rakennukset nimikoituna ulkomittatietoineen. Tämän lisäksi jokaisesta rakennuksesta erikseen muokattiin tuloste, jossa näkyivät rakennuksen numero ja nimi museon luettelon mukaisesti sekä rakennuksen ulkomitat. Rakennuksista kartoitettiin myös ulospäin näkyvät väliseinät niin, että mitoitus alkoi ulkoseinän pinnasta ulottuen väliseinän keskelle. Mitoitusta yksinkertaistettiin em. muotoiseksi, koska työmäärä olisi kasvanut merkitykseensä sekä hankkeen aikatauluun nähden liian suureksi. Jokaisen seinän

vahvuuksien mitoitus olisi ollut käytettävissä olevaan aikaan verrattuna liian työläs.

Rakennusten mitoitustyön tarkoituksena oli auttaa museon henkilökuntaa hahmottamaan paremmin, mitä rakennuksiin voidaan mahdollisesti sijoittaa. Mitoitustiedon ollessa käytettävissä tietokoneella tai paperitulosteena ei tarvitse käydä paikan päällä tarkastamassa asiaa kesken suunnittelupalaverin esimerkiksi.

3.4 Simulointimalli

Mallintamisen osalta sovittiin tilaajan kanssa, että työn lopputuloksena tuotetaan vain rakenteiden yläpinnat. Eli erillistä rakenne- tai rakennekerrosten suunnittelua ei lähdetä tekemään, vaan tilaaja määrittää tarvittavat rakenteet maanrakennustöiden yhteydessä, kun pohjamaa kaivetaan esiin.

Ennen varsinaista suunnittelua alueen kartoituksista tihennettiin laskennallisesti Microstation-ohjelmalla suunnittelu- ja analysointityöhön noin 130 000 pisteen tihennetty pintamalli (Kuvio 5). Microstationissa oli käytössä Terrasolidin Modeler-laajennusosa. Samalla sovelluslaajennuksella pystyttiin myös tekemään kuivatussimulointi. Pintamallia tarkasteltiin myös 3D-Winissä.

Nimi	Editoitu	Käytössä	Piilossa	Asetukset	Väri	Pisteitä	Tyyppi
<input type="checkbox"/> korkeuskayrat.dxf	X	[]	[X]	[]		129620	Vektoritiedosto
<input checked="" type="checkbox"/> korkeuskayrat.mm1.tdw	X	[X]	[]	[]		129620	Maastomalli, Pinta 1, Maanpinta

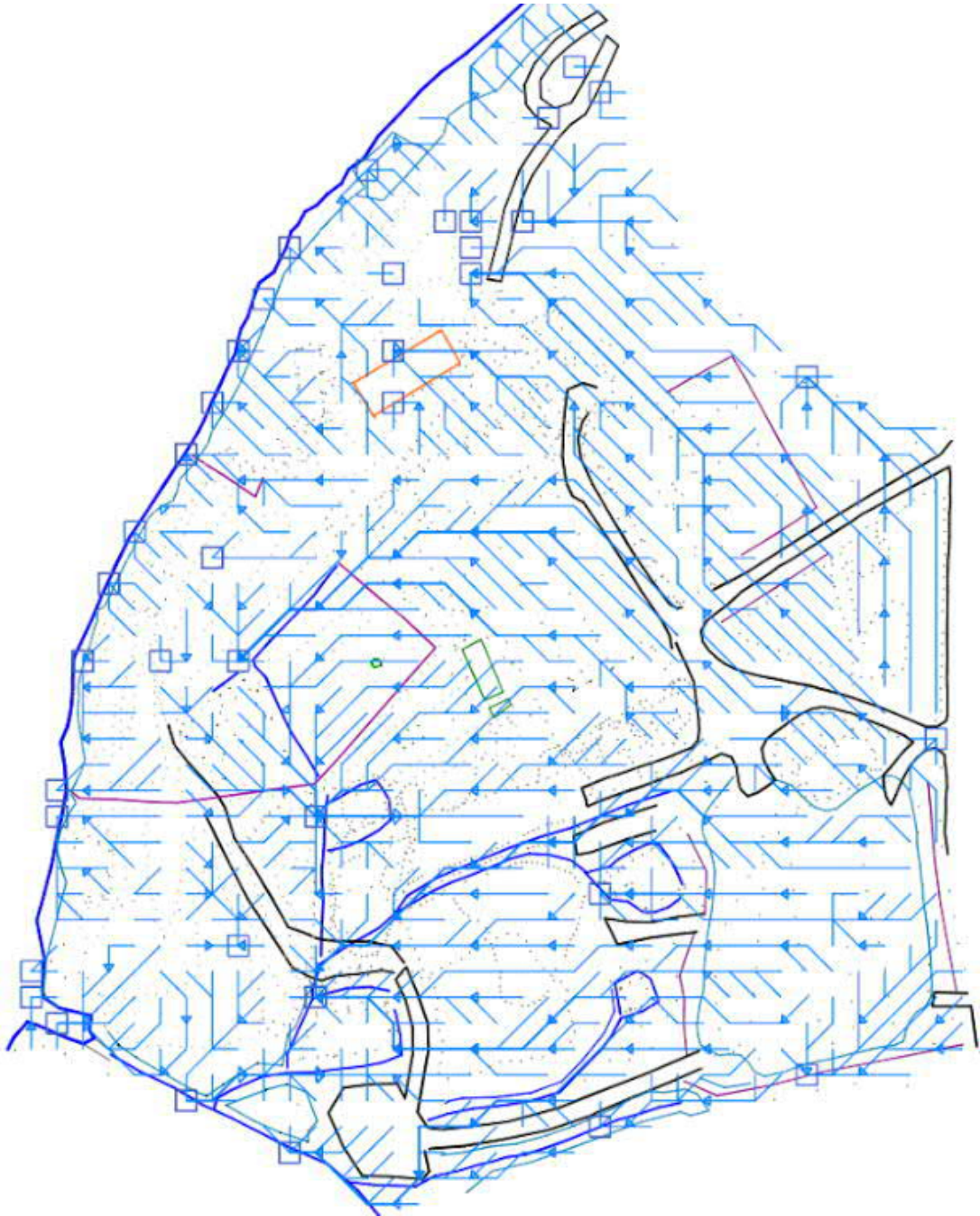
Kuvio 5. Tihennetty pintamalli

Microstationilla luotiin alueesta korkeuskäyrät 5 cm korkeusvälein ja luotiin pintamalli Microstationilla tehtäviin simulaatioihin. Muutoin Microstationia käytettiin lähinnä taiteviivojen luontiin ja editointiin tehtäessä lopullisia toteutusmalleja, koska 3D-Winillä taiteviivojen tiedot pystyttiin muuntamaan Infamodel-formaattiin metatietoineen. Tämä oli edellytys myös sille, että 3D-Winistä pystyttiin kirjoittamaan ulos lopulliset Inframodel-skeemalla tuotetut toteutusmallit.

Tihennettyä pintamallia käytettiin sadevesien ja kuivatusten simuloinnissa ja analysoinnissa. Pintamallin pistemäärä mahdollisti sadevesisimulaation (Kuvio 6)

sillä tarkkuudella, että todettiin pysäköintialueen nykyisten pinnanmuotojen riittävän nykyisellään pinnan kuivatuksen toteutumiseen. Rannan savusaunan ympäristössä, johon kesällä tapahtumateltoa pystytetään, vesien havaittiin kerääntyvän. Todettiin tuon alueen kuivatuksen vaativan joko salaojat tai pinnan tasauksen muutoksia.

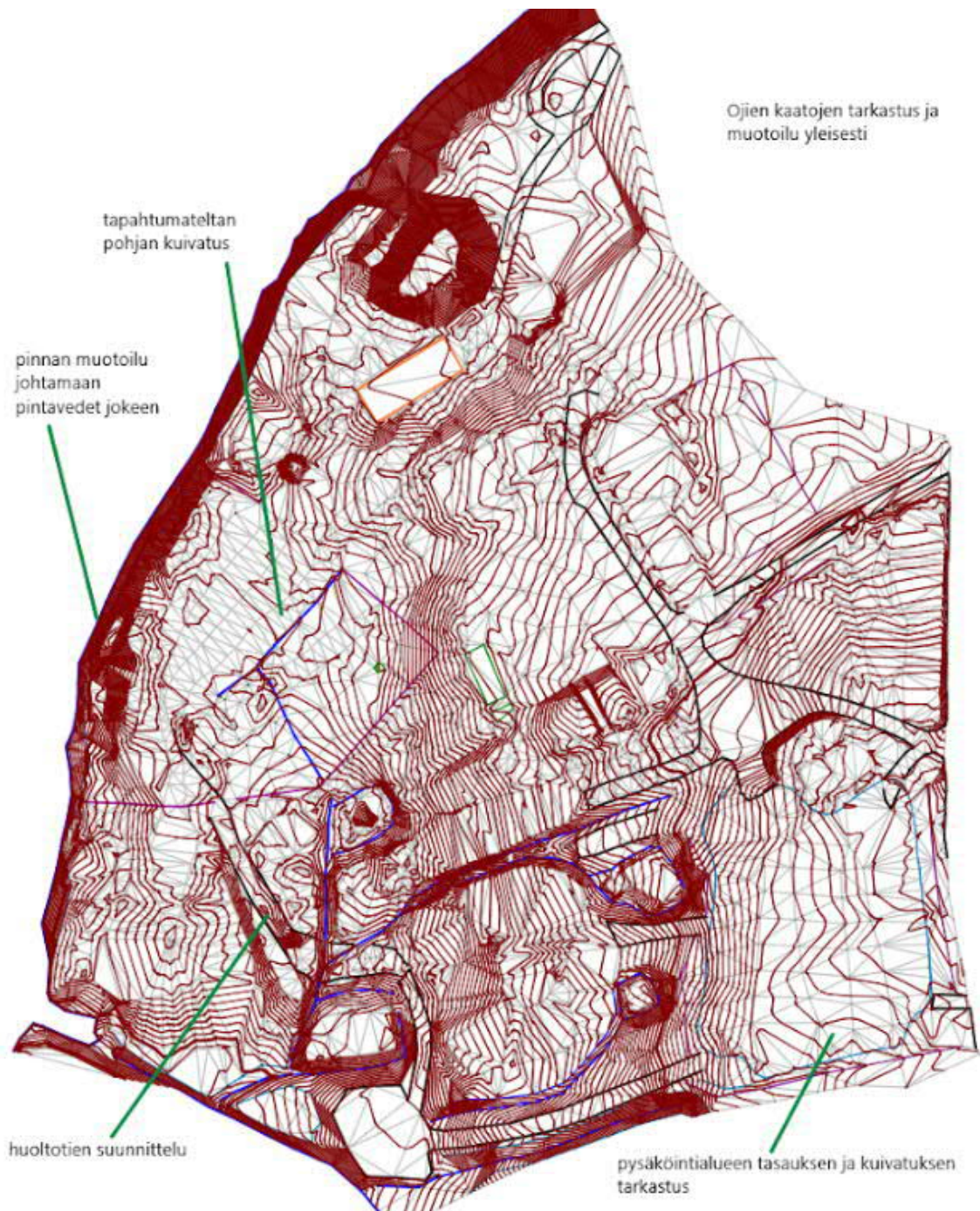
Samat johtopäätökset tehtiin, kun aineistoa tutkittiin tarkkailemalla korkeuskäyriä ja pinnan muotoja simulointien lisäksi.



Kuvio 6. Vesien virtaussimulointimalli

Olemassa olevien ojien profiilin todettiin jo maastossa olevan riittämätön, mutta simulointimallin avulla myös tarkistettiin ojien pohjien kaadot. Eli olisiko ojien ehostamiseen riittänyt pelkästään profilointi nykyisillä kaadoilla ja korkeusasetelmilla.

Ojien kaatojen todettiin olevan riittämättömiä ja kaatavan myös paikoitellen väärään suuntaan.

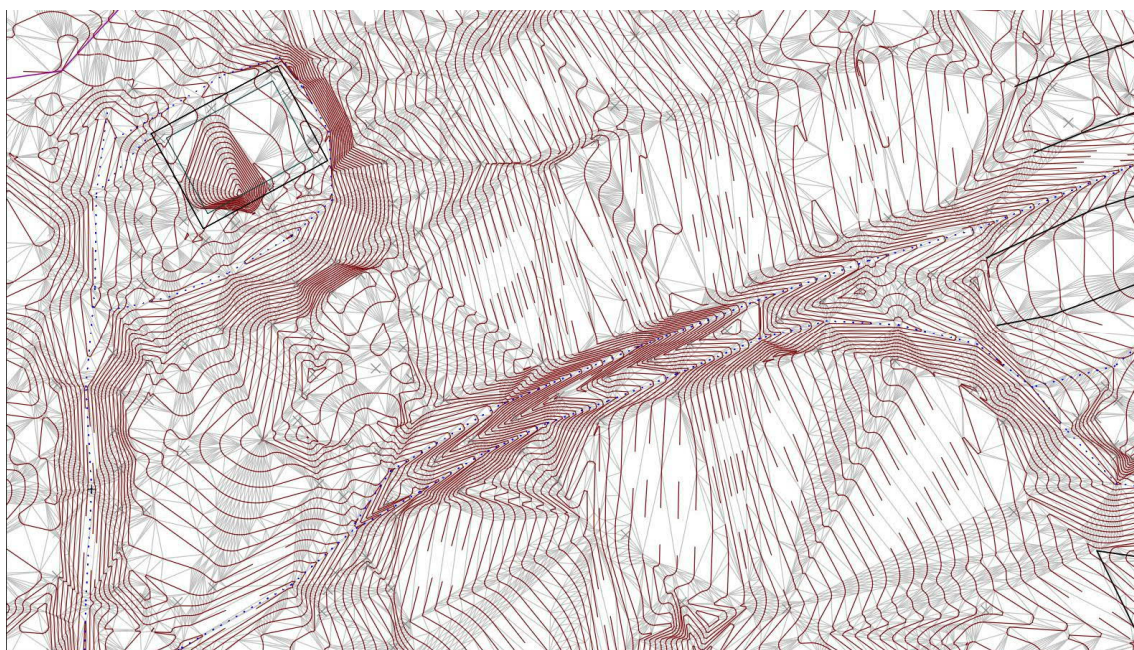


Kuvio 7. Karttaesitys malleista ja toimenpiteistä

Kun pintakuivatusten analysointi saatiin suoritettua, pystyttiin määrittelemään tarvittavat toimenpiteet ja niihin tarvittavat toteutusmallit (Kuvio 7).

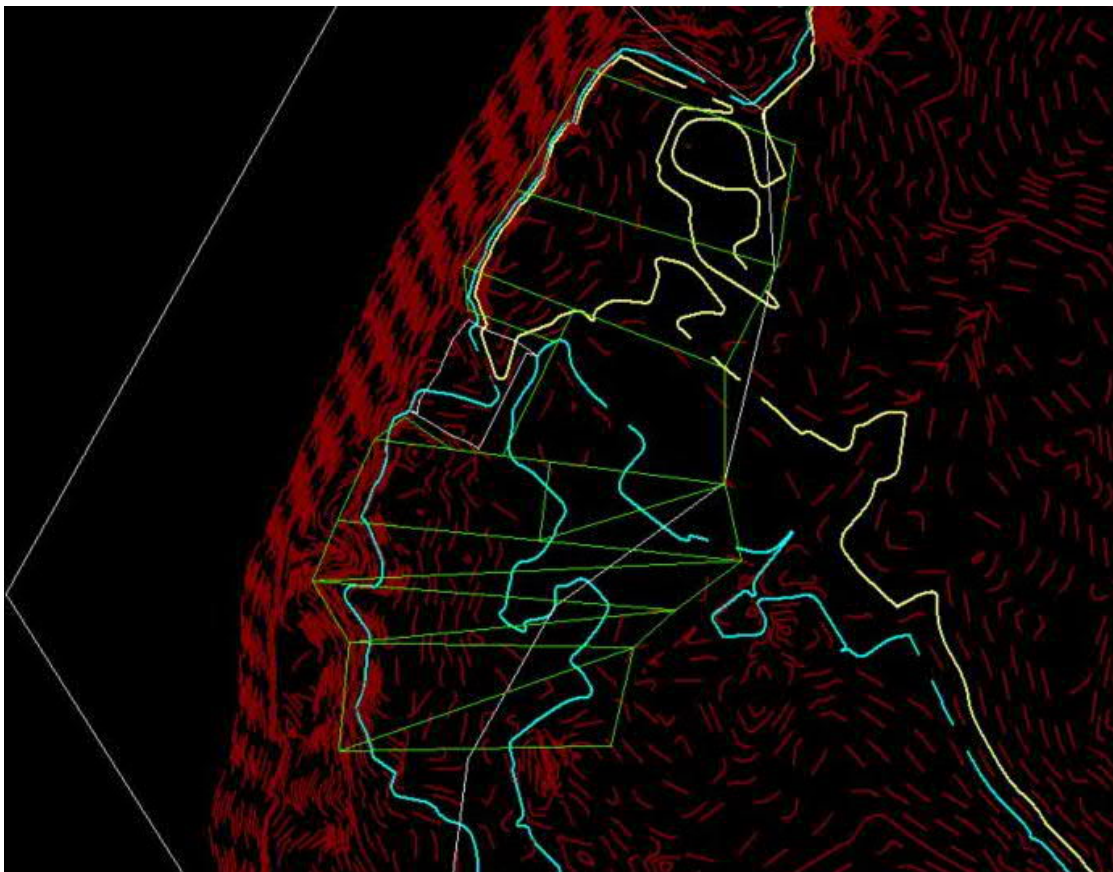
3.5 Toteutusmallit

Tihennettyä pintamallia myös käytettiin siihen, kun luotiin yhteensovituspisteet ja vektorit nykyisiin rakenteisiin luotaessa uudet suunnitelmat. Toteutusmallit siten sopivat nykyiseen maastoon, eivätkä suunnitelmat ja vanhat rakenteet lävistä toisiaan johtuen vertailtavan pinnan harvasta pistekannasta (Kuvio 8).



Kuvio 8. Lähikuva tihennetystä pintamallista

Toteutusmallien tekeminen aloitettiin rannan alueelta, jotta saatiin pinnasta tasaisesti jokeen päin kaatava ja tehostettua sen kuivumista. Koko alue suunniteltiin tasakaatoiseksi, jossa oli pienet yhteensovitukset vanhoihin pintoihin. Tapahtumateltan pohjan kuivatus toteutui pääosin johtamalla pintavedet Kemijokeen, kun rantatörmästä olisi leikattu jäiden aiheuttamat vastavallit pois ja työ olisi selkeä toteuttaa. Toteutusmalli saatiin tehtyä muutamalla taiteviivalla, eikä ongelmia havaittu yhteensovituksissa (Kuvio 9).



Kuvio 9. Rannan tasauksen alkuperäinen pintamalli kuvattuna vihreinä viivoina

Salaoja tapahtumateltan rinnalta suunniteltiin liitettäväksi masiinihuonetta ympäröivään avo-ojaan, jolloin alueen kuivatus olisi kokonaisuudessaan saatu toimivaksi. Maanpinnan korkeus suhteessa avo-ojaan oli riittävä salaojien upotussyvyydelle ja tarkoitus oli tarvittaessa syventää avo-ojien purkua. Liite 3 2(4).

Ojien osalta työn todettiin olevan selkeä ja tilaajalle toimitettiin suunnitelmaehdotus ratkaisuihin, jonka tilaaja hyväksyi kokonaisuudessaan. Toteutusmallien lisäksi tilaaja pyysi myös kustannusarviota materiaaleille, mikäli suunnitelmat toteutetaan. Pyydetty arvio toimitettiin käyttäen taloon.com sivuston sen hetkisiä hintoja.

Koska rannan tasaus oli jo tehty ja salaojat liitettäisiin lopulliseen avo-ojaan, työtä jatkettiin eteläisen rumpuputken suunnittelulla. Nykyisellään yläpihan pintavedet, mukaan lukien pysäköintialueen, purkivat nykyisen huoltotien yli heinäladon kullalla. Alustavan suunnitelman mukaan ojat olivat jaettavissa kahteen eri koko-

naisuuteen, jotka purkavat eri kohtiin runko-ojaan tontin etelä reunalla. Rumpu-putken ja siihen liittyvien ojien osuuksien mallinnuksesta saatiin tehtyä ensimmäinen versio nopealla aikataululla. Liite 3 4(4).

Pyysimme varmuuden vuoksi suunnittelua varten Neveltä sijaintitiedot kaapelirei-teistä, viemäreistä ja vesijohdosta. (Liite 2.) Alueella ei ollut lähtötietojen mukaan kaapelireittejä, eikä liityttävää hulevesilinjaa. Saatujen tietojen perusteella kum-minkin totesimme tontin läpi menevien vesi- ja jätevesijohtolinjojen olevan niin ylhäällä, että hylkäsimme ensimmäisen rumpumallinnuksen, salaojasuunnitel-man, sekä ensimmäisen version rannan tasauksen mallista.

Totesimme, että kaivuutöitä ei uskalla suorittaa vesijohdon päältä avo-ojien sy-ventämistarkoituksessa, eikä salaojia kaivaa heti vesijohtolinjojen läheisyyteen. Jouduimme ottamaan määrittäväksi pisteeksi nykyisen vesijohtolinjan ylityksen ojan purun suhteen, joka olikin hyväkuntoinen, mutta melko ylhäällä suhteessa suunnittelemiimme korkoihin (Kuvio 10).



Kuvio 10. Nykyinen Neve-linjan ylitys

Havaitsimme tämän takia masiinihuoneen olevan syvennyksessä, josta vesiä ei pystynyt johtamaan pois ilman helppoa ratkaisua. Masiinihuoneen ympärillä ole-vat avo-ojat olivat syvemmillä kuin purkukohta, sekä rakennuksen kulmat ovat

tuon korkotason alapuolella. Konsultoimme tilaajaa ajatuksesta, että hirsirakenteista masiinihuonetta nostettaisiin 30 cm ja samalla se tuettaisiin suoraan, koska siinä kaksi kulmaa on toisia huomattavasti alempana maan painumisen vuoksi (Kuvio 11). Tilaaja oli suostuvainen nostamaan masiinihuonetta ylös ja asettamaan sen suoraan, jolloin pystyimme muuttamaan rakennusta ympäröivät maanpinnat ylemmäksi ja saamaan avo-ojien kaadot toimiviksi.



Kuvio 11. Masiinihuone

Aiemmin mainittu rumpu siirrettiin alittamaan nykyinen huoltotie eri kohdasta, sekä tulevan huoltotien kohdalle suunniteltiin rumpuputki. Siten avo-ojien suunnittelua varten saatiin kiinnepisteiksi purkukohta, rumpuputket sekä masiinihuoneen ympäristä. Näiden kiinnepisteiden perusteella pystyimme mallintamaan avo-ojille uudet linjaukset ja kaadot, joissa käytimme 0,5 cm/m miniminä. Ojien pohjien kaatojen tarkastelu suoritettiin koko ojajärjestelmän osalta ja sen perusteella määrittelimme tarvittavat muutokset.

Tilaaajan toivomuksesta avo-ojat ovat enemmän ojamaisia painumia, kuin selkeitä avo-ojia. Ojien profiiliksi suunniteltiin liitteenä olevassa työselosteessa esitetty ojaprofiili, joka olisi helposti sovittavissa nykyiseen maastoon. Liite 4 9(23).

Monet kohdat alueen ojista ovat nykyisellään hieman epäselviä profiililtaan ja korkeustasoiltaan, joten suuri osa ojista on lähinnä vailla profiilin selkeytystä ja kaatojen tarkistusta. Osa ojista jätettiin tietoisesti kokonaan mallintamatta, jotta mallinnuksia ei käytettäisi minkäänlaiseen uudelleenprofilointiin vesijohdon lähellä. Tämä on myös liitteenä olevassa työselosteessa kuvattuna toteuttajille.

Rannan alueen pintamalli tehtiin uusiksi ottaen huomioon kunnallistekniset järjestelmät sekä salaojituksen hylkäyksen. Rannan uudelleenmuotoilua ulotettiin pidemmälle etelän suuntaan ja lähemmäs kunnallisteknisiä linjoja, jotta salaojittamista ei tarvitsisikaan tehdä alueelle. Liite 4 5(23). Kun taiteviivat ja alustavat pintamallit oli tehty ja todettu toimiviksi, luotiin taiteviivoilla toteutusmalli 3D-Winissä. Tässä vaiheessa taiteviivojen koodaukseen ja kolmiointiin kiinnitettiin vielä enemmän huomiota, jotta lopputuote olisi kerralla kaikenkattava ja vastaisi tavoiteltua aineistomuotoa.

Huoltotien suunnittelun lähtökohtana käytettiin tilaaajan toivomaa tien linjausta. Linjaus kulki ylittäen tontilla olevat kunnallistekniset linjat, jotka ovat peitettynä korkeahkolla maakummulla. Tien suunnittelussa pysyttiin yhä ylimmän rakennekerroksen suunnittelussa, mutta samalla piti huomioida riittävät kerrosvahvuudet ylitettäessä pinnassa olevia kunnallisteknisiä järjestelmiä, sekä tuleva alittava rumpuputki. Tien suunnittelun peruseriaatteita haettiin metsätieohjeesta sekä rautatieverkoston huoltoteistä (Metsäteho 2001). Tiestä haluttiin suunnitella ympärivuotista käyttöä kestävä, alueen pehmeään maaperään sopiva, sekä suojella alueella olevia nykyisiä rakenteita. Haasteeksi tien suunnittelussa tuli tien sopivuus ympäröivään maastoon.

Tien rakenteellisiksi lähtökohdiksi otettiin, että tien pinta kaataa keskeltä molempiin suuntiin, tien leveys on 3,5 m, tie liittyy nykyisiin maanpintoihin päistä, eikä tien alta vesijohdon kohdalta leikata maanpintaa nykyistä alemmaksi. Geometrisen suunnittelu tehtiin puhtaasti sovittamalla suorita taiteviivan osuuksia koko tien

matkalle siten, että minimierotus olemassa olevaan maanpintaan on kunnallistekniikan ylityspisteessä. Tuosta näennäisestä lakipisteestä tie laskee jouhevin pituuskaltevuuden muutoksin liittyen nykyiseen maanpintaan. Tien myös tuli olla toimiva suunnitellun rantatasauksen kanssa.

Tien kaarteeseen tehtiin kaarrelevitys sisä- ja ulkokaarteisiin, mutta niiden mitoitukset ei noudata mitään tiesuunnittelun ohjetta, kuten ei noudata myöskään tien pituusgeometria. Tämä johtuu tekijöidensä tiesuunnittelun osaamisen puuttumisesta sekä siitä, että kyseessä on yksityisen tontin satunnaiskäyttöinen huoltotie. Tien rakenteet on suunniteltu siten, että tietä voidaan rakentamisen yhteydessä muokata alueeseen sekä käyttöönä paremmin sopivaksi tarvittaessa.

Huoltotien toteutusmalli on yhteensopiva nykyisen maanpinnan kanssa sekä se istuu uuden avo-ojan toteutusmallin kanssa siten, että rummulla korvataan osio avo-ojasta tien rakentamisen yhteydessä. Tien toteutusmallissa kiinnitettiin erityistä huomiota tien kolmioinnin kääntämiseen oikein päin sekä aineiston koodauksen selkeyteen. Liite 4 14–18(23).

3.6 Toteutusmallien käyttö

Toteutusmallien käytöstä ja soveltamisesta tehtiin tilaajalle sekä rakentajalle työselostus. Liitteenä olevassa työselostuksessa käydään tehdyt suunnitelmaratkaisut läpi, sekä mitä asioita tulee ottaa huomioon rakentamisen yhteydessä ja mitä on käytetty suunnittelun lähtökohtina. (Liite 4.) Selostuksella pyritään avaamaan ne asiat, jotka eivät pelkällä toteutusmallilla selviä, sekä mitä vaihtoehtoisia rakentamisen ratkaisuja on olemassa.

Aineisto on tehty Inframodel-formaatissa ja skeemalla, eli se voidaan suoraan syöttää yleisimpiin koneohjausjärjestelmiin ilman muokkauksia. Samoin toteutusmalliaineisto toimii kaikissa LandXML-formaattia tukevissa suunnittelujärjestelmissä. Toteutusmalliaineisto sisältää koodatut taiteviivat, sekä pinnan kolmioinnin. Rakenteista ei ole erillistä mittalinjaa aineiston sisällä.

4 TUOTOKSET

Opinnäytetyössämme tilaajalle toimitettavia tuotoksia tehtiin alkuperäiseen suunnitelmaan verrattuna enemmän. Katsottiin, että kokonaisuuksia pilkkomalla saatiin mm. kartoista visuaalisesti näyttävämpiä sekä helppolukuisempia. Tuotosten määrä kasvoi myös rakennusten mitoituksiin liittyvissä dokumenteissa, koska yhden yhtenäisen mittapiirroksen lisäksi jokaisesta rakennuksesta tehtiin oma piirros. Samoin pihakartan lisäksi tehtiin oma kartta alueella sijaitsevista vesi- ja jätevesijohdoista sekä sähkökaapeleista. Piha- ja johtokartoista sekä rakennusten mitoituspiirroksista kertyi lähes 20 tiedostoa, jotka toimitettiin sekä PDF- että DWG-muotoisina tiedostoina.

Maastomalli, josta kartat ja toteutusmallit olivat johdettu, toimitettiin mahdollista jatkokäyttöä varten DWG- ja GT-tiedostoina. Maanrakennustöiden jälkeisen tilanteen voi halutessaan kartoittaa uudelleen ja liittää mittaustulokset vanhaan tiedostoon ja korvata ne uusilla havainnoilla. Uusi malli tulee päivittää selkeästi tiedostonimellä, jotta sekaannuksilta jatkokäytössä vältyttäisiin.

Tilaajalle toimitettiin myös suunnitelmaehdotuksia toteutusmalleista ennen varsinaisia mallinnustöitä. Simulointi -ja toteutusmallit luovutettiin XML- ja DXF-tiedostoina. Mallit toimitettiin valmiina työkoneisiin vietävinä 3D-toteutusmalleina, joiden avulla pinnantasausmuutokset sekä ojien muutos- ja korjaustyöt voidaan suorittaa.

Hankkeen edistyessä neuvoteltiin useaan otteeseen tilaajan kanssa toimitettavan aineiston sisällöstä. Karttatuotosten ulkomuoto hyväksyttiin ennen lopullista versiota, jotta tuotokset tyydyttävät tilaajaa ja tätä kautta vältyttäisiin ylimääräiseltä työltä. Toteutusmallien osalta ehdotettuja muutoskohteita selkiytettiin tilaajalle PDF-tulosteiden sekä kuvakaappausten avulla hankkeen aikana. Tilaajalle toimitettiin kustannuslaskenta materiaaleista eri suunnitelmien versioista, sekä lopullisten toteutusmallien käytön tueksi työselostus.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Menetelmien valinta

Opinnäytetyömme ensisijaisena tavoitteena oli tuottaa tilaajalle tuotokset, jotka olisivat sovittujen vaatimusten mukaiset ja että ne olisivat ennen kaikkea käyttäjään ajatellen hyödyllisiä ja tarkoituksensa täyttäviä. Työn tarkoituksena oli lisätä omaa tietämystä kartoitusmenetelmistä, kartan tuottamisesta sekä toteutusmallien tuottamisesta.

Hankkeen suunnitteluvaiheessa pohdimme käytettäviä kartoitusmenetelmiä. Vaihtoehtoina olivat lennökkikartoitus sekä GNSS- ja takymetrikartoitus. Aikataulun ollessa tiukka talven ollessa tulollaan Rovaniemellä lokakuun lopulla, emme ottaneet riskiä lennökkikartoituksen suhteen vaan päädyimme toteuttamaan hankkeen ilman lennokkia. Ensinnäkin lennätyslupien hankinta olisi teettänyt ylimääräistä työtä, eikä silti olisi ollut varmaa, olisiko sää lennätystä ajatellen mahdollinen. Lennökkikartoituksesta huolimatta olisimme joutuneet tekemään osan rakennusten kartoituksesta takymetrimittauksena peitteisyyden vuoksi. Lisäksi kasvillisuus on syksyllä korkea, jolloin maanpinnan korkeustasot olisivat joka tapauksessa pitänyt mitata muilla menetelmillä osalla alueista. Lisätyötä olisi teettänyt myös signaalipisteiden rakentaminen ja kartoitus. Lumi itsessään asettaa omat haasteensa lennökkikartoitukselle, lumisesta maanpinnasta jää korkeustieto epätarkaksi. Suunniteltuna kartoitusajankohtana satoikin ensilumet kohdealueelle.

Valintaamme kartoitusmenetelmistä vaikutti myöskin se, että hankkeen ollessa jo muutenkin laaja, olisi lennökkikartoitus tuonut huomattavasti lisää perehtymistä vaativaa työtä itse lennätyksen sekä aineiston käsittelyn suhteen. Koettiin myös, että käytetyillä menetelmillä saavutettiin riittävä tarkkuustaso hankkeen vaatimustasoa ajatellen. Käytetyillä GNSS- ja takymetrikartoitusmenetelmillä pystyttiin joustavasti suorittamaan kaikki tarvittavat mittaukset alueelta, luomaan paikallinen mittakanta sekä varmistamaan GNSS:n toimivuus koneohjauskäytössä alueella.

Tilaaajan pyytäessä suunnittelua alueen kuivatusten parantamiseen, oli tietomallipohjainen toteutusmalli selkeä valinta. Sillä vältyttiin tuottamasta hankalasti tehtäviä suunnitelmakarttoja ja leikkauskuvia, kun kaikki oleellinen tieto oli tietomallien sisällä. Tilaaja oli myös tähän valintaan tyytyväinen, sillä kaikki maanrakennustyöt suorittaa paikallinen ammattikoulu oppilastyönä, joten opiskelijoilla on käytettävissä nykyaikaisessa muodossa oleva toteutusmalliaineisto.

Karttojen tuotto perustoimintana oli selkeää ja tehtäessä maastomittauksia, pidettiin prioriteettina mittausten ja koodausten korkeaa laatua, koska maastomallin mittaustarkkuus on suoraan verrannollinen kartan tuottamisen helppouteen. Maastossa tehtyä kartoitusta editoitaessa tietokoneella havaittiin kohtia, jotka olisi maastossa pitänyt kartoittaa suuremmalla pistemäärällä ja toisaalta taas paikkoja, joissa vähempikin olisi riittänyt. Todettiin, että huolellisuus maastossa vähentää tehtyjä työtunteja toimistossa ja ehkäisee mahdollisia paikkauskäyn-
tejä.

Aineistojen tuottamisen ohella karttui kokemus erilaisten ohjelmien käytöstä sekä ohjelmien yhteiskäyttömahdollisuuksista. Huomattiin osassa työvaiheista, että toiset asiat olivat mielekkäämpiä suorittaa eri ohjelmalla ja yhdistää aineistot toisella. Tuotoksia kasattiin pääasiassa 3D-Winillä, MMies- ja Microstation-ohjelmia käytettiin lisänä erilaisissa piirtotehtävissä ja pintavesien virtaussimuloinnissa.

5.2 Tuotetut aineistot

Karttojen ja rakennusmitoituspierrosten tavoitteena oli olla selkeitä, helppolukuisia sekä informaatiotasoltaan riittäviä. Karttojen sisältöä ja visuaalisuutta pohdittaessa kokeiltiin 3D-Win-ohjelmalla erilaisia versioita mm. korkeuskäyrien määrästä ja niiden vaikutuksesta kartan luettavuuteen. Karttoja luotaessa oli pohdittava, miltä itse haluaisimme vastaavan kartan näyttävän ja millaista tietoa sen tulisi mielestämme sisältää. Esitettyämme alustavaa versiota tilaajalle saimme suoraa palautetta sisällöstä. Tämän perusteella oli suhteellisen helppo jatkaa tuotokset siihen muotoon, että ne tyydyttivät tilaajaa.

Rakennusten mitoitusta käsiteltäessä tilaajalle luovutettavaan muotoon todettiin tilaajan kanssa yksinkertaisen olevan kaunista ja käytännöllistä. Tässäkin hankkeen laajuus pakotti tekemään mitoitukset rakennuksista ulkomittoina, väliseinät mitoitettiin ulkoseinän pinnasta väliseinän keskelle. Tilaaja totesi menetelmän täyttävän heidän tarpeensa, tarkoituksena oli saada ”noin mittoja” rakennuksista mahdollisten museoesineiden varastoinnin suunnittelua varten. Todettiin myös vanhojen hirsirakennusten olevan useasti mitoiltaan niin epäsymmetrisiä, ettei monestakaan rakennuksesta löytyisi edes senttimetrin tarkkuudella olevaa kahta seinää. Myöskään kartoitukseen varattu aika ei olisi riittänyt 18 rakennuksen sisäpuolien ja seinävahvuuksien mitoittamiseen.

Kuivatus- ja huoltotiesuunnitelmien sisältö tehtiin siten, että tilaajan tarvitsee päättää vain toteutettavat kokonaisuudet, muutoin aineisto työselosteineen ohjeistaa rakentajaa riittävällä tasolla. Tilaaja voi ohjata rakentamista määrittelemällä rakennekerrosten vahvuuksia ja materiaaleja, mutta muutoin tilaajalta ei edellytetä toimia rakentamisen yhteydessä.

5.3 Mallintamisen haasteet

Toteutusmallien sekä vedenpoisto- ja huoltotiesuunnittelussa haasteeksi muodostuivat alueella sijaitsevat vesi- ja jätevesijohdot, joiden korkeusasema asetti ongelmia em. tuotoksissa. Alueelle jo kertaalleen suunnitellut ja tilaajalla hyväksytyt salaojasuunnitelmat hylättiin. Osittain tästä syystä tilaajalle ehdotettiin masiinihuoneen ja sitä ympäröivän maanpinnan korottamista, jotta vesien poisto onnistuu luontaisesti ojia pitkin, eikä näin ollen salaojia enää tarvita. Salaojien poistosta johtuen myös rannan tasauksen malli revisioitiin siten, että salaojitus voitiin jättää pois ja pinnan muotoilu ulotettiin laajemmalle alueelle. Toteutusmalli kumminkin rajattiin niin, ettei se ulottunut vesi- ja jätevesijohtojen välittömään läheisyyteen.

Varsinaisten toteutusmallien tuottaminen tapahtui suhteellisen kivuttomasti, mutta ylimääräistä työtä kertyi suunnitelmien muutoksista. Toisaalta taas osa ongelmakohdista havaittiin vasta mallinnusvaiheessa ja tästä opittiin ennakointitai-

toa tulevia töitä ajatellen. Mallinnusta ei kannata jatkossakaan tehdä kerralla loppulliseen asuunsa, ennen kuin kaikki lähtötiedot ovat selvillä, vaan suorittaa sovituksia ympäröiviin rakenteisiin lähtötietojen karttuessa alueesta.

Huoltotien kohdalla päänvaivaa aiheutti kokemattomuus tiesuunnittelusta, joka ei varsinaisesti maanmittausinsinöörin jokapäiväistä työtä ole. Kysymällä ja tietoa etsimällä saatiin kuitenkin mielestämme suunniteltua toimiva tieosuus mallinnettua. Pitää muistaa, että kyseessä on harvoin käytössä oleva huoltoreitti.

Kokonaisuutena työ saatettiin loppuun ennen kaikkea tilaajaa, mutta myös tekijöitä tyydyttävällä tasolla. Kohteena museoalue perinneympäristöineen teki työstä mielekkään ja sopivan haasteellisen. Tilaajan näkemys nykyaikaiseen mallipohjaiseen aineiston tuottoon oli ennakkoluuloton ja kannustava. Tämä antoi vapaammat kädet suunnitelmien sisällön ja toteutuksen suhteen.

LÄHTEET

Buildingsmart 2019. Yleiset Inframallivaatimukset YIV 2019. Viitattu 29.2.2020 https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019_1.pdf.

Heiskanen, A. 2018. Maastomalli. Luento henkilöstölle Mitta Oy:ssä keväällä 2018.

Jääskeläinen, R. 2009. Pohjarakennuksen perusteet. 1. painos. Raimo Jääskeläinen ja Amk-kustannus Oy.

Lampinen J. 2018. Lapin AMK. Tietokannat ja Virtuaalimallintaminen. Luento Lapin AMK:ssa keväällä 2018.

Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. 4. painos. Rovaniemi: RAMK University of Applied Sciences.

Laurila, P. 2019. Lapin AMK. Kiintopistemittaukset. Luento Lapin AMK:ssa syksyllä 2019.

Liikennevirasto 2017. Liikenneviraston ohjeita 18/2017. Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot. Mittausohje. Viitattu 12.2.2020 https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-18_maastotiedot_mittausohje_web.pdf.

Maanmittauslaitos 2011. ETRS89 koordinaattijärjestelmä käyttöön. Viitattu 16.2.2020 https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/old/ETRS89koordinaattijarjestelma_kayttoon.pdf.

Maanmittauslaitos 2011. Määräys mittausten tarkkuudesta ja rajamerkeistä kiinteistötoimituksissa. Viitattu 14.2.2020 https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/old/Maarays_mittaus_rajamerkit_21_4_2011.pdf.

Metsäteho 2001. Metsätieohjeisto. Viitattu 26.2.2020 <http://www.metsateho.fi/metsatieohjeisto/>.

Paikkaoppi. Karttojen perusominaisuudet. Viitattu 22.2.2020 <http://www.paikkaoppi.fi/fi/karttojen-perusominaisuudet-2/>.

Poutanen, M. 2001. Koordinaatit, korkeus kartat ja GPS. Viitattu 16.2.2020 <https://www.mv.helsinki.fi/home/korpela/MINV12/koordinaatistot.pdf>.

Poutanen, M. 2016. Satelliittipaikannus. 1. painos. Helsinki: Tähtitieteellinen yhdistys Ursa.

Porsanger S. 2018. Lapin AMK. Paikkatiedot ja kartat. Luento Lapin AMK:ssa keväällä 2018.

Sisäilmäyhdistys. Pihantasaus ja sadevedet. Viitattu 18.3.2020 <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Kuivatusjarjestelmat/Pihantasaus-ja-sadevedet>.

Infra RYL 2019. Tekniset vaatimukset. 31300 Vesijohtoputken asentaminen, yleistä. Vaatimus. Rakennustieto. Viitattu 25.2.2020 <https://bit.ly/2Qj6on6>.

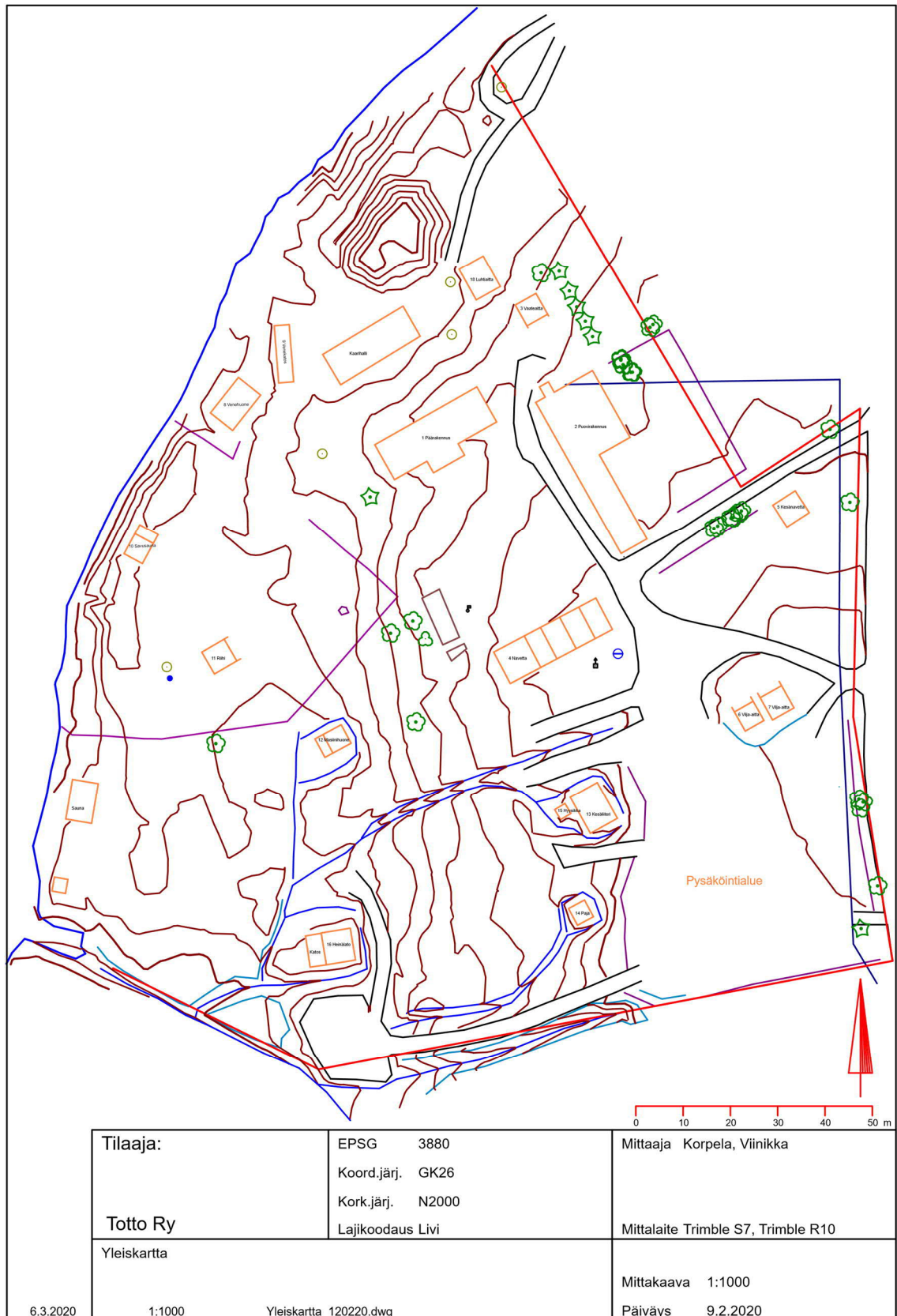
RT 85-11020. Metalliset sadevesijärjestelmät. Rakennustieto. Viitattu 16.3.2020 <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2085-11020?page=1>.

Rantanen P. 2001. Maastomittauksen perusteet. 1. painos. Helsinki: Opetushallitus. s 250.

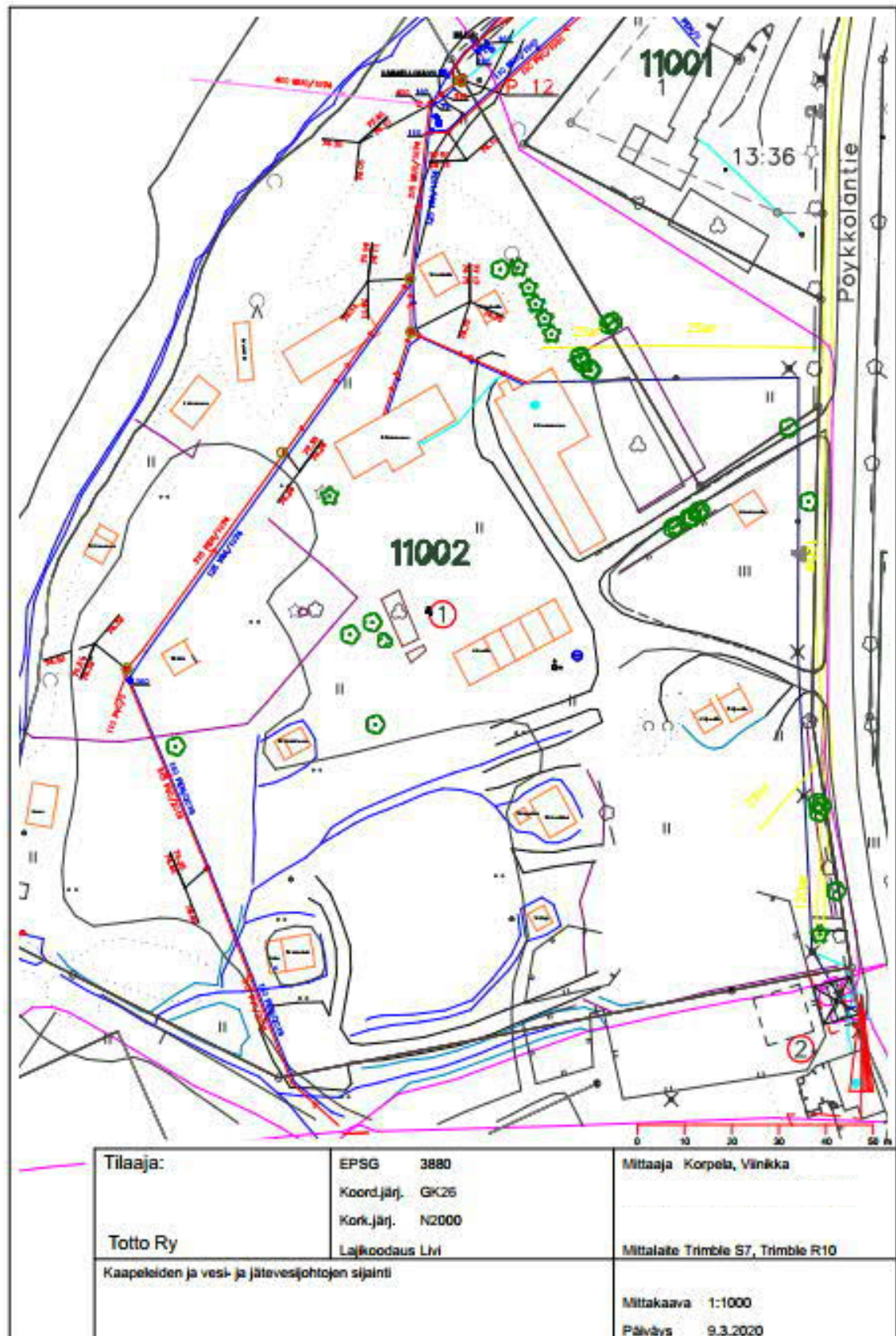
LIITTEET

- Liite 1. Pihakartta
- Liite 2. Sähkö- ja kunnallistekniikkakartta
- Liite 3. Suunnitelmaehdotus
- Liite 4. Työselostus

Liite 1. Pihakartta



Liite 2. Kaapeleiden ja kunnallistekniikan sijoituskartta



Liite 3.

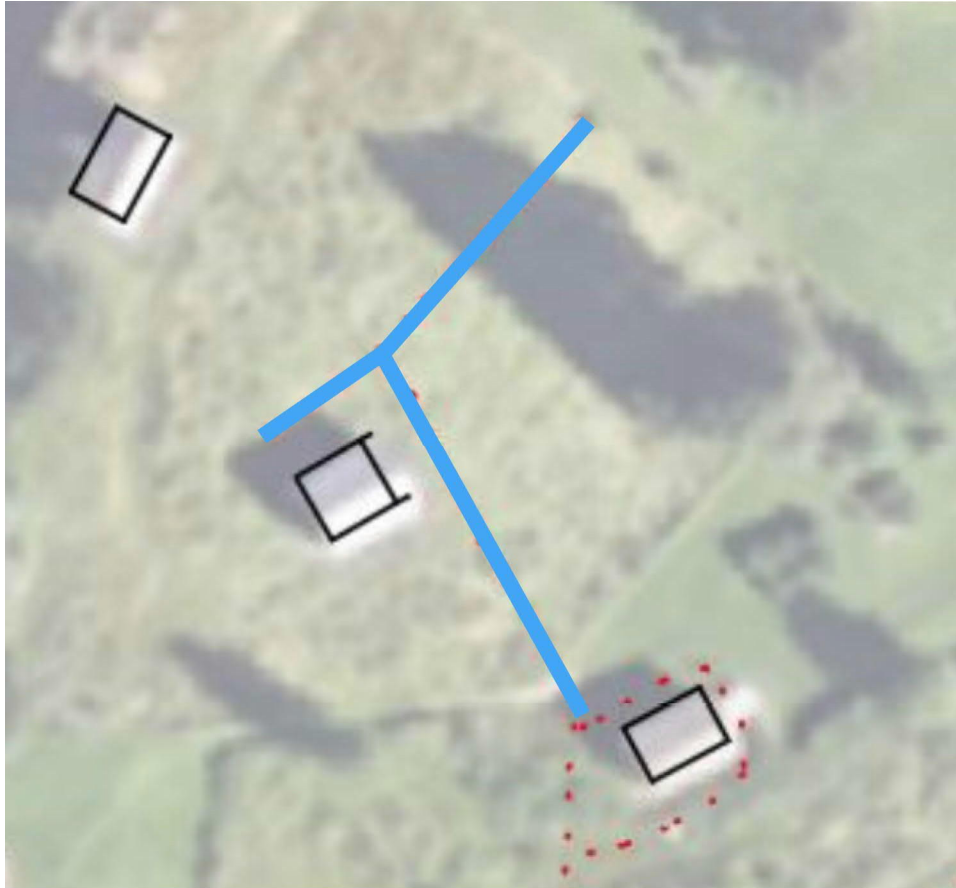
Rovaniemen kotiseutumuseon kuivatuksen suunnitelmaehdotus

Kaikkia toivottuja kuivatuksia ei voida toteuttaa ojamaisina painanteina, eivätkä ne sovi maisemallisesti koko alueen kuivatukseen.

Ehdotuksena olisi uuden huoltotien alle lisätä lyhyehkö rumpuputki, sekä tehdä osa kuivatuksesta salaojaputkella. Tuolloin maanpinta saadaan pidettyä tasaisena ja käyttökelpoisena, eivätkä kulkureitit liejuunnu kosteiden sääolojen aikana.

Rumpuputkea tarvitaan n. 4-5 metriä ja salaojaputkea noin 80-90 metriä.



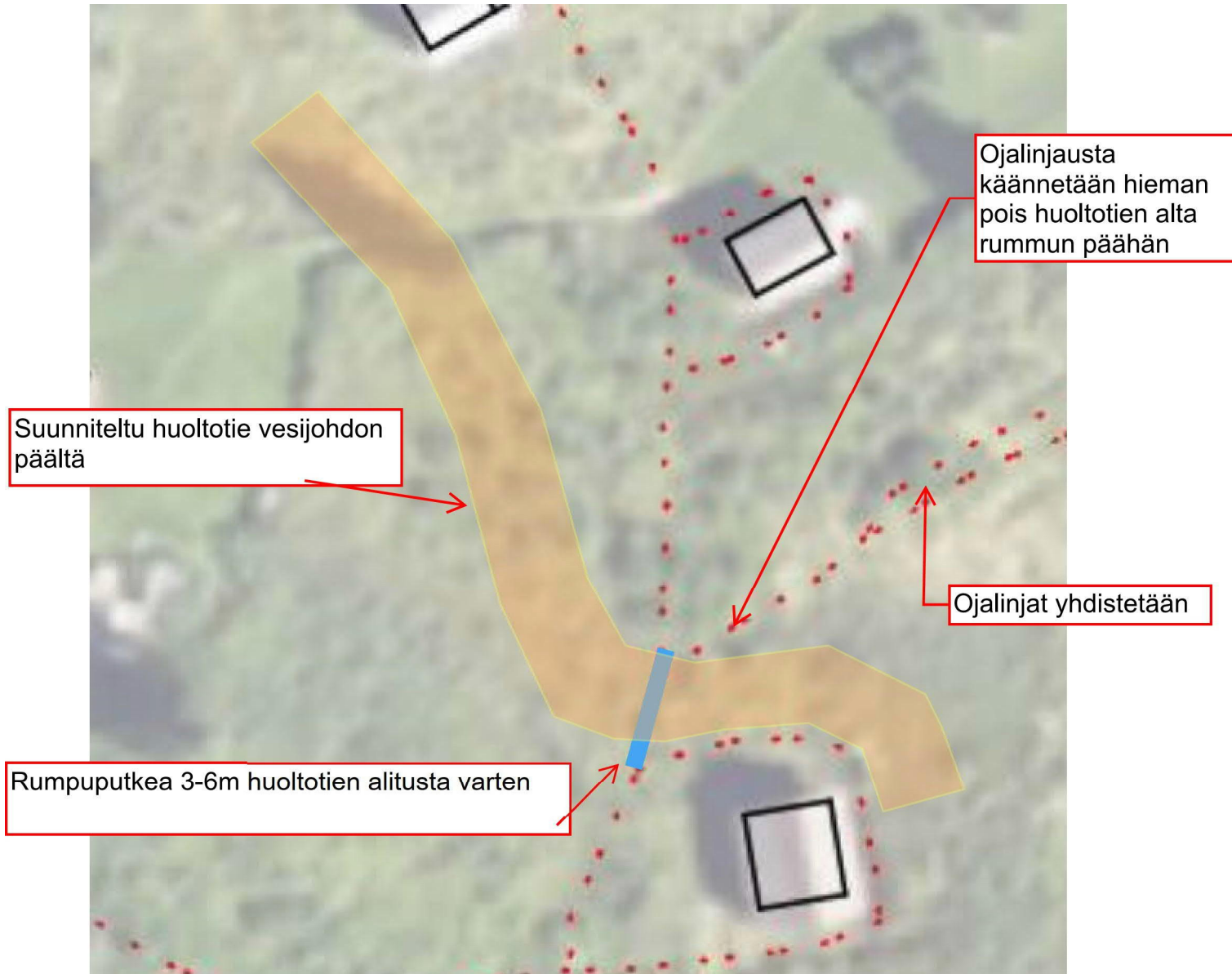


Kuvassa sinisellä piirretty osuus ehdotetaan tehtäväksi salaojaputkella, jotta tapahtumateltan ympäristö pysyisi tasaisena ja se tehostaisi alueen kuivumista kosteimpina aikoina.

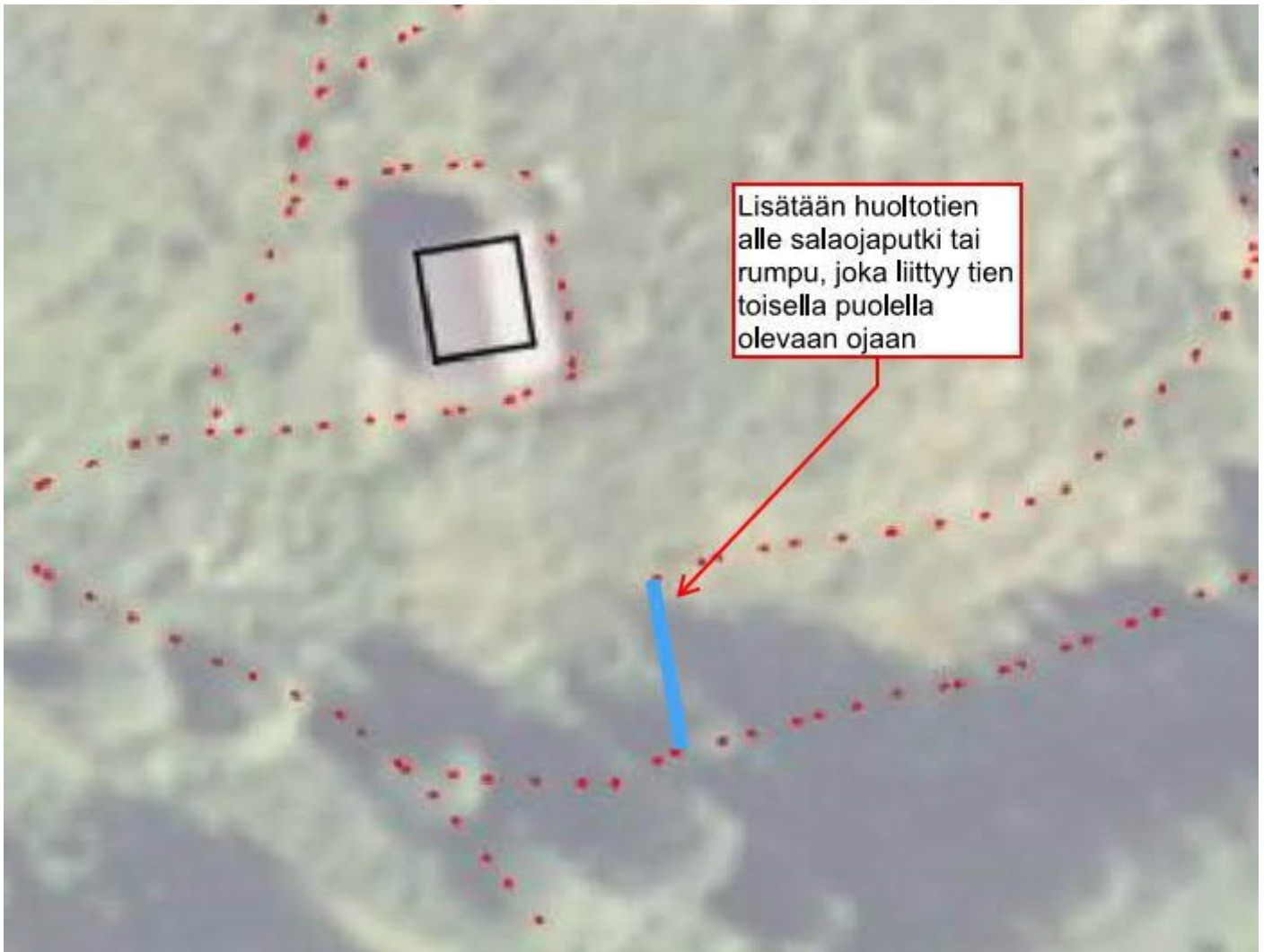
Kulkureitit pysyisivät kuivana, eivätkä liejuuntuisi. Välttyttäisiin myös ympäristön muotoilulta ja alue olisi tasaisempi ja näyttäisi enemmän perinteiseltä miljööltä.

Tarvikkeita työhön tarvitaan:

- n. 80m salaojaputkea t-
haara/salaojakaivo
- suodatinkangasta



Uuden huoltotien alle suositellaan rumpuputken lisäystä, koska nyt alueella on oja ja uuden vesijohdon päällä on korkea maavalli, jota ei voi leikata matalammaksi. Ympäristöä voidaan täyttää tasaisemmaksi ja vesien virtaus olisi toteutettavissa rumpuputkella. Alue on hyvin lähellä joenpintaa ja herkästi kostea. Pinnan muotoilu huoltotielle sellaiseksi, että siitä pääsee henkilö- tai pakettiautolla, on ilman rumpua käytännössä mahdotonta.



Lisäämällä tien alittava salaoja, pysyisi peltoaluetta kiertävä tie kuivana. Kun alueella tehtiin ympäristön mittauksia, oli huoltotie veden peitossa johtuen yläpihalta tulleista vesistä. Rumpua/ salaojaputkea menisi n. 6 metriä.

Pekka Korpela, Teppo Viinikka

Liite 4.



ROVANIEMEN KOTISEUTUMUSEO
Rannan tasausmuutoksen, huoltotien sekä ojalinjojen työselostus

Korpela Pekka
Viinikka Teppo

2020

SISÄLLYS

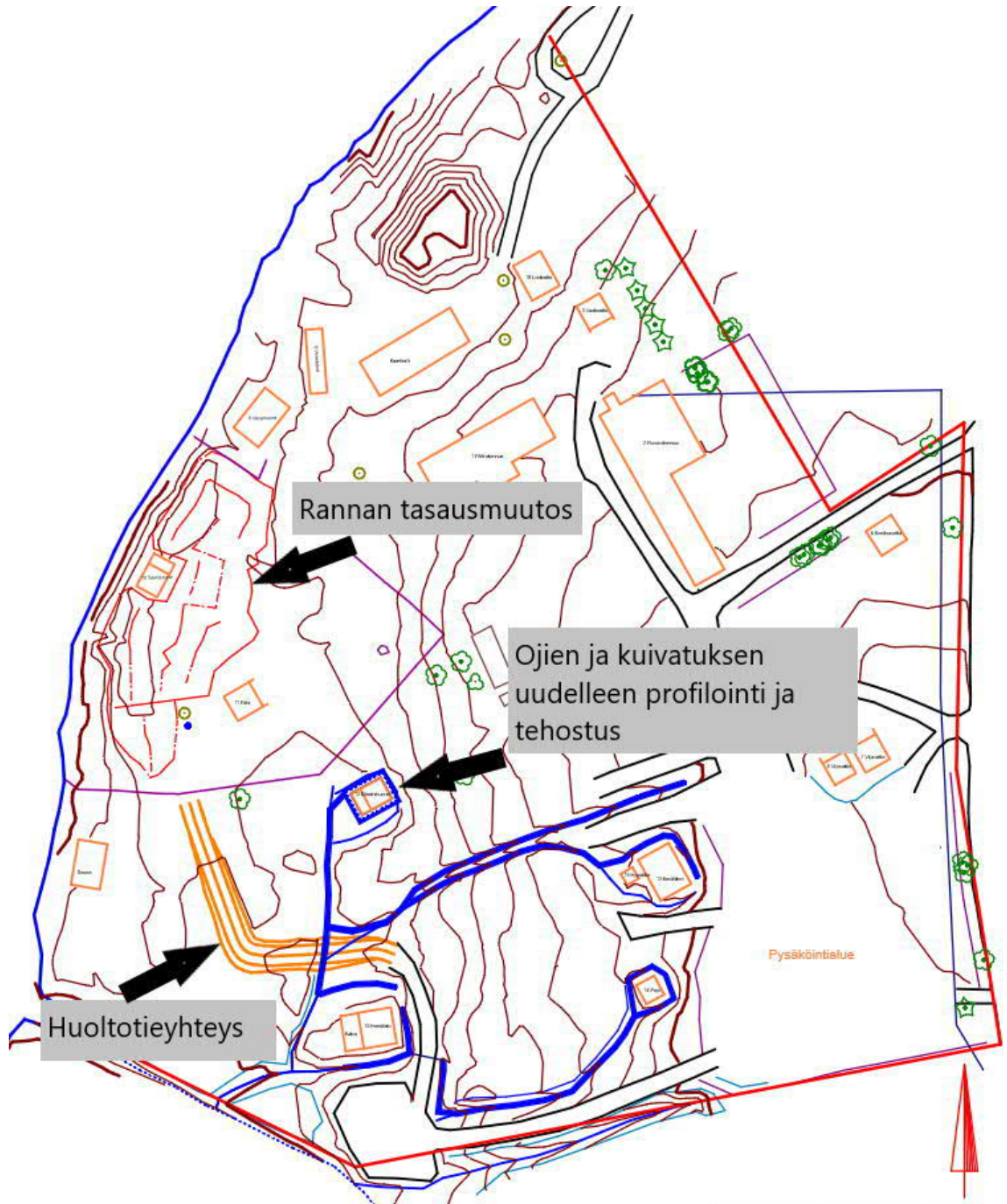
1	TYÖSELOSTUKSEN SISÄLTÖ.....	3
2	ALUEEN TOTEUTUSSUUNNITELMAT	5
2.1	Rannan tasausmuutos.....	5
2.1.1	Taustat	5
2.1.2	Ero nykytilan ja uudelleen muotoillun rannan välillä	6
2.1.3	Pintamateriaali.....	7
2.2	Ojien korjaus sekä rumpujen lisäys.....	8
2.2.1	Taustat	8
2.2.2	Ojien sijaintimuutokset	8
2.2.3	Ojien korkeusmuutokset.....	9
2.2.4	Ojien profiili.....	9
2.2.5	Ojien pituuskaltevuus	9
2.2.6	Rumpuputket.....	9
2.2.7	Alueet, joissa ojilla ei ole pintamallia	12
2.2.8	Alueet ojien ympärillä	13
2.3	Huoltotien rakentaminen.....	14
2.3.1	Tausta	14
2.3.2	Maisemallinen vaikutus	15
2.3.3	Tien poikki- ja pituusleikkaus ja profiili.....	15
2.3.4	Tien kaarrelevitys	16
2.3.5	Tien rakennekerrokset.....	16
3	RAKENTAMISESSA ERITYISTÄ HUOMIOTA VAATIVAT KOHTEET	19
3.1	Kunnallistekniset järjestelmät.....	19
3.2	Sähkökaapelit	20
3.3	Savusaunarakennus, heinälato ja masiinihuone	21
3.4	Poistetut pintarakenteet	22
4	SUUNNITELMIEN LÄHTÖTIEDOT	23
4.1	Koordinaattijärjestelmä	23
4.2	Mittakanta	23
4.3	Aineiston koodaus.....	23
4.4	Aineistoformaattit	23

1 TYÖSELOSTUKSEN SISÄLTÖ

Työselostuksella kuvataan suunnitelman mukaan tehtävät työt ja vaikutukset. Selostuksessa myös käsitellään työssä huomioitavia olemassa olevia maaston kohteita sekä suositeltuja työmenetelmiä ja rakenteita. Työselostus kattaa suunnitelmat rannan tasausmuutoksesta, huoltotien linjauksista sekä ojien pinnantason muutoksesta. Toteutettavien rakenteiden materiaalit ja vahvuudet päättää tilaaja.

Alueesta ei tehty maaperätutkimuksia, joten töiden aikana jatkuva kommunikatio tilaajan kanssa on välttämätöntä päätettäessä materiaaleista ja suunnitelmien sovituksesta maastoon. Yksi tärkeimmistä prioriteeteista on rakentamisessa säilyttää alueen perinteinen maisema hieman tehostaen sen käytettävyyttä ja kuivastusta.

Toteutusmallit muutoksista on tehty koneohjausta silmällä pitäen, jolloin työn suorittaminen on nopeampaa ja tarkempaa. Mikäli työt tehdään muilla perinteisillä menetelmillä, pitää suunnitelmia jatkojalostaa mittausalan henkilön avustuksella, jotta niistä saadaan kaikki oleelliset tiedot rakentamista varten.



Kartalla esitettyä työselostuksen kohteita, joista jäljempänä yksityiskohtaisemmat kuvitukset. Pohjana alueen yleiskartta, johon ei ole lisättyä tässä kuvassa näkyviä suunniteltuja rakenteita. Tässä kuvassa näkyvät rakenteet ovat tilaajan hallussa erillisinä tiedostoina.

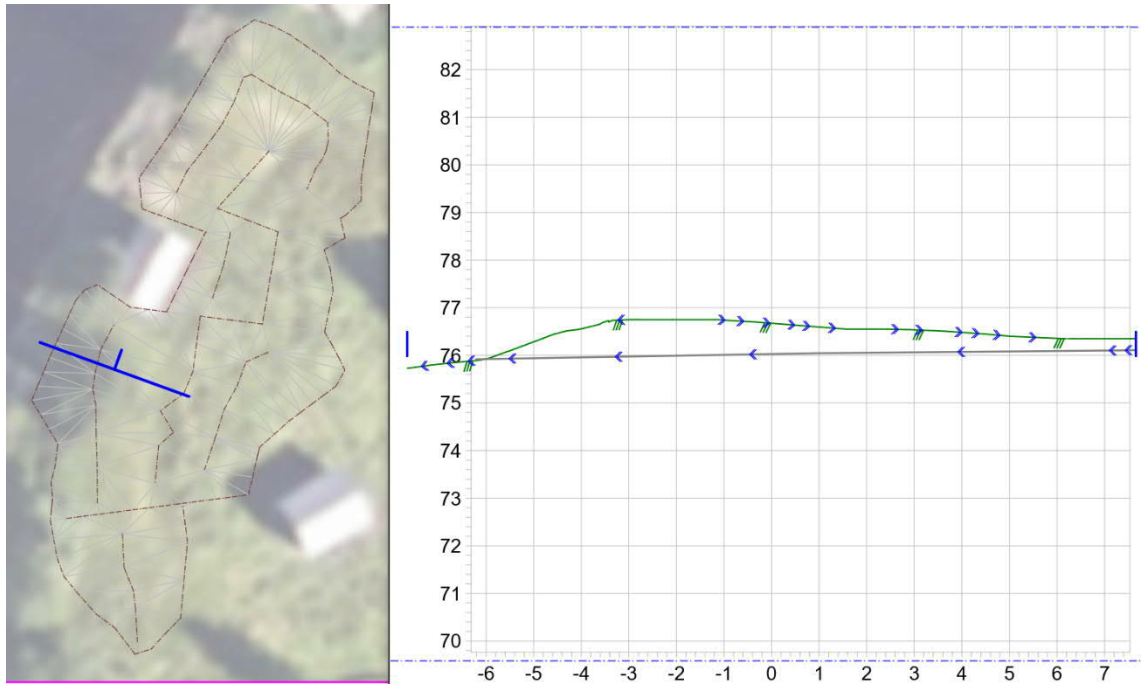
2.1.2 Ero nykytilan ja uudelleen muotoillun rannan välillä

Rannan alueesta tulee tasaisempi ja se johtaa alueen pintavedet Kemijokeen. Tasattu ranta on myös yhteensopiva suunnitellun huoltotien kanssa. Aivan tasaisen alueen reunalla savusaunan molemmilla puolilla on korkeammat maavallit, jotka poistuvat maanpinnan muotoilun myötä.

Alueelta lähtee keskimäärin 20–30 cm nykyisestä pinnasta pois korkeutta, maavallien kohdalta poistettavaa maata lähtee noin 80 cm. Pinnan tasoa nostavia rakenteita ei ole rannan mallin alueella ja mikäli toteutusmalli on joltain osin korkeampana kuin nykyinen maanpinta, tulee se jättää huomiotta ja sovittaa alue aina alempaan pintaan, on se joko olemassa oleva pinta tai suunnitelma.

Alle olevassa valokuvassa on punaisella kuvattu jäljempänä olevan CAD-ohjelman kuvankaappauksen leikkausnäky, jossa näkyy maan pinnan uusi ja vanha profiili.





Pinta on suunniteltu olemaan kauttaaltaan tasaisesti Kemijokeen johtava, joissa on lähinnä reunoissa sovituksia nykyiseen maanpintaan. Pinnan kallistus on noin 3 cm/m, jotta kallistus on selkeä, mutta ei kovin jyrkkä.

2.1.3 Pintamateriaali

Tilaaajan kanssa sovittiin, että pintamateriaalit ja rakennekerrokset sovitaan heidän kanssaan työn edetessä, kun pintarakenteet leikataan pois ja nykyisen maaperän laatu rannassa selviää.

Suunnitelmamalli on kuvaus vain valmiista päällimmäisestä pinnan tasosta. Rakennustöiden yhteydessä tulee tilaaajan kanssa sopia myös mahdollisten rakennekerrosten paksuuksista, jotka on otettava huomioon hyödynnettäessä annettuja koneohjausmalleja. Annettuja malleja voidaan käyttää rakennekerroksia luottaessa koneohjausjärjestelmien offset-toiminnoilla.

2.2 Ojien korjaus sekä rumpujen lisäys

2.2.1 Taustat

Alueen ojat eivät ole riittävän hyvin pitäneet pintoja kuivana ja kartoitettujen ai-
neistojen perusteella todettiin, että kaikki ojat eivät kaada oikeaan suuntaan.
Suunniteltu huoltotie vaatii myös yhden rumpuputken lisäyksen sekä yhden ole-
massa olevan huoltotien alle suunniteltiin uusi rumpuputki, jotta pysäköintialu-
eelta tulevat pintavedet eivät tulvisi huoltotien päälle.

2.2.2 Ojien sijaintimuutokset

Ojien linjauksia on siirretty paikoittain, jotta ne tukevat muuta alueelle tehtyjä
suunnitelmia. Ojien liityntäpisteitä toisiinsa on voitu muuttaa, osioita on voitu lin-
jata uusiksi tai ojien päitä on voitu jatkaa pidemmälle.

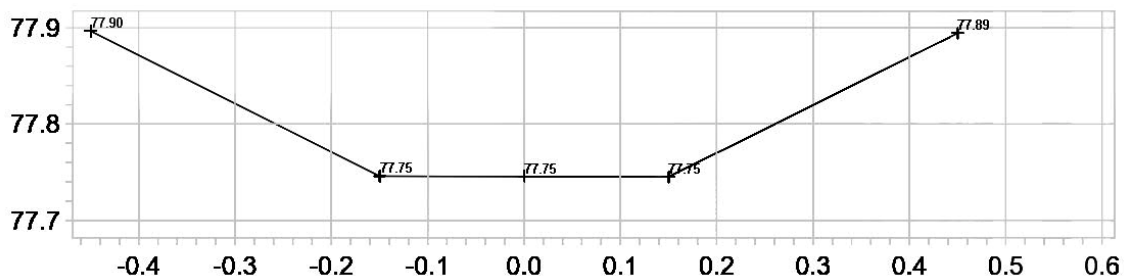


2.2.3 Ojien korkeusmuutokset

Ojien korkeustasoa on muutettu sekä leikkaamalla nykyisestä tasosta alaspäin että lisäämällä materiaalia ojien pohjille, jotta paikallisia kaatoja on saatu luotua alueelle. Masiinihuoneen ympäristyä jouduttiin nostamaan, koska se on nykyisellään matalampana kuin vesijohdon ylittävä purkukohta. Purkukohtaan ei tehdä muutoksia. Pitkälti ojien muotoilussa on taustalla nykyisten korkeusasemien ylläpito, jossa vain puhdistetaan ja tasataan olemassa olevia ojia ja selkeytetään ojien pohjien profiilia.

2.2.4 Ojien profiili

Ojaprofiiliksi tehtiin suunnitelmissa perinteistä ojaa leveämpi, mutta matalampi ratkaisu, jotta ne eivät korostuisi tontilla ja ovat maatalouskoneilla yli ajettavissa. Ojan pohja on aina 30 cm leveä ja niiden luiskaukset ovat 1:2. Ojien luiskia ei suositella tehtävän paljoa jyrkemmiksi, jotta ne pysyvät tilaajan toiveiden mukaisina. Ojien luiskia voidaan kyllä loiventaa tai lyhentää, jotta ne sopivat paremmin ympäröivään maastoon.



2.2.5 Ojien pituuskaltevuus

Ojien suunnitelmissa pidettiin kuivatuksellisesti minimipituuskaltevuutena 5mm/1m kaltevuutta.

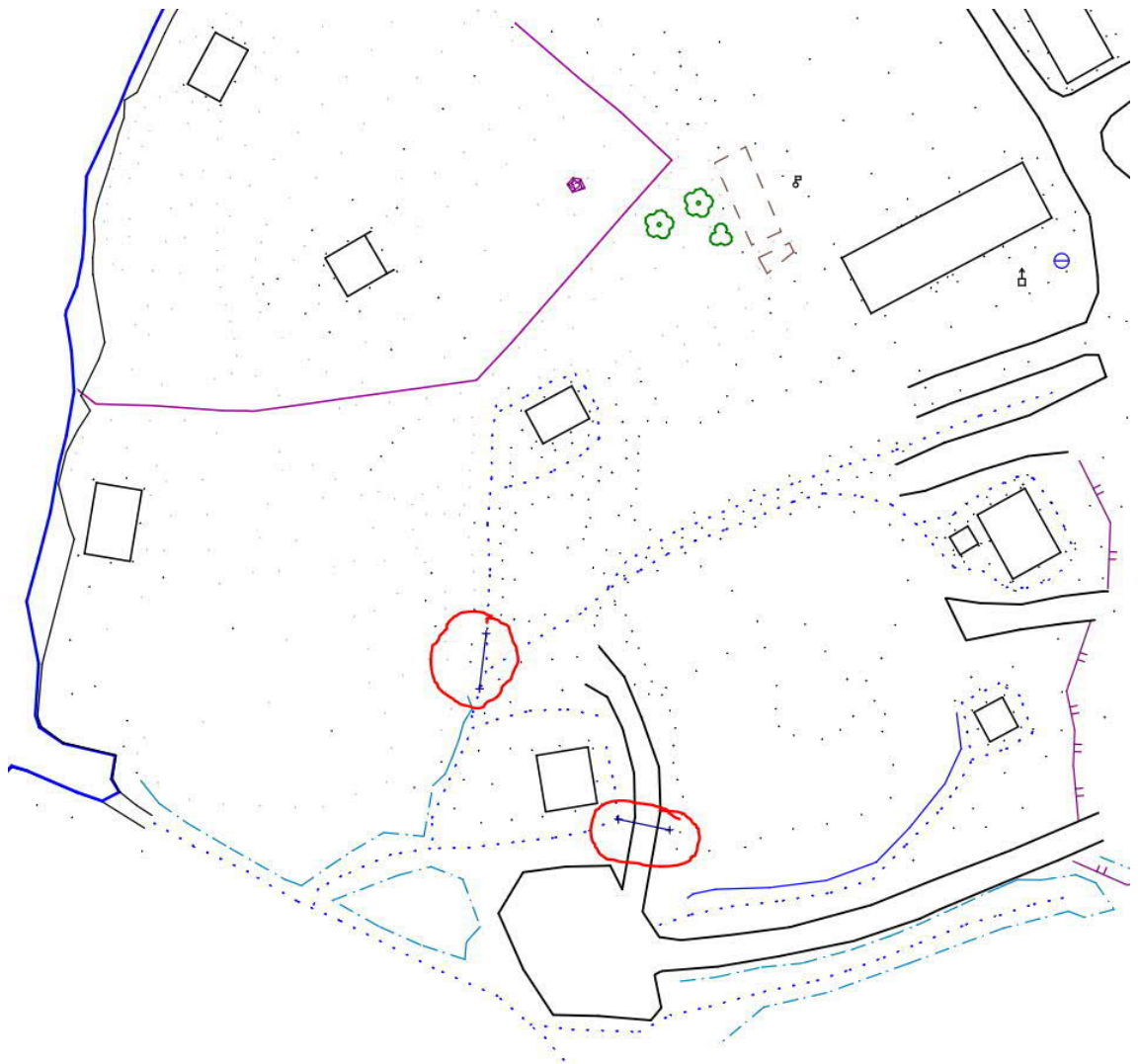
2.2.6 Rumpuputket

Rumpuputkien tyypiksi suositellaan 315 mm ulkohalkaisijaltaan olevaa rumpuputkea ja putkityypiksi SN8, joka kestää riittävällä rakennekerroksilla suojattuna ylittävän liikenteen. Minimirakennekerrokset rummun päällä ovat yhteensä 50

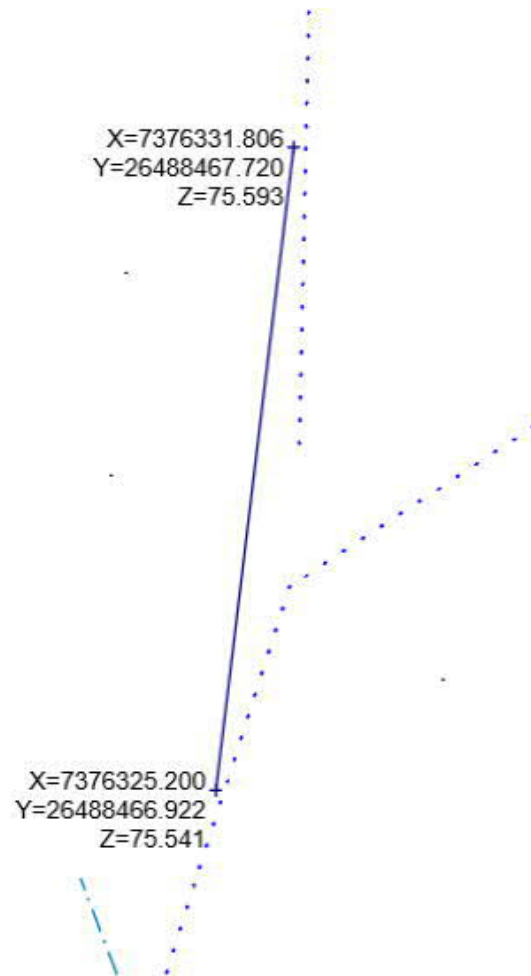
cm. Rumpuputket ovat hieman yli 6 metrin pituisia ja niiden ympäristäytössä tulee käyttää suojahiekkaa 20 cm säteellä rumpuputken pinnasta, jotta suuret tai terävät kivet eivät puhkaise putken pintaa.

Tulevan huoltotien kohdalle on tehty ojalle pintamalli, joka voi olla käytössä sellaisenaan huoltotien rakentamiseen asti. Kun huoltotie toteutetaan, tulee kohdalle sijoittaa rumpuputki.

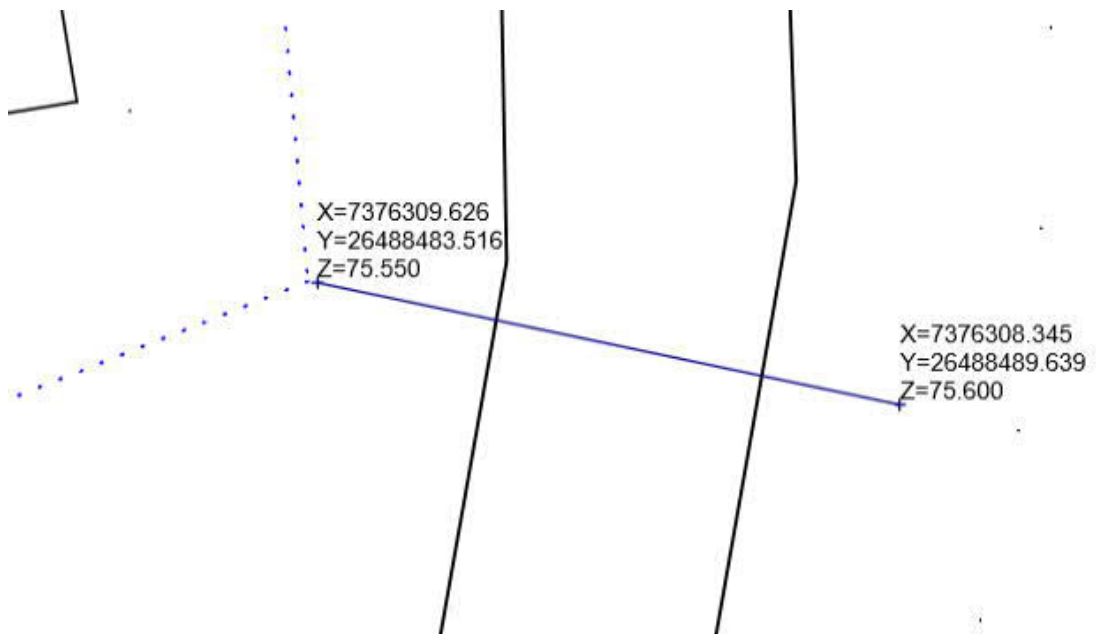
Rumpuputkien sijainnit on ympyröity seuraavaan kuvaan. Kuvassa ylempi rumpuputki on tulevan huoltotien alle tuleva ja alempi rumpuputki on olemassa olevan huoltotien alle tuleva, joka edellyttää toimiakseen ojaprofilointia ja kaivuuta.



Alla oleva kuva on tulevan huoltotien alle asennettava rumpuputki. Kuvaan on lisätty putken päiden koordinaatit ja korkeustiedot vesijuoksutasosta.

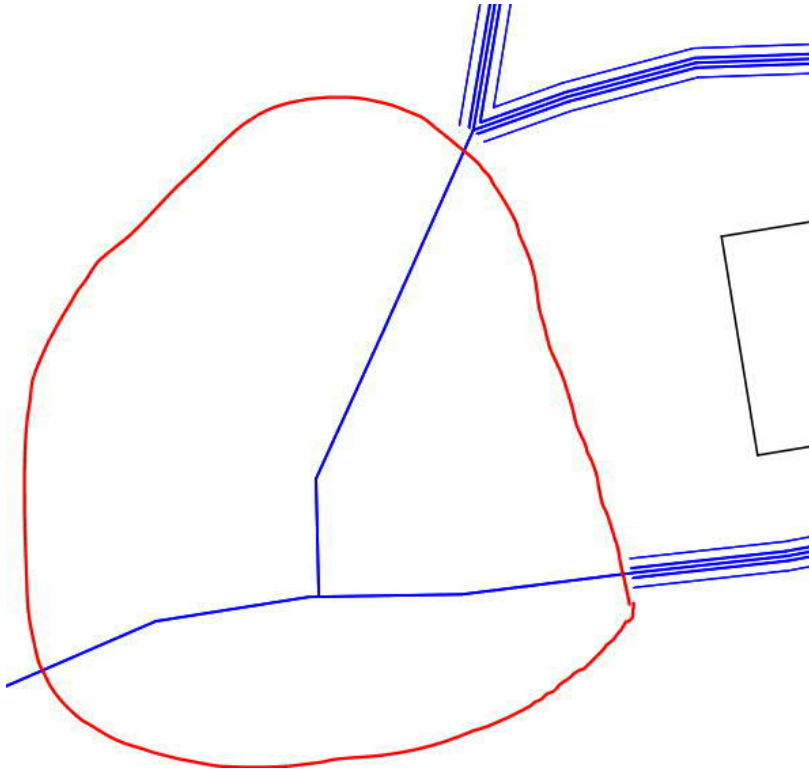


Alla olevan kuvan rumpuputki tulee olemassa olevan huoltotien alle, heinäladon kaakkoiskulmalle.



2.2.7 Alueet, joissa ojilla ei ole pintamallia

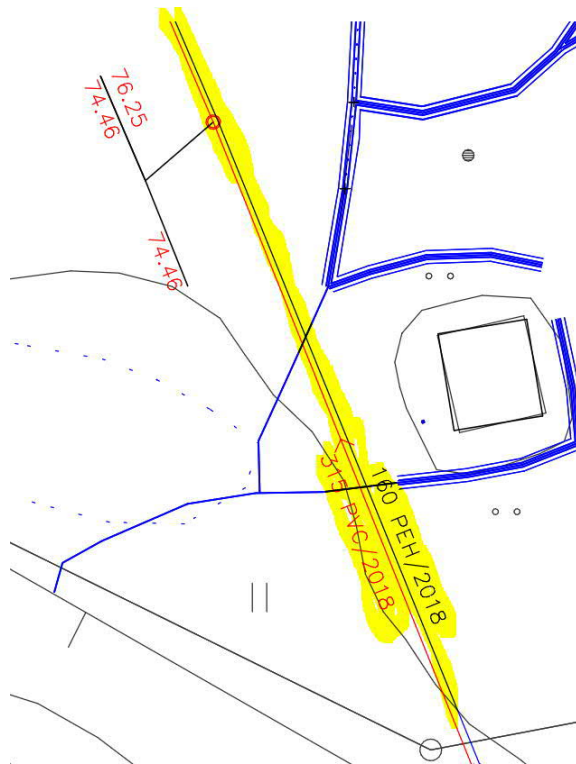
Kaikille alueen ojille ei ole tehty pintamallia. Niillä saattaa olla joko yksittäinen taiteviiva toteutusmalleissa tai ei mitään merkintää toteutusmallissa ollenkaan. Näihin alueisiin, joihin ei ole tehty merkintöjä tai on pelkkä taiteviiva, ei tule tehdä muutoksia, kuten alla olevassa kuvassa ympyröidyllä alueella.



Poikkeuksena rumpuputkien toteutusmallit, joissa ne on kuvattu pelkkinä taiteviivoina.

Ne saattavat olla joko vesijohdon välittömässä läheisyydessä tai toimivat sellaisenaan, eikä niihin tule tehdä muutoksia. Jätevesiviemärin ja vesijohdon välittömässä läheisyydessä on aina noudatettava erityistä varovaisuutta.

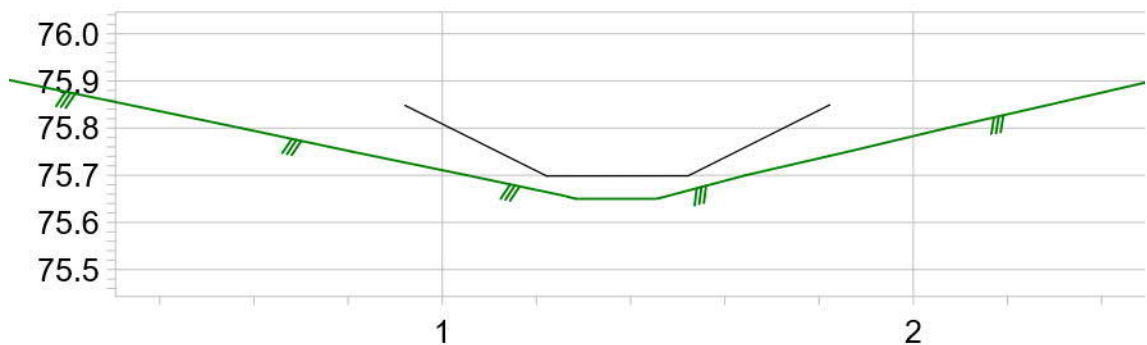
Seuraavassa kuvassa on keltaisella korostettuna näitä Napapiirin Energian ja Veden 2018 siirtämiä putkilinjoja.



2.2.8 Alueet ojien ympärillä

Muokattujen ojien ympärillä olevat alueet tulee sovittaa uusiin ojiin, jotta ne ovat ulkonäöllisesti tyydyttäviä. Tärkeää on myös, että ympäröivät alueet tukevat uusia pintakuivatussuunnitelmia ja johtavat pintavedet ojiin.

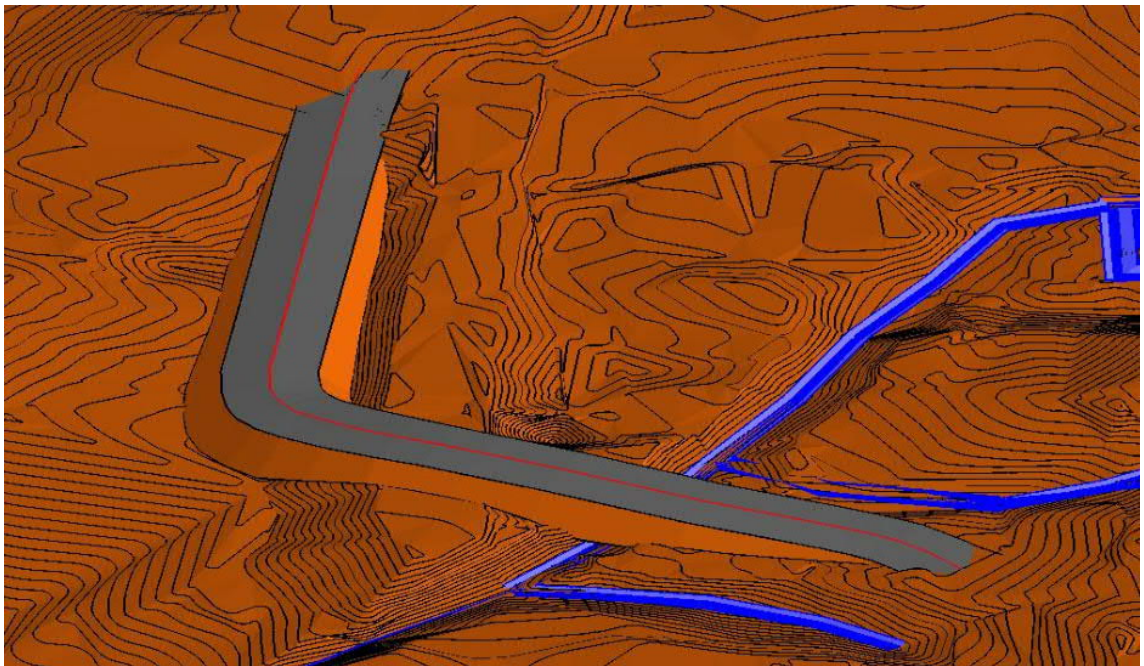
Alla olevasta kuvasta on nähtävissä uuden ojaprofiilin olevan ylempänä kuin vanha maanpinta, joten alue tarvitsee maatäyttöö ja sovitusta ympäröivien rakenteiden osalta uuteen ojaprofilointiin. Täytön osalta riittää, kun ojan pohjaa nostetaan ja suunnitellun ojan luiskauksen sijaan käytetään rakentamisen yhteydessä loivempaa ojan luiskakaltevuutta.



2.3 Huoltotien rakentaminen

2.3.1 Tausta

Alueelle haluttiin huoltotieliitos heinäladolta tapahtumateltan välittömään läheisyyteen. Huoltotielinjaus on suunniteltu ylittämään ojalinja sekä Napapiirin energia ja veden rakentamien vesi- ja jätevesijohtolinjat.



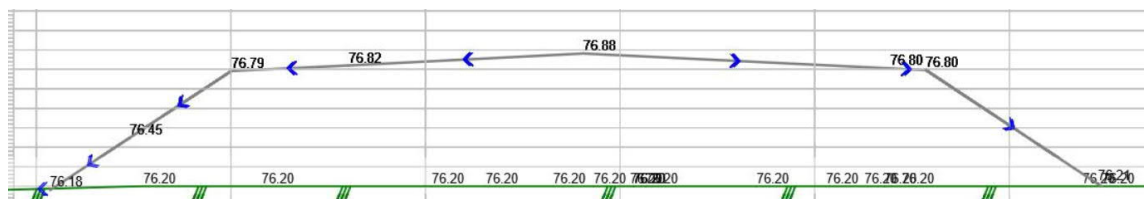


2.3.2 Maisemallinen vaikutus

Huoltotie tulee ylittämään alueella olevan rakennetun maavallin, joka peittää siirretyt vesi- ja jätevesijohtolinjat. Tien rakennekerrosten vahvuudet ovat riittävät pehmeään maaperään, joten se erottuu ympäristöstään alapihalla. Tämän johdosta tien luiskiin suositellaan multausta, jotta siihen saataisiin perinnekasveja kasvamaan, eikä tie siten erottuisi voimakkaasti ympäröivästä maanpinnasta.

2.3.3 Tien poikki- ja pituusleikkaus ja profiili

Tien pinnan leveydeksi on suunniteltu 3,5 metriä. Tien keskellä tasausviiva on ylin kohta ja tien pinta kallistuu reunoille. Tien ulkoreunat ovat tien keskilinjaa noin 8 cm alempana. Tuolloin sivukaltevuus tiellä on noin 4,5 cm/m.



Tien sivuluiskien kaltevuus on 1:1,5.

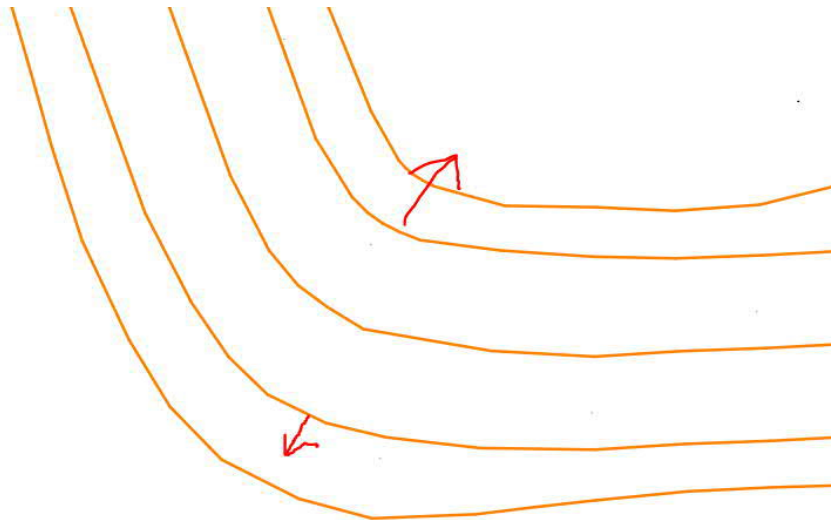
Tien pituusprofiilista tehtiin loiva, jotta se kestäisi ilman korjaustöitä pitkään, sekä siihen on helppo tehdä lisäyksiä ja muutoksia pitkällä aikavälillä.



Tien korkein piste on vesijohdon risteyskohdassa. Tien päädyt on sovitettu nykyisiin maanpintoihin. Tapahtumateltan päädyssä tie sopii uusittuun rannan pinnanmuotoihin.

2.3.4 Tien kaarrelevitys

Kaarrelevityksessä tien pinta levenee, jotta pidemmät ajoneuvot mahtuvat ajamaan mutkan ohitse. Kaarrelevitys on tehty siten, että mikäli ajoneuvoille siinä ei ole riittävästi tilaa, voidaan kaarretta levittää sisä- ja ulkokaarten puolelta.



2.3.5 Tien rakennekerrokset

Tiestä ei ole suunniteltu kuin tilaajan kanssa sovittu ylin pinta. Tien rakennekerrokset päättää tilaaja rakennustöiden yhteydessä. Tässä selostuksessa on myös

ehdotettuja rakennekerrosvahvuuksia, jotka voidaan toteuttaa suunnitellulla toteutusmallilla. Nämä rakennekerrokset on suunniteltu siten, että tie kestää ympärivuotisen käytön.

Tien rakennekerrosten vuoksi tien profiili on korkean näköinen ylitettäessä vesijohtoa, mutta vesijohtolinjan häiriöiden välttämiseksi suositellaan näitä rakenteita käytettäväksi vähimmäisvaatimuksina, mukaan lukien pohjalle asennettava routasuojaus.

Tietä rakennettaessa tulee olla yhteydessä Napapiirin energia ja veteen, koska työt ovat vaaditun 5 metrin minimietäisyyden sisäpuolella.

Alla esitetyt rakennekerrokset ovat Metsätieohjeen mukaiset pehmeillä alueilla.

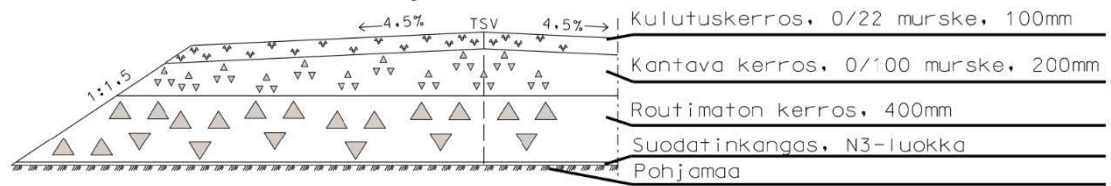
Päällysrakenneluokka 2 — Runko- ja aluetiet

Taulukko 23. Tavoitekantavuus keväällä 60–70 Mpa (20–40 puutavara-autoa).

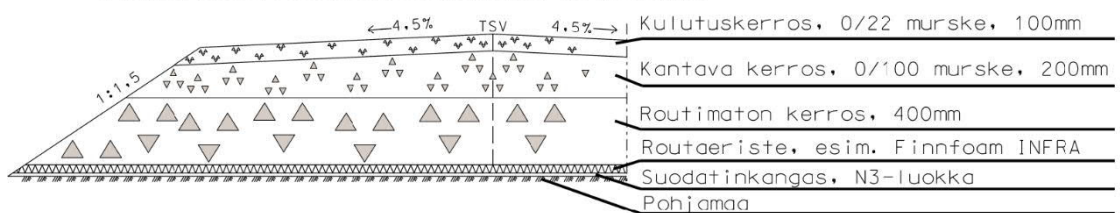
Pohjamaan kantavuusluokka	A–F	A	B	C	D	E	F	
Kulutuseros (murske, 0–16..25 mm)	cm i-m ³ /jm	5 0,3	5 0,3	5 0,3	5 0,3	5 0,3	5 0,3	5 0,3
Jakava kerros (soramurske, 0–32..55 mm)	cm i-m ³ /jm	15 1,0	— —	5 0,3	15 1,0	40 2,6	15 1,0	40 2,6
Eristys-/suodatinkerros (routimaton hiekka)	cm i-m ³ /jm	— —	— —	— —	— —	— —	45 3,0	75 4,9
Kuitukangas	tyyppi	—	—	—	—	KL3	KL3	KL3
Penger (E-luokan mater.)	cm	—	—	—	—	—	40	—
Yhteensä	cm i-m ³ /jm	20 1,3	5 0,3	10 0,6	20 1,3	45 2,9	65 4,3	85 5,6
Kantavuus tien pinnassa, Mpa	Kevät Kesä	270 285	200 245	110 140	75 95	70 110	60 90	70 100
								65 120

Metsätieohjeen pohjalta ja rautateiden ohjeista sovelletut rakenteet ovat seuraavissa poikkileikkauskuvissa. Rakenteet on suunniteltu alueen pohjarakenteisiin sopiviksi, mutta tilaajalla on oikeus soveltaa rakenteita sopiviksi katsomikseen. Mikäli rakennekerroksia ohennetaan, voidaan käytännössä toimitetun tien yläpinnan mallia yhä käyttää. Käyttö tuolloin tapahtuu siirtämällä tien yläpinnan mallia ohennuksen verran alaspäin.

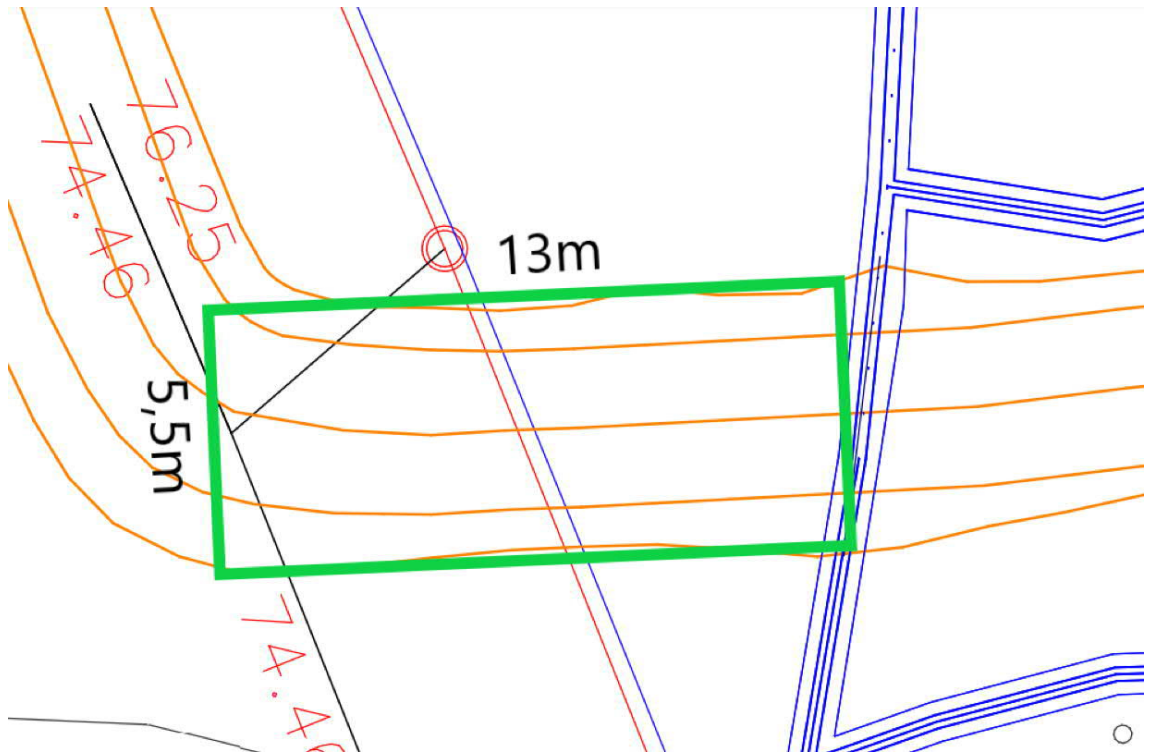
Rakenteet tienosalla, joka ei vaadi routaeristettä



Rakenteet routaeristettävällä tienosalla



Routasuojaus suositellaan tehtäväksi alueella, jossa ylitetään Napapiirin energia ja veden siirrättämät kunnallistekniset johtolinjat. Routasuojaus suositellaan tehtäväksi suulakepuristetulla polystyreenilevyllä (XPS-eriste). Routasuojaus tulisi aloittaa heti uuden rumpuputken vierestä ja jatkaa sitä tien pohjan mukaisesti länteen 13 metrin matkan. Routasuojauksen leveydeksi tulee n. 5,5m. Routasuojauksen alusrakenteet tulee varmentaa materiaalitoimittajalta. Alla karkea kartta-kuva routasuojattavasta alueesta.



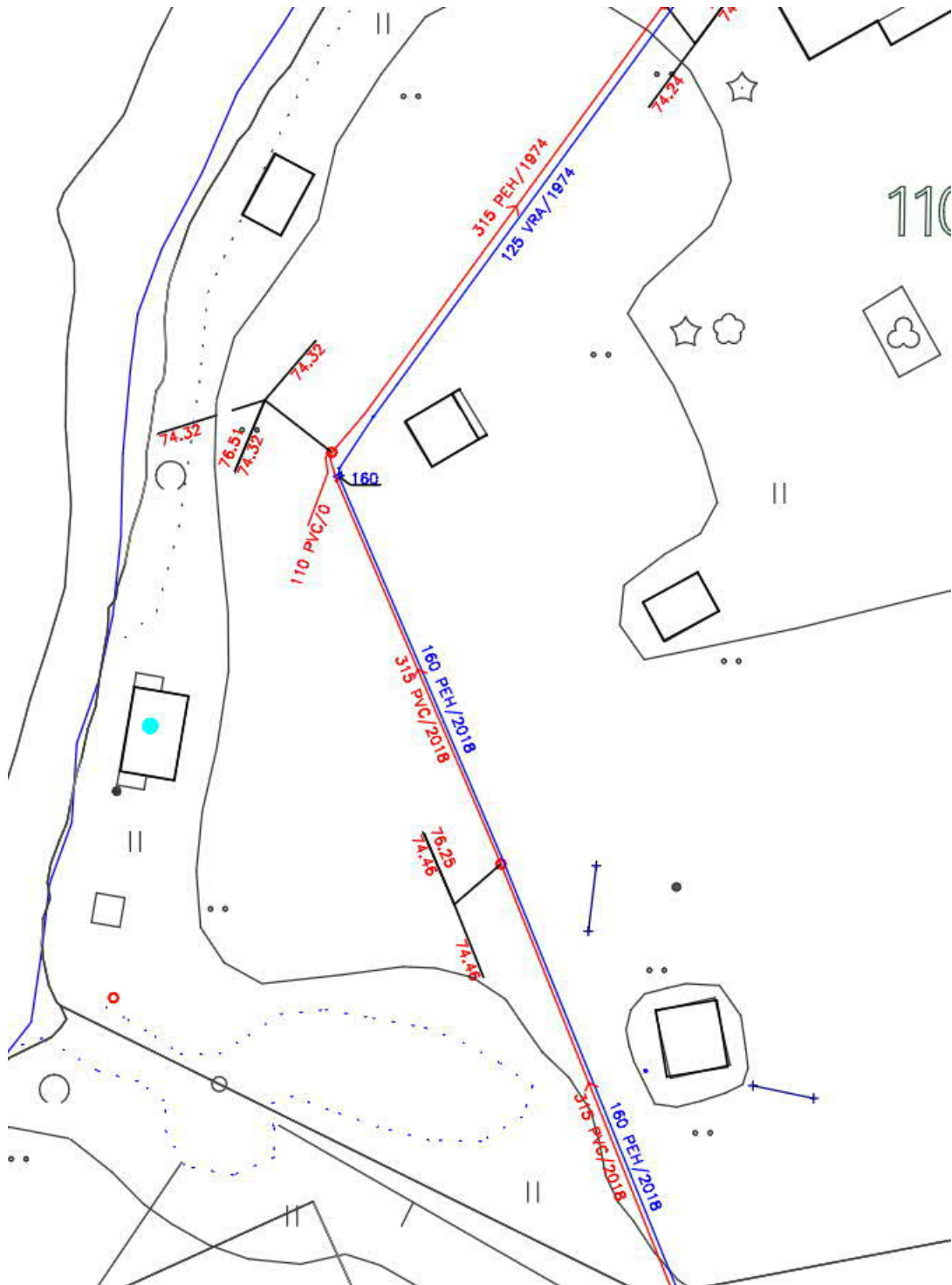
Routasuojauksella vältetään mahdollisilta putkivaurioilta ennakoivasti.

3 RAKENTAMISESSA ERITYISTÄ HUOMIOTA VAATIVAT KOHTEET

3.1 Kunnallistekniset järjestelmät

Rannan tuntumassa menee maan alla Napapiirin energia ja veden siirtämät vesija jätevesijohtolinjat. Pintaa leikattaessa tulee noudattaa erityistä varovaisuutta, jotta kunnallisteknisten järjestelmien rakenteita ei vahingoiteta työn ohessa. Maan pinnalla on nähtävissä mm. kaivon kansia ja vesijohdon venttiilejä. Napapiirin energia ja vesi velvoittaa ottamaan aina yhteyttä, mikäli vastaavia rakennustöitä tehdään 5 metriä lähempänä heidän johtolinjojansa.

Osa tontin läpi kulkevista putkilinjoista ovat vuodelta 1974, mutta osa on uusittu 2018. Tästä syystä erityisesti uusien ja vanhojen runkolinjojen liittymäkohdassa on riski vaurioille kaivuutöiden yhteydessä.

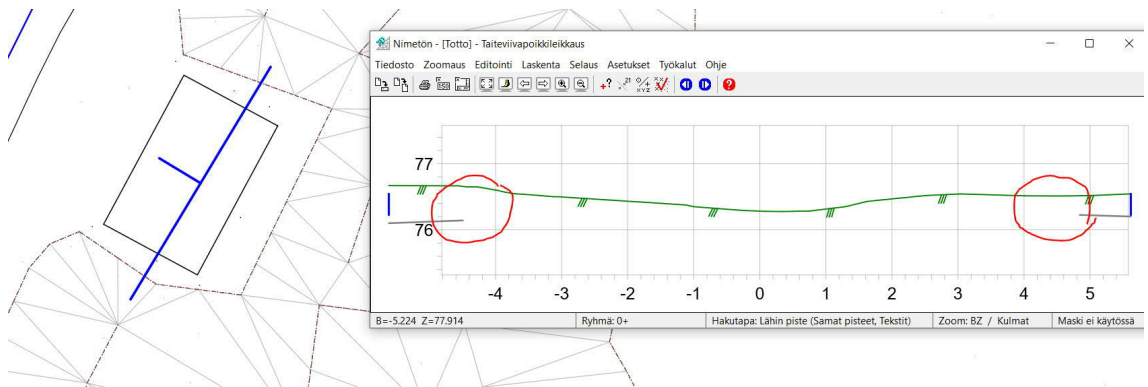


3.2 Sähkökaapelit

Alueella ainoa maahan upotettu sähkökaapeli, jonka sijainnin tilaaja osoittaa töiden alkamisen yhteydessä, on rantasaunalle menevä valovirtakaapeli. Napapiirin energia ja veden omistamia kaapeleita ei alueella ole.

3.3 Savusaunarakennus, heinälato ja masiinihuone

Savusauna jää korkeamman maakummun päälle, eikä sen välittömässä läheisyydessä tule tehdä maanpinnan leikkauksia. Tilaajan kanssa on sovittava pintamallin yhteensovitus nykyiseen savusaunan ympärystän maanpintaan. Alla olevassa kuvassa näkyy, kuinka uusi pintamalli katkeaa saunan läheisyydessä ja jatkuu toisella puolella. Nämä kohdat on sovitettava maastoon ja ympäristöön sopiviksi rakennustöiden yhteydessä.



Heinäladon lähellä tulee varoa rakennuksen ulkonevia yläkulmia, joihin voi epähuomiossa maarakennuskoneella osua, kuten on havaittavissa alla olevasta kuvasta.



Masiinihuone on suunniteltu nostettavaksi 30 cm samalla kun sen ympärillä olevaa maanpintaa nostetaan. Rakennus on kaksikerroksinen ja sen yläkertaan menee ramppi, jota tulee varoa töiden yhteydessä.



Kaikki alueen rakennukset ovat erittäin vanhoja, joten niiden läheisyydessä toimittaessa on aina toimittava erityisellä varovaisuudella, museorakennusten korjaaminen on pahimmillaan mahdotonta.

3.4 Poistetut pintarakenteet

Leikatut rakenteet tulee säilyttää tontilla jatkokäyttöä varten. Täyttömateriaalia tarvitaan sekä tulevan huoltotien ympärystään että ojien muotoiluun pintakuivatuksen korjaamiseksi. Poistettavia pintarakenteita tulee jaotella siten, ettei hiekka/murskerakenteita sekoiteta saveen. Pintamultaa voidaan käyttää sellaisenaan pintaverhoiluun esimerkiksi tulevan huoltotien ojien luiskissa ja ympäristäytöissä.

4 SUUNNITELMIEN LÄHTÖTIEDOT

4.1 Koordinaattijärjestelmä

Käytettynä koordinaattijärjestelmänä suunnitelmissa on ETRS89 ja tasokoordinaatistona ETRS-GK26, korkeusjärjestelmänä on N2000.

4.2 Mittakanta

Alueella on tähystarroilla varustettu mittakanta, johon lähtötilannemittaukset myös ovat sidottuja, joten ne myös soveltuvat rakentamiseen. Mittakannan pisteet ovat yhteensopivia myös sijaintikorjattuihin GNSS-mittauksiin, joilla myös lähtötiedot osin koostettiin. Kartta tähystarroista sekä niiden koordinaattitiedot on toimitettu tilaajalle erillisinä tiedostoina.

4.3 Aineiston koodaus

Toteumamallit on koodattu YIV-ohjeiden mukaisella rakentajakoodauksella, RAK 2.1-koodauksella ja se on yhteensopiva käytetyimpien koneohjausjärjestelmien kanssa.

4.4 Aineistoformaattit

Suunnitelmat ovat gt, xy (3D-Win), sekä Inframodel 4 skeemalla tuotettuina LandXML-tiedostoina. Alueen vanha pinta on myös tilaajalla hallussa, mikäli suunnitelmia tarvitsee päivittää.